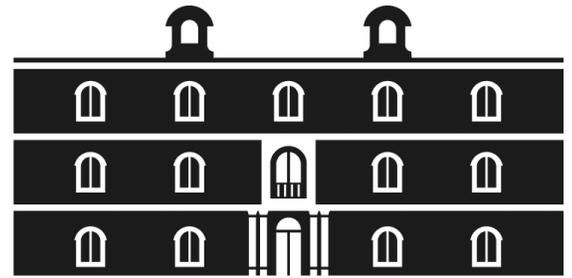


Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

**Proyecto de diseño, cálculo,
fabricación, evaluación de la
conformidad (mercado CE) de una
cisterna destinada al transporte de
GLP.**

Titulación: Ingeniería Técnica Industrial.
Especialidad en Mecánica

Alumno: José Pablo Contreras Raja

Directores: Isidoro José Martínez Mateo

Federico López-Cerón de Lara

Cartagena, 18 de Junio de 2014



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica



| <u>ÍNDICE</u> | <u>Página</u> |
|---|----------------------|
| DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA | 7 |
| 1. OBJETO | 8 |
| 1.1. Alcance | 8 |
| 2. NORMATIVA | 9 |
| 3. DEFINICIONES | 10 |
| 4. CARACTERIZACIÓN DE LA CISTERNA | 15 |
| 4.1. Diseño del depósito | 15 |
| 4.1.1. Productos a contener | 15 |
| 4.1.2. Grado de llenado | 20 |
| 4.2. Tipo de depósito | 20 |
| 4.2.1. Caracterización del depósito | 20 |
| 4.2.2. Código de cisterna | 21 |
| 4.3. Especificaciones del depósito | 21 |
| 4.3.1. Dimensionamiento | 21 |
| 4.3.2. Materiales | 21 |
| 4.3.3. Presiones | 22 |
| 4.4. Estructuras y elementos del depósito | 23 |
| 4.4.1. Elementos estructurales | 23 |
| 4.4.2. Protecciones | 23 |
| 5. EQUIPOS DE SERVICIO | 24 |
| 5.1. Memoria. Generalidades | 24 |
| 5.2. Boca de hombre | 24 |
| 5.3. Sistema de carga y descarga | 24 |
| 5.3.1. Elementos del sistema de carga y descarga | 25 |
| 5.3.2. Seguridad | 27 |
| 5.4. Equipamiento eléctrico | 29 |
| 5.4.1. Disposiciones aplicables a la parte de la instalación eléctrica colocada en la parte posterior de la cabina de conducción | 31 |
| 5.4.2. Electricidad estática | 32 |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|---|-----------|
| 6. REMOLQUE-VEHÍCULO | 37 |
| 6.1. Unión cisterna-chasis | 37 |
| 6.2. Unión chasis- grupo tractor | 39 |
| 6.2.1. Quinta rueda | 39 |
| 6.2.2. King-Pin | 40 |
| 7. MARCADO | 41 |
| 8. EQUIPAMIENTO DE LA CISTERNA | 44 |
| 8.1. Dispositivo de seguridad | 44 |
| 8.2. Señalización del vehículo | 45 |
| 8.2.1. Panel naranja | 45 |
| 8.2.2. Placas-etiquetas | 47 |
| 8.2.3. Placa Gran Longitud | 48 |
| 8.2.4. Alumbrado | 49 |
| | |
| DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS | 50 |
| 1. DETERMINACIÓN DE PAREDES, FONDO, CIERRES, ABERTURAS | 51 |
| 1.1. Temperatura de referencia para el diseño | 51 |
| 1.1.1. Llenado | 51 |
| 1.2. Diseño | 52 |
| 1.2.1. Tensión de diseño f | 52 |
| 1.2.2. Presión de diseño | 53 |
| 1.2.3. Espesor de paredes | 53 |
| 1.2.4. Refuerzo de boquilla | 57 |
| 2. DETERMINACION DEL ESFUERZO EN LOS ACCESORIOS DE LA CISTERNA | 63 |
| 2.1. Determinación del número y cálculo de durmientes | 63 |
| 2.1.1. Cálculo de las fijaciones del recipiente | 63 |
| 2.1.2. Fijación del recipiente a presión al chasis | 64 |
| 2.1.3. Cálculo de esfuerzos. Fijación tipo | 65 |
| 2.1.4. Cálculo de pernos de fijación | 68 |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|--|-----------|
| 2.2. Sistema de anclajes e izado | 70 |
| 2.3. Cálculo de soldaduras | 71 |
| 2.3.1. Cálculo de soldadura de las solapas de fijación | 71 |
| 2.4. Estabilidad de la cisterna | 74 |
| 2.5. Aislamiento térmico | 74 |
| 3. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN Y SOLDADURA | 75 |
| 3.1. Fases de fabricación y montaje | 75 |
| 3.1.1. Fabricación del depósito | 75 |
| 3.1.2. Unión del depósito con el remolque | 76 |
| 3.1.3. Unión remolque con el camión | 76 |
| 3.2. Soldaduras, procedimientos y técnicas empleadas, certificación y cualificación | 76 |
| 3.2.1. Soldaduras | 76 |
| 3.2.2. Inspecciones y ensayos | 78 |
| 3.2.3. Certificación y cualificación | 79 |
| 4. INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS | 80 |
| 4.1. Tipos de inspecciones | 81 |
| 4.1.1. Inspección para la aprobación tipo | 81 |
| 4.1.2. Inspección inicial | 81 |
| 4.1.3. Inspección periódica | 82 |
| 4.1.4. Inspección intermedia | 82 |
| 4.1.5. Inspección extraordinaria | 82 |
| 4.2. Unidades utilizadas para la inspección de cisternas | 83 |
| 4.2.1. Examen de documentos | 83 |
| 4.2.2. Comprobación de las características de diseño | 84 |
| 4.2.3. Inspección del interior de la cisterna | 84 |
| 4.2.4. Inspección del exterior de la cisterna | 84 |
| 4.2.5. Ensayo de presión hidráulica | 84 |
| 4.2.6. Presión de ensayo | 84 |
| 4.2.7. Ensayo de vacío | 85 |
| 4.2.8. Ensayo de estanqueidad | 85 |
| 4.2.9. Determinación de la capacidad | 86 |



| | |
|--|------------|
| 4.2.10. <i>Inspección de los equipos de servicio</i> | 87 |
| 5. DOCUMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN | 92 |
| 5.1. Documentación para las inspecciones | 92 |
| 5.1.1. <i>Para la certificación de prototipos de cisternas</i> | 92 |
| 5.1.2. <i>Para la inspección inicial, antes de la puesta en servicio de las cisternas, con el tipo</i> | 99 |
| 6. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE | 108 |
| 6.1. Plan de emergencia | 108 |
| 6.1.1. <i>Normas de actuación en caso de avería o accidente</i> | 108 |
| 6.1.2. <i>Equipamiento de emergencia</i> | 112 |
| 6.1.3. <i>Prevención de riesgos de incendio</i> | 112 |
| 6.2. Impacto medioambiental | 115 |
| ANEXO A. RESUMEN RESULTADOS DE DISEÑO | 117 |
| PLANOS. CISTERNA GLP 42000 L | 123 |
| Cisterna | 124 |
| Dimensiones Cisterna | 125 |
| Rompeolas | 126 |
| Oreja izado | 127 |
| Bridas | 128 |
| Unión cisterna- chasis | 129 |
| Tirante | 130 |
| Válvula de fondo | 131 |
| Válvula de seguridad | 132 |
| Válvula de corte | 133 |
| Detalle soldadura chapas | 134 |
| Detalle soldadura bridas | 135 |
| Esquema instalación puesta a tierra | 136 |
| Esquema de carga y descarga | 137 |
| Señalizaciones | 138 |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (mercado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

DOCUMENTO N°1

MEMORIA DESCRIPTIVA



1. OBJETO.

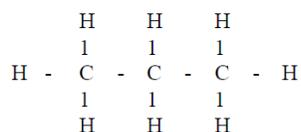
El objeto de este proyecto es la descripción de la homologación del prototipo de cisternas destinada a transportar materias peligrosas de la clase 2 por carretera. El producto a transportar es gas licuado del petróleo (GLP) con número ONU 1075. La cisterna ha de cumplir con las condiciones técnicas de seguridad exigida por la vigente reglamentación, a fin de solicitar al Organismo de Control Autorizado la correspondiente certificación de conformidad del tipo, para su posterior inscripción en el MIET

1.1 ALCANCE

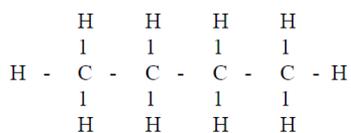
La denominación de Gases Licuados del Petróleo, se aplica a un pequeño número de hidrocarburos derivados del petróleo a que a temperatura ambiente y a la presión atmosférica se encuentra en estado gaseoso y tiene propiedad de pasar al estado líquido a someterlos a una presión relativamente baja.

Principalmente se representarán como una mezcla de PROPANO y BUTANO. Sus componentes son carbono e hidrógeno.

La fórmula específica del propano es C_3H_8



Y la fórmula del butano C_4H_{10}



La cisterna podrá transportar composiciones en las que el porcentaje de propano sea inferior al 95%. También sería posible transportar productos en los que la presión sometida sea inferior a la presión de diseño.

El diseño está realizado siguiendo principalmente las pautas marcadas por el Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de cargas peligrosas por vía terrestre, ADR, y la normativa expuesta en el siguiente punto.



2. NORMATIVA.

Las normas que a continuación se citan son las utilizadas como referencia para el desarrollo de este proyecto.

ADR 2014–“*Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de cargas peligrosas por vía terrestre*”

UNE-EN 1092-1 *Bridas y sus uniones.*

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

UNE-EN 12493:2009+A1 *Equipos y accesorios para GLP. Tanques de acero soldados para gases licuados del petróleo (GLP). Diseño y fabricación de camiones cisternas.*

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

UNE-EN 13175:2003 *Equipos y accesorios para GLP. Especificaciones y ensayos de las válvulas y accesorios para depósitos de gases licuados de petróleo.*

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

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

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

UNE-EN 14595 *Cisternas para el transporte de mercancías peligrosa. Respiradero de presión y depresión.*

UNE-EN 1708 *Soldeo. Descripción detallada de uniones soldadas de acero.*

UNE-EN 471 *Ropa de señalización de alta visibilidad. Métodos de ensayo y requisitos.*

UNE-EN 60598-2-4 *Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 4: Luminarias portátiles de uso general.*

EEN 374-1 *Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones.*



UNE-EN 166 *Protección individual de los ojos. Especificaciones.*

UNE-EN 12021 *Equipos de protección respiratoria. Aire comprimido para equipos de protección respiratoria aislantes.*

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

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

NTP 225 *Electricidad estática en el trasvase de líquidos inflamables.*

NTP 374 *Electricidad estática carga y descarga de camiones cisterna (I).*

NTP 375 *Electricidad estática carga y descarga de camiones cisterna (II)*

ITP EP 6 *Recipientes a presión transportables*

3. DEFINICIONES

A

“Accesorios”

Dispositivos conectados al sistema cuya función principal no es el almacenamiento o transporte de GLP.

"Aseguramiento de la calidad"

Un programa sistemático de controles y de inspecciones aplicadas por toda organización o todo organismo y dirigidas a ofrecer una garantía apropiada de que las disposiciones de seguridad del ADR sean respetadas en la práctica.

“ASTM”

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

"Autoridad competente",

La/s autoridad/es o cualquier organismo/s designado/s como tal/es en cada Estado y en cada caso en particular según el derecho nacional.



C

“Camión cisterna”

Vehículo rígido, semitrailer o tráiler compuesto por uno o más recipientes de presión fijos.

“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.

“Certificado de tipo”

Aprobación de tipo según el ADR/RID o el certificado de examen de la CE de acuerdo a la Directiva 1999/36/CE sobre equipos a presión móviles (Directiva de Equipos a Presión Móviles . DEPT).

"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 bares



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

"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.

"Conformado en caliente"

Conformado a temperaturas superiores a la temperatura de alivio de tensiones, según se indica en las especificaciones aplicables del material.

"Conformado en frío"

Conformado a temperaturas no inferiores a 25 °C por debajo de la temperatura máxima admitida para el alivio de tensiones, de acuerdo con las especificaciones aplicables del material.

D

"Depósito":

Ensamblaje de una envolvente (la envolvente sometida a presión, incluye las aberturas y los cierres) y las partes no sometidas a presión soldadas directamente a la misma.

"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.

E

"EN", (Norma),

Norma europea publicada por el Comité europeo de normalización (CEN), (CEN - Avenue Marnix 17, B-1000 Bruselas).

"Epígrafe n.e.p. (no especificado en otra parte)"

Epígrafe colectivo en el cual podrán ser incluidas materias, mezclas, disoluciones u objetos que

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



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 del petróleo, GLP:”

Gas a baja presión compuesto de uno o más hidrocarburos ligeros que están asignados a UN 1011, UN 1075, UN 1965, UN 1969 o UN 1978 únicamente y que está compuesto principalmente de propano, propeno, butano, isómeros de butano, buteno con trazas de otros hidrocarburos gaseosos.

“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

“Inspección intermedia”

Inspección realizada entre la inspección inicial y la primera inspección periódica, o entre dos inspecciones periódicas.

“Inspector”

Persona u organismo acreditado por la autoridad competente para realizar las inspecciones y ensayos prescritos.

“ISO” (Norma),

Una norma internacional publicada por la Organización internacional de normalización (ISO), (ISO - 1 rue de Varembe- CH 1204 Genève 20);

N

"Nombre técnico"

Un nombre químico reconocido, en su caso un nombre biológico reconocido, o cualquier nombre que se suele emplear en los manuales, publicaciones periódicas y textos científicos y técnicos)



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

"Número ONU" o "Nº ONU"

El número de identificación de cuatro cifras de las materias u objetos extraído del Reglamento Tipo de la ONU;

P

“Pantalla solar”

Pantalla que cubre más de un tercio de la parte superior pero menos de la mitad superior de la superficie de la envoltura, y separada de ésta una distancia de al menos 40 mm, dejando un espacio ventilado.

"Presión de cálculo"

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

"Presión de llenado"

La presión máxima efectivamente alcanzada en la cisterna durante el llenado a presión.

"Presión de prueba"

La presión que debe ejercerse en el transcurso de la prueba de presión de la cisterna para el control inicial o periódico.

“Presión de servicio”

La presión estabilizada de un gas comprimido a la temperatura de referencia de 15°C en un recipiente a presión lleno.

"Punto de inflamación"

La temperatura más baja de un líquido en la que sus vapores forman con el aire una mezcla inflamable;

E

"Equipo de estructura"

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



al depósito;

"Equipo de servicio"

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;

V

"Válvula de depresión"

Dispositivo con resorte sensible a la presión funcionando automáticamente, para proteger la cisterna contra una depresión interior inadmisibles;

"Válvula de seguridad"

Dispositivo con resorte sensible a la presión funcionando automáticamente, para proteger la cisterna contra una sobrepresión interior inadmisibles;

"Vehículo-cisterna"

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

4. CARACTERIZACIÓN DE LA CISTERNA.

4.1. DISEÑO DEL DEPOSITO

Según la norma **UNE-EN 12493:2009+A1** que especifica los requisitos mínimos para materiales, el diseño, la construcción y la ejecución, así como los ensayos de los depósitos soldados de GLP de los camiones cisterna.

4.1.1. Productos a contener.

La cisterna está diseñada para GLP, mezcla donde la concentración máxima de Propano será de 95% y la mínima de 5% de Butano.

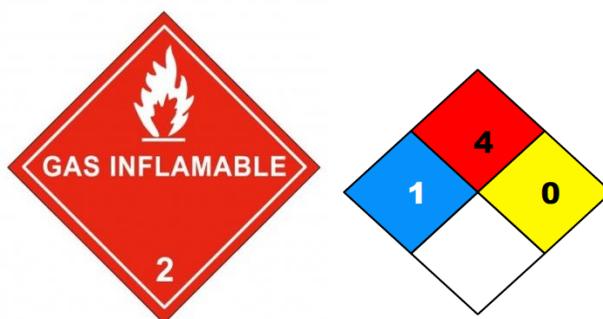
Ficha técnica de seguridad del producto:



COMPOSICIÓN

Nombre químico: Gas Licuado de Petróleo.
Nombre químico: 95% Propano- Butano 5%
Nombres comunes/sinónimos: GLP o LPG.
N° ONU: 1075

IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS (ROTULACIÓN)



CODIGO COLORES

Azul: Riesgo Salud

Rojo: Riesgo Inflamabilidad

Amarillo: Riesgo de Reactividad con otros productos

Blanco: Riesgos Especiales

CATEGORIA RIESGO

0 Riesgo mínimo

1 Riesgo ligero

2 Riesgo moderado

3 Riesgo alto

4 Riesgo severo

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

Estado Físico: Gas

Apariencia y Color: Gas Incoloro e Inodoro

Punto de Ebullición: -42°C

Punto de Fusión: -187.69°C

Punto de Inflamación: -105°C

Temperatura de Ignición: 493°C

Propiedades Explosivas:

LEL Vol% 2.2

UEL Vol% 9.5



PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

| PROPIEDADES y CARACTERÍSTICAS | PROPANO | BUTANO |
|--|---------|--------|
| Fórmula química | C3 H8 | C4 H10 |
| Densidad del gas relativa al aire (aire = 1) | 1,522 | 2,006 |
| Densidad del líquido relativa al agua (agua = 1) | 0,508 | 0,584 |
| Poder calorífico superior en Kcal/Kg | 11.900 | 12.100 |
| Punto de ebullición en °C | -42,1 | -0,5 |
| Vol. de 1 Kg de gas en m ³ (1 atmósfera y 15°C) | 0,538 | 0,408 |
| Vol. de aire en m ³ para quemar 1 m ³ de gas (1 atm. y 15°C) | 23,87 | 31,03 |
| Límite Inferior de Inflamación, % de gas en aire | 2,4 | 1,9 |
| Límite Superior de Inflamación, % de gas en aire | 9,5 | 8,5 |
| Temperatura de llama en aire en °C | 1.895 | 1.925 |
| Velocidad máxima de propagación de la llama en cm/seg. | 30 | 30 |
| Temperatura autoignición en ° C | 450 | 450 |

Clasificación de riesgos del producto químico

Gas inflamable, asfixiante simple.

a).- Peligros para la salud de las personas:

| | |
|---|--|
| Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez). | En estado líquido; quemadura por frío. |
| Inhalación | En estado gaseoso; sofocamiento. |
| Contacto con la piel | En estado líquido; quemadura por frío. |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|--|--|
| Contacto con los ojos | En estado líquido; quemadura por frío. |
| Ingestión | En estado líquido; quemadura por frío. |
| Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo) | Asfixia - adormecimiento. |
| Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto | Personas con afecciones respiratorias. |
| b).- Peligros para el medio ambiente: | No es contaminante. |
| c).- Peligros especiales del producto | Inflamable en espacios abiertos. Inflamable en espacios confinados, liberando gran cantidad de energía. |

MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS.

| | |
|--|---|
| Contacto con el producto por inhalación | Retirar a la persona del lugar, proporcionar respiración artificial. |
| Contacto con la piel, ojos o ingestión | Atención médica inmediata proteger parte afectada en caso de contacto directo con piel. |
| Notas para el médico tratante: El GLP es un asfixiante simple, puede producir quemaduras por frío en contacto directo en fase líquida de GLP | |

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

| | |
|--------------------------------|--|
| Protección Respiratoria | En caso de emergencia usar una línea de aire de presión positiva con máscara facial completa y botella de escape o aparato respiratorio independiente, deberían estar disponibles para uso de emergencia |
|--------------------------------|--|



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|---|--|
| Protección de las Manos | Guante de PVC o goma en el laboratorio; como se requiera para corte y soldadura. |
| Protección de la Vista | Gafas o anteojos de seguridad según sea apropiado para el trabajo que se realiza. |
| Protección de la Piel y del Cuerpo | Zapatos de seguridad. No usar ropa fácilmente inflamable. No usar ropa con fibras acrílicas y similares. |

MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES; FUGAS O FUEGO.

| | |
|--|---|
| Medidas de emergencia a tomar si hay derrame del material | Aislar sector de fuentes de ignición a 300 metros a la redonda evitando que el gas penetre en las alcantarillas y / o subterráneos. |
| Precauciones a tomar para evitar daños al ambiente | No requiere. |
| Métodos de limpieza | No requiere. |
| Método de eliminación de desechos | No requiere. |
| Agentes de extinción | Agua pulverizada, polvo químico seco. ABC o BC (90% Monofostato Amonio) |
| Procedimientos especiales para combatir fuegos | No apagar fuego, hasta haber eliminado fuente de gas. Enfriar el recipiente. |



4.1.2. Grado de llenado

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

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

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. Se calcula a partir de la fórmula:

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

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

Para nuestra mezcla resulta que el grado de llenado debe ser de 91,55%.

4.2. TIPO DE DEPOSITO

4.2.1. Caracterización de depósito.

El depósito tendrá forma cilíndrica en su parte central formando el cuerpo y en los extremos, como tapadera, estará compuesto por dos casquetes toroidales.



4.2.2. Código cisterna.

Según el ADR (4.3.1.1) la cisterna al contener una mezcla del hidrocarburos gaseosos licuados del tipo B que se definirá según el código **P20BN(M)**

Siendo:

P (Tipo cisterna) Cisterna, vehículo batería o CGEM para gases licuados disueltos.

20 (Presión cálculo) Valor cifrado de la presión mínima de prueba. (Tabla ADR 4.3.3.2.5)

B (Aberturas) Cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por el fondo con 3 cierres o CGEM con aberturas por debajo del nivel del líquido o para gases comprimidos.

N (Válvulas/dispositivos seguridad) Cisterna vehículo batería o CGEM con válvula de seguridad.

4.3. ESPECIFICACIONES DEL DEPÓSITO.

4.3.1. Dimensionamiento.

Depósito de 42 m³ de capacidad cuya longitud es de 12103.7 mm y un diámetro de 2300 mm.

Está unido a un chasis proporcionado por el fabricante “Prim Ball” de 13200 mm mediante 12 tirantes.

Los espesores se detallarán en otro apartado al ser variable.

4.3.2. Materiales.

Acero P460NH de grano fino con buena soldabilidad.

Los componentes químicos de este acero se representan en la siguiente tabla:



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| ELEMENTO | P460NH |
|---------------------|---------------|
| Carbono (C) máx. | 0.20 |
| Manganeso (Mn) | 1.10 - 1.70 |
| Azufre (S) máx. | 0.015 |
| Molibdeno (Mo) máx. | 0.10 |
| Niobio (Nb) máx. | 0.05 |
| Vanadio (V) máx. | 0.20 |
| Aluminio (Al) máx. | 0.020 |
| Silicio (Si) máx. | 0.60 |
| Fosforo (P) máx. | 0.025 |
| Cromo (Cr) min | 0.030 |
| Níquel (Ni) máx. | 0.80 |
| Titanio (Ti) máx. | 0.03 |
| Nitrógeno (N) máx. | 0.025 |
| Cobre (Cu) máx. | 0.70 |

Sus propiedades mecánicas:

| | |
|---|-------|
| Limite elástico R_{eH} (N/mm ²) | 460 |
| Resistencia a la tracción R_m (N/mm ²) | 570 |
| Resiliencia (J/cm ²) | 37.5 |
| Energía | 30 |
| Temperatura de ensayo (°C) | -20 |
| Alargamiento después de la rotura (%) | 17 |
| Grupo de Acero | St1.2 |

4.3.3. Presiones.

Presión de diseño según ADR es de 25 bar. Debido a que a que la tensión básica de diseño de la norma utilizada se usa un factor de correlación de 1.2 para asegurar que los espesores sean iguales dando una presión de diseño de 20.833bar

Presión de prueba según UNE es de 1.3 veces la de presión diseño siendo 27.08bar.



Presión de servicio máxima autorizada (PSMA) de 17.45 bar.

4.4. ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DEL DEPÓSITO.

4.4.1. Elementos estructurales.

Como elemento de unión entre depósito y chasis se utilizan 12 tirantes siguiendo la norma UNE-EN 12252.

Se dispondrá de rompeolas interiores de espesor igual que el depósito con distancia adyacentes no superior a 1.75 m. El volumen entre mamparos no superará 7500 litros.

El espesor de los rompeolas no será, en ningún caso, inferior al del depósito.

Dispondrá en la parte superior una pantalla de protección solar que servirá de aislamiento térmico.

4.4.2. Protecciones

4.4.2.1. Aprobación del tipo (TA)

TA4 Los procedimientos de evaluación de la conformidad 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.

4.4.2.2. Pruebas (TT)

TT9 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 conforme y acreditados según la norma EN ISO/IEC 17020:2004 tipo A.



4.4.2.3. Aislamiento de la cisterna.

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

4.4.2.4. Contra vuelcos.

Al no disponer de válvulas o aberturas superiores no es necesaria la utilización de sistemas antivuelco.

5. EQUIPOS DE SERVICIOS.

5.1.MEMORIA.GENERALIZACIONES

Se dispondrá de una serie de elementos que proporcionarán seguridad y un correcto funcionamiento en los procesos de carga y descarga del producto además de facilitar las oportunas inspecciones del depósito.

5.2. BOCA HOMBRE

Facilitará el acceso al interior del depósito por medio de una brida normalizada con un diámetro nominal de 500 mm y que permita soportar una presión de 21 bar.

5.3. SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA

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

La carga no deberá efectuarse sin asegurarse:

- por control de los documentos;



- por un examen visual del vehículo, o de la cisterna así como de sus equipos utilizados durante la carga y la descarga.

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

Medidas a tomar para evitar la acumulación de cargas electroestáticas al tratarse de un gas inflamable que tienen un punto de inflamación inferior a 60 °C se debe realizar, antes del llenado o del vaciado de las cisternas, una buena conexión eléctrica entre el chasis del vehículo, la cisterna portátil o el contenedor cisterna y la tierra. Además, se limitará la velocidad de llenado.

5.3.1 Elementos del sistema de carga y descarga

- Válvula de fondo: Este tipo de válvulas realiza las siguientes funciones:
 - Apertura y corte: Abren y cierra el paso del producto desde y hacia el depósito.
 - Filtrado: Disponen de un filtro por el cual no pasarán partículas suspendidas en el GLP que puedan afectar a los distintos elementos que componen al resto del equipamiento.
 - Seguridad: Dispone de sistemas de seguridad como el cierre de la válvula en caso de incendio, un mecanismo de muelles internos para detectar diferencia de presiones provocada por un exceso de flujo, y de tornillos rasurados que unen la tubería con la válvula con el fin de que si existiera un accidente los tornillos se cizallen quedando adherida al depósito.

La válvula instalada será del fabricante Rego, internamente bridada y roscada de 3” serie A3217FR3, acoplada al depósito con bridas, pudiendo ser accionada manualmente por cable o neumáticamente.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica



- Válvula de corte o de bola: Permiten cerrar o dar paso a los diferentes sectores del equipamiento. La regulación se realiza por mediante el giro de una bola taladrada en el paso interno disminuyendo la salida brusca del producto.

Se instala la válvula del catálogo Dais Global BV-FA2-065-ST.



- Manómetro: Permiten conocer la presión que hay en el interior del depósito.

Se instala el manómetro Rego 948B de 2", cuerpo fabricado en acero. Colocado al lado del indicador de nivel.





- Nivel de llenado o indicador de nivel: Nos proporciona el nivel de llenado interior del depósito que alcanza el GLP en fase líquida (nivel de llenado máximo de 85%).

Se elige el indicador de nivel rotativo GLP A9091M48 Tubo de inmersión del catálogo Rego.



- Termómetro: Nos indica la temperatura interior de la cisterna.

5.3.2 *Seguridades.*

Se adoptará medidas para evitar la depresión además de cerrar herméticamente la cisterna al menos para 4 bar.

- Válvula de seguridad o de alivio: Ubicada en la generatriz superior del depósito (fase gas). Dispone de un muelle calibrado que permite abrir automáticamente la válvula en caso de exceso de presión en el interior.

La elegida es la A8436G del catálogo Rego con una conexión al recipiente de NPT M de 3”.





- Conexiones de seguridad equipotencial exterior por medio de un dispositivo o pinza 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 la transferencia del producto siguiendo la Norma UNE 109108-1 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 del borne.
- Conductor: flexible, con protección aislante y resistente a los requerimientos mecánicos por roces y cortaduras. La sección mínima del conductor será de 6 mm².

Este sistema englobará todas las superficies conductoras sobre las que se puede formar electricidad estática, estando a su vez el conjunto conectado a tierra. La conexión englobaría el compartimento objeto de trasvase y al equipo de bombeo y sus conducciones.





5.3.1. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO

La instalación eléctrica, en su conjunto, deberá satisfacer las disposiciones:

Canalizaciones: las instalaciones se deberán calcular por exceso para evitar recalentamientos. Deberán estar aisladas convenientemente y 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;

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.

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 condición de que estén claramente identificados por una señal y protegidos contra una maniobra intempestiva. Si el o los dispositivos de mando se accionan eléctricamente, sus circuitos están sometidos al término: “Circuitos con alimentación permanente”.



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 automático colocado lo más cerca posible a la fuente de tensión, o bien, en el caso de seguridad colocada lo más cerca posible a la fuente de tensión.



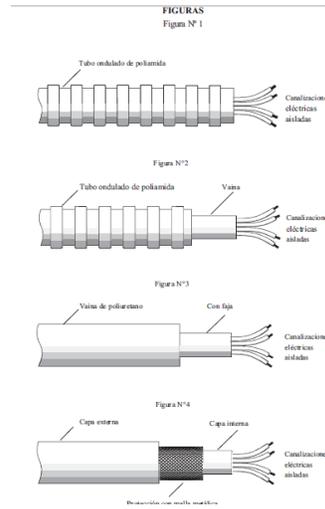
Las conexiones en derivación en el desconectador de baterías para el equipamiento eléctrico que deba permanecer bajo tensión, cuando se abra el desconectador de baterías, deberán estar protegidas contra una sobrecarga, por un medio apropiado tal como un fusible, un cortocircuito o un dispositivo de seguridad (limitador de corriente).

5.4.1 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 las canalizaciones situadas en la parte posterior de la cabina de conducción deberán estar protegidas contra los choques, la abrasión y el rozamiento durante la utilización normal del vehículo. No obstante, los cables sensores de los dispositivos de frenado antibloqueo no necesitarán una protección suplementaria.

Canalizaciones

Las canalizaciones situadas en la parte posterior de la cabina de conducción deberán estar protegidas contra los choques, la abrasión y el rozamiento durante la utilización normal del vehículo. En las figuras 1, 2, 3 y 4, a continuación, se muestran ejemplos de protección adecuados. No obstante, los cables sensores de los dispositivos de frenado antibloqueo no necesitarán una protección suplementaria.



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.

5.4.2 Electricidad estática.

La electricidad estática se produce al existir 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.

Cuando tales descargas electrostáticas con chispa se producen en una atmósfera inflamable, es relativamente fácil que se inicie el incendio, dado



que la energía de activación que aportan acostumbra ser superior a la que se precisa para la combustión de gases y vapores, que suele ser del orden de 0,25 mJ. El peligro de inflamación existe cuando la chispa es generada por una diferencia de potencial superior a los 1.000 V.

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

- 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.

5.4.2.1 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 generaran en nuestro depósito:

Al fluir el líquido por una canalización y a través de filtros, válvulas o bombas.

Al caer el líquido en el interior de recipientes para su llenado, con el consiguiente movimiento sobre las paredes, generando turbulencias y salpicaduras.

El parámetro fundamental determinante de la peligrosidad de una chispa es la cantidad de energía liberada en el instante de producirse. Esta energía se manifiesta en forma de radiaciones, (que hacen visible la chispa), de ionización y de calor.

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 generaran en nuestro depósito:

Al fluir el líquido por una canalización y a través de filtros, válvulas o bombas.

Al caer el líquido en el interior de recipientes para su llenado, con el consiguiente movimiento sobre las paredes, generando turbulencias y salpicaduras.

5.4.2.2 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.

En el primer caso, y dado que el depósito está al potencial de tierra, externamente el depósito es eléctricamente neutro como lo es todo el conjunto del contenedor y el contenido, pero en su interior existirán diferencias de potencial entre el líquido y las propias paredes del recipiente, que se mantendrán hasta que tras el correspondiente tiempo de relajación las cargas del líquido se hayan ido disipando. Evidentemente ningún tipo de conexión equipotencial o puesta a tierra puede evitar esta carga superficial interna, que puede generar, caso de ser lo suficientemente alta, una descarga disruptiva entre la superficie libre del líquido y la pared interior del recipiente. El control de esta situación solo podría lograrse garantizando una atmósfera interior ininflamable.



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

5.4.2.3 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.

La acumulación de cargas también depende en gran medida de las características físicas de las personas, en especial del estado de su piel (seca o húmeda) y de su nivel de sudoración, aunque también influye la humedad ambiental.

El cuerpo humano es considerado un buen conductor de la electricidad debido principalmente a su alto contenido en agua, aunque su vestimenta puede ser un factor negativo que facilite la acumulación de cargas, debido en ocasiones a la baja conductividad de aquélla. Así, por ejemplo, la ropa de fibras sintéticas y el uso de guantes o calzado aislante son contraproducentes 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.



Es normal para una persona alcanzar un potencial del orden de los 10.000 V, y dado que la capacidad del cuerpo humano actuando como condensador eléctrico es del orden de los 200-300 pF, la energía de las cargas electrostáticas es de aproximadamente 10 mJ, muy superior a la que se precisa como energía de activación de atmósferas inflamables.

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

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.
- Instalación eléctrica y equipos protegidos.
- Control de impactos mecánicos y otros focos de ignición.

Consideraremos medidas de protección

- Interconexiones equipotenciales y puesta a tierra.
- Control de los tiempos de relajación.



- Ropa de trabajo del personal.
- Control de la humedad ambiental y procedimientos seguros de trabajo.
- Control de atmósferas inflamables.

6. REMOLQUE-VEHICULO

Disponemos de un vehículo "F", vehículo destinado al transporte de gases inflamables en cisternas fijas o desmontables con capacidad superior a 1 m³.

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

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

6.1.UNIÓN CISTERNA-CHASIS

Se hará mediante unos soportes de fijación que irán soldados al depósito y estos unidos al chasis mediante pernos calculados mediante la norma UNE EN-12252-2013.

El chasis elegido es el del fabricante "PRIM-BALL".

Las características técnicas se recogen en las siguientes tablas.

| | |
|--|--|
| CHASIS | |
| Características Medidas Chasis (Largo) | 13200 mm. |
| Bastidor | Aligerado con vigas ensambladas con perfilería especial y refuerzos en tren de rodaje. |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|--|---|
| Vigas IPN 200 M | Maestras fabricadas con sistema de soldadura por arco sumergido, alma chapa y pasamanos de material de alta resistencia y totalmente soldados por ambos lados |
| King-Pin | De 2" desmontable por la parte inferior. |
| Pies de Apoyo | Dos pies de apoyo telescópicos y manuales de 2 velocidades. Marcas Jost/Haacom |
| Carga estática/ Capacidad de elevación | 50 Ton/24 Ton |
| Paragolpes | Paragolpes trasero homologado de tubo estructural |
| Acabado Trasera | Soporte pilotos en acero inoxidable. Hueco entre vigas chasis en acero inoxidable. |

EJES

| | |
|--------------|-------------------|
| Número Ejes | 3 ejes reforzados |
| Disco/Tambor | Frenos de disco |

SUSPENSIÓN

| | |
|-----------------|--|
| Características | Neumática con válvula de variación de altura |
|-----------------|--|

NEUMATICOS

| | |
|-------------------|---|
| Número Neumáticos | 2 neumáticos por eje en el caso de eje de rueda sencilla. |
| Medida | 385/55R22.5 |
| Tipo Llanta | Aluminio |
| Guardabarros | Independiente con faldilla antispray |

FRENOS Y SISTEMA DE SEGURIDAD

| | |
|-------------|--|
| Composición | Homologada según directiva CEE. Cabezas de acoplamiento según normas ISO. Válvula correctora del frenado en función de la carga/ALB, relé de urgencia, cámaras/actuadores de freno, filtros de aire en ambos circuitos |
|-------------|--|



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|------------------|--------------|
| ABS | ABS 1 EJE |
| Marca Valvulería | Haldex/Wabco |

| | |
|-----------------------------|---|
| INSTALACION ELECTRICA | |
| 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. |

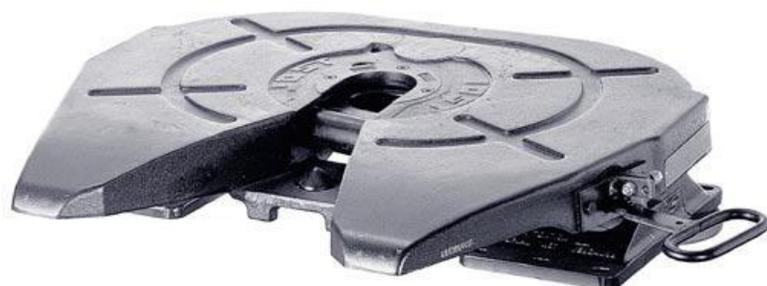
6.2.UNION CHASIS - GRUPO TRACTOR

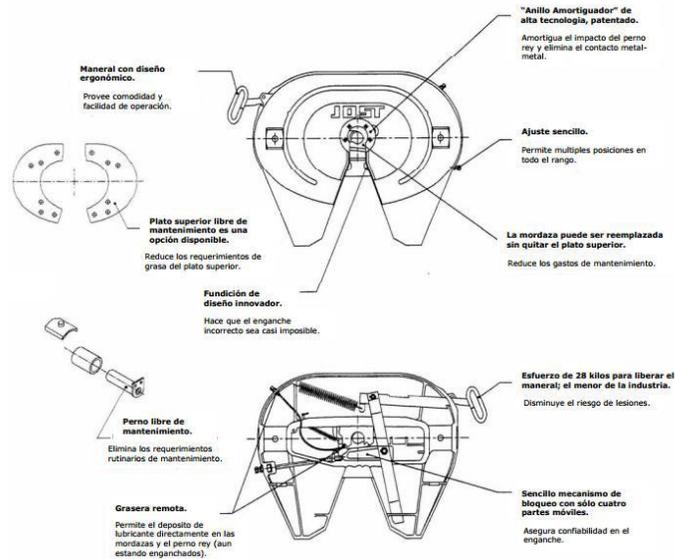
La unión entre la cisterna (semirremolque) y el chasis se realiza mediante dos dispositivos de conexión. Uno es la "quinta rueda" que está montado en el bastidor trasero del camión tractor.

El otro es llamado el "King pin", que está situado en el extremo delantero del remolque.

6.2.1 Quinta rueda (5th Wheel)

La quinta rueda sirve como un dispositivo de acoplamiento que se acopla un camión tractor a un semirremolque. Una quinta rueda es un disco con una ranura en forma de "V" como se observa en la figura. 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.





6.2.2 King-pin 2”

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 5ª rueda (quinta rueda) y fijándolo por medio de unas mordazas dispuestas a tal efecto.

Para facilitar la maniobra de acoplamiento, la 5ª rueda dispone de una garganta que orienta el King - pin hasta el centro de la misma.

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



7. MARCADO.

Según el 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:

- 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



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

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.

Siguiendo el Capítulo III RD 1388/2011:

El marcado II indica que el equipo a presión transportable cumple los requisitos aplicables de evaluación de la conformidad establecidos en el RID y ADR y en el presente real decreto.

. 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 real decreto. El marcado II será colocado por el organismo notificado o bajo la supervisión del mismo.

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.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

4. A los efectos del presente real decreto, el marcado II será el único marcado que acredite la conformidad del equipo a presión transportable con los requisitos aplicables establecidos en el RID y ADR y en el presente real decreto.

5. Queda prohibido fijar en los equipos a presión transportables marcados, signos e inscripciones que puedan inducir a terceros a error sobre el significado o la forma del marcado II.

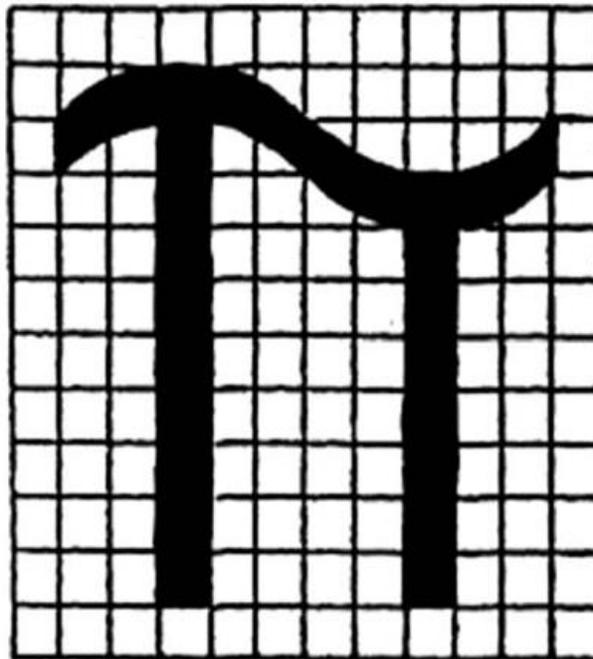
Cualquier otro marcado se colocará en los equipos a presión transportables de forma que no afecte a la visibilidad, la legibilidad y el significado del marcado II.

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

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

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

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





Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

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

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

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

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

6. El marcado II irá seguido del número de identificación del organismo notificado que intervenga en los controles y ensayos iniciales.

El número de identificación del organismo notificado lo colocará el propio organismo, o siguiendo sus instrucciones, el fabricante.

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

8. EQUIPAMIENTO DE LA CISTERNA.

8.1. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Estará provista al menos de un dispositivo de descompresión de muelle. Todos estos dispositivos deberán diseñarse, construirse y marcarse de manera que satisfagan a la autoridad competente o al organismo designado por ella.

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 estarán diseñados de manera que impidan la entrada de sustancias extrañas, fugas de líquido o el desarrollo de cualquier sobrepresión peligrosa.



8.2. SEÑALIZACIÓN DEL VEHICULO

Tanto el vehículo de transporte como las materias transportadas estara perfectamente señalizada de forma que las mismas y sus peligros puedan ser fácilmente identificables.

8.2.1 Panel naranja.

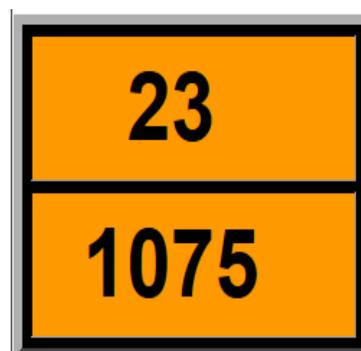
Existirán unos paneles naranjas debiendo ser retroreflectantes y deberán tener una base de 40 cm y una altura de 30 cm; llevarán un ribete negro de 15 mm. El material utilizado debe ser resistente a la intemperie y garantizar una señalización duradera. El panel no deberá separarse de su fijación después 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.

El panel utilizado será el siguiente:





Los números de identificación de peligro están compuestos por dos o tres cifras.

Las primeras cifras indican los peligros indicados en la tabla 1.

La duplicidad de las dos primeras cifras, indica una intensificación del peligro relacionado con ella,(23 indica que se trata de un gas inflamable).

| | |
|---|--|
| 2 | Emanación de gas resultante de presión o de una reacción química. |
| 3 | Líquidos (vapores) y gases inflamables o materia líquida susceptible de autocalentamiento. |
| 4 | Sólidos inflamables. |
| 5 | Materia comburente (favorece incendios). |
| 6 | Toxicidad. |
| 7 | Radioactividad. |
| 8 | Corrosividad. |
| 9 | Peligro de reacción violenta espontánea. |

Tabla 1. Peligros indicados por la primera cifra del cuartel superior de los paneles naranja

Los paneles naranjas irán solo en la parte delantera y trasera como se indica a continuación.



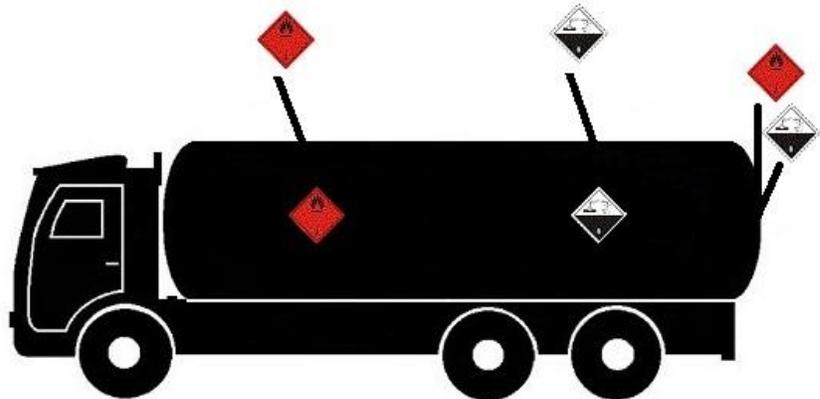


8.2.2 Placas-etiquetas

Las placas etiquetas deberán fijarse en los dos lados laterales y en la trasera del vehículo.

Características de las placas-etiquetas deberá:

- a) 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;
- b) corresponder a la etiqueta para la mercancía peligrosa en cuestión en lo que se refiere al color y al símbolo
- c) llevar el número o las cifras de al menos 25 mm de altura..



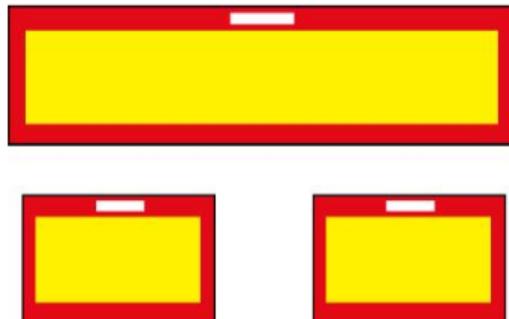
En nuestro caso se colocara la siguiente que simboliza que es clase 2, gas inflamable.



8.2.3 Placa gran longitud

Los vehículos y conjuntos de vehículos cuya longitud rebase los 12 metros deberán llevar, en su parte posterior y centrada con respecto al eje del vehículo, la señal V-6, recogida en el Anexo XI del Reglamento General de Vehículos, consistente en una placa de 130 centímetros de longitud y 25 centímetros de altura con el fondo de color amarillo reflectante y borde rojo fluorescente de 4 centímetros.

Cuando no sea posible centrar esta placa por las características constructivas del vehículo, y resulte aconsejable para su mejor colocación, aquella placa podrá ser sustituida por dos de características análogas, pero con 50 centímetros de longitud, situadas simétricamente a ambos lados del eje del vehículo y tan cerca de sus bordes como sea posible. Tanto en un caso como en otro, las placas se colocarán a una distancia del suelo entre 50 y 150 centímetros





8.2.4 *Alumbrado*

No se utilizarán nunca lámparas con casquillo a rosca. Las conexiones eléctricas entre los vehículos a motor y los remolques deberán ser conformes con el grado de protección IP54 según la norma CEI 60529 y estarán diseñadas de forma que se impida cualquier derivación accidental. Las conexiones deberán ser conformes con las normas ISO 12098:2004, ISO 7638:2003 y EN 15207:2006, según corresponda.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

DOCUMENTO N°2

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



1. DETERMINACIÓN DE PAREDES; FONDOS, CIERRES, ABERTURAS.

Para el cálculo de los siguientes elementos de nuestra cisterna seguimos la norma UNE-EN 1293:2009+A1 sobre diseño de cisterna de GLP.

En él se especifica los requisitos necesarios para calcular los espesores y aberturas en sus diferentes Anexos.

1.1 TEMPERATURA DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO

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

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

| Pantalla solar | Diámetro del depósito $D \geq 1,5$ m °C | Diámetro del depósito $D < 1,5$ m °C |
|--------------------|---|--|
| Sin pantalla solar | 65 | 70 |
| Con pantalla solar | 60 | 70 |

Nuestro depósito al tener un diámetro de 2.3 m y al utilizar una pantalla solar en la parte superior del cuerpo cilíndrico, la temperatura de referencia correspondiente es de 60 °C.

1.1.1. Llenado

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

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

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



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

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

Al tener una mezcla de dos compuestos quedaría:

| | Porcentaje mezcla | Densidad liq.(50°C)(Kg/m ³) | Grado llenado(Kg/l) | G.LL Parcial | Gr. Llenado Total(Kg/l) |
|----------------|-------------------|---|---------------------|--------------|-------------------------|
| Propano | 0,95 | 0,4484 | 0,42598 | 0,404681 | 0,4303785 |
| Butano | 0,05 | 0,541 | 0,51395 | 0,0256975 | |

1.2 DISEÑO.

En las ecuaciones de este anexo se deben utilizar las siguientes unidades:

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

1.2.1 Tensión de diseño *f*.

Debe ser el menor valor de $R_{eH}/1,5$ y $R_m/2$ siendo:

R_{eH} límite elástico definido en la norma o especificación del material;

R_m resistencia a la tracción definida en la norma o especificación del material.

Las propiedades de nuestro material son:

| P460NH | N/mm ² |
|---|-------------------|
| R_{eH} (Limite elástico) | 460 |
| R_m (Resistencia tracción) | 570 |



Obteniendo la tensión nominal de diseño:

| | |
|--|-------|
| f (Tensión nominal diseño) N/mm ² | 237,5 |
|--|-------|

1.2.2 Presión de diseño.

Debido a que la tensión básica de diseño de esta norma es diferente al ADR, se aplica un factor de correlación para determinar la presión de diseño a utilizar en las ecuaciones de diseño de este anexo. El factor de correlación (1,2), se ha elegido para asegurar que los espesores de los depósitos basados en el anexo B de esta norma europea, son iguales a los requeridos por el ADR. Para los depósitos basados en el anexo C debería aplicarse este mismo factor de correlación.

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

Dónde:

p presión de diseño.

p_d presión manométrica máxima desarrollada para los productos transportados, a la temperatura de 60 °C que corresponde a 20,35 bar.

La presión de diseño queda para esta norma en 17 bar.

1.2.3 Espesor de paredes

1.2.3.1. Cálculo de la envolvente cilíndrica.

El espesor mínimo requerido debe ser el mayor de:

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

Dónde:



D_o diámetro exterior de la envolvente;

p presión de diseño;

z eficiencia de la unión = 1,0;

f tensión nominal de diseño.

En nuestro caso:

$$D_o = 2300\text{mm.}$$

$$p = 17 \text{ bar.}$$

$$f = 2.75 \text{ N/mm}^2.$$

Quedando por tanto un espesor de las virolas que forman el cuerpo de la cisterna de 8.18 mm.

Seleccionamos un espesor normalizado de 9 mm.

1.2.3.2. Fondo toroidal

Debe seguir las siguientes condiciones:

$$r \geq 0,06 D_i$$

$$r > 3 e$$

$$e \leq 0,08 D_i$$

$$R \leq D_o$$

El espesor e es el mayor valor entre e_s , e_y y e_b definidas en las siguientes expresiones:

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

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



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

Dónde:

- f_b $R_{ch}/1,5$ para todos los materiales = 237.5 N/mm² ;
- β factor determinado a continuación;
- D_i diámetro interior del fondo = 2282 mm;
- D_o diámetro exterior de la envolvente = 2300 mm;
- e espesor requerido para el fondo;
- e_b espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar deformaciones;
- e_s espesor mínimo del fondo para limitar la tensión de membrana en la parte central;
- e_y espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar límites elásticos axisimétrico;
- f tensión nominal de diseño = 237.5 N/mm²;
- f_b tensión de diseño para cálculo de la deformación = 306.67 N/mm²;
- p presión de diseño = 17 bar;
- R radio interior de curvatura de la parte central del fondo toroidal = 1600 mm;
- r radio interior de acuerdo = 200 mm;
- z eficiencia de la junta = 1,0.



Para el cálculo de β utilizamos las siguientes ecuaciones que deben cumplir estas condiciones.

$$Y = \min. (e/R; 0,04)$$

$$Z = \log (1/Y)$$

$$X = r/D_i$$

$$N = \left\{ 1,006 - \frac{1}{6,2 + (90Y)^4} \right\}$$

Siendo para nuestro caso:

$$Y = 0,006$$

$$Z = 2,25$$

$$X = 0.0625$$

$$N = 0,846$$

Para $0.06 < X < 0.1$ se usa la siguiente ecuación:

$$\beta = 25 \{ (0,1 - X) \beta_{0,06} + (X - 0,06) \beta_{0,1} \}$$

Dónde:

$$\beta_{0,06} = (-0,3635Z^3 + 2,2124Z^2 - 3,2937Z + 1,8873)N$$

$$\beta_{0,1} = (-0,1833Z^3 + 1,0383Z^2 - 1,2943Z + 0,837)N$$



Determinamos por tanto los siguientes valores pudiendo sacar la β necesaria:

$$\beta_{0.06} = 1,300$$

$$\beta_{0.1} = 0,925$$

Dando $\beta = 1,277$ y un espesor mínimo del fondo de 16,78 mm.

La placa normalizada utilizada para los fondos tiene un espesor de 20 mm.

1.2.4 Refuerzo de boquillas.

El tamaño de la abertura o ramificación se limitará como se indica a continuación:

- Envoltente cilíndrica: $d_i/D_i \leq 1$
- Fondo abombado: $d_i/2r_{im} \leq 0.6$

Dónde

d_i diámetro interior de la abertura o ramificación;

r_{im} radio interior del cuerpo principal.

La distancia entre las aberturas o ramificaciones debe ser superior o igual a $2 l_m$ donde:

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

Para las diferentes formas r_{im} corresponderá:

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



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

D_i diámetro interior de la envolvente

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

h_i altura interior del fondo elíptico abombado;

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

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

r_{ih} radio interior del fondo de la cabeza toroidal.

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 como se representa en la figura, 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;

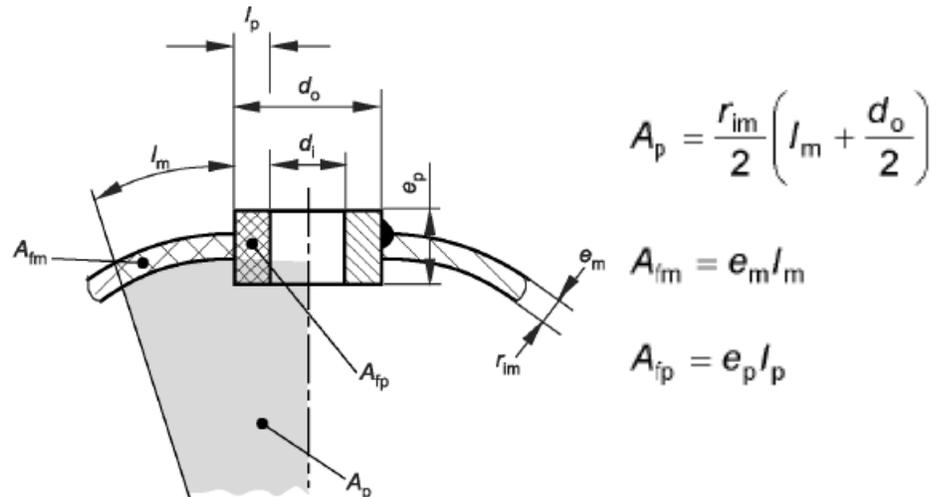


f tensión nominal de diseño de la envolvente o del fondo abombado;

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 .

Se utilizarán anillos entrantes soldados en todas nuestras aberturas siguiendo el siguiente esquema para su cálculo.



Las aberturas embridadas siguen la norma UNE-EN 1092-1 para las bridas PN40 y la normativa ASME para la válvula de fondo.

Las características de las bridas utilizadas quedan recogidas en las siguientes tablas:



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

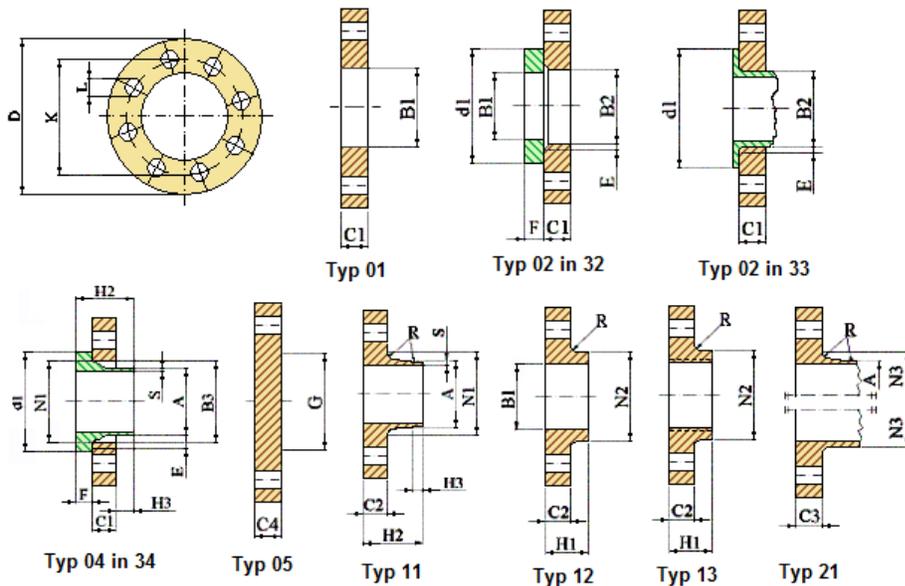
Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

D: Diámetro exterior
K: Diámetro Círculo taladros
L: Diámetro taladros

A: Diámetro exterior del cuello
E: Chaflán
F: Grosor del Collar

G max: Diámetro de apoyo
R: Radio Córner
N: Diámetro cuello
S: Espesor cuello

| DN | Dimensiones acoplamiento | | | | | | Ø Agujero | | | | Espesor Brida | | | | E | F | G max | Longitud | | | Diámetros del cuello | | | R | S |
|------------------------|--------------------------|-----|----|----------|------|-----------------|----------------|----------|----------------|----------------|---------------|----|----------|----------|-----|----------|----------|----------|----------------|-----|----------------------|----------|------|---|---|
| | D | K | L | Taladros | | A | B1 | B2 | B3 | C1 | C2 | C3 | C4 | H1 | | | | H2 | H3 | N1 | N2 | N3 | | | |
| | | | | No | Size | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tipo Bridas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01, 02, 05, 11, 12, 21 | | | | | | 11 21* 34 | 01 12 32 | 02 04 | 01 02 04 | 11 12 13 | 21 | 05 | 02 04 | 32 34 | 05 | 12 13 | 11 34 | 11 34 | 11 12 13 | 21 | 11 12 13 | 11 34 | | | |
| 10 | 90 | 60 | 14 | 4 | M12 | 17.2 | 18 | 21 | 31 | 14 | 16 | 16 | 3 | 12 | - | 22 | 35 | 6 | 28 | 30 | 28 | 4 | 1.8 | | |
| 15 | 95 | 65 | 14 | 4 | M12 | 21.3 | 22 | 25 | 35 | 14 | 16 | 16 | 3 | 12 | - | 22 | 38 | 6 | 32 | 35 | 32 | 4 | 2 | | |
| 20 | 105 | 75 | 14 | 4 | M12 | 26.9 | 27.5 | 31 | 42 | 16 | 18 | 18 | 4 | 14 | - | 26 | 40 | 6 | 40 | 45 | 40 | 4 | 2.3 | | |
| 25 | 115 | 85 | 14 | 4 | M12 | 33.7 | 34.5 | 38 | 49 | 16 | 18 | 18 | 4 | 14 | - | 28 | 40 | 6 | 46 | 52 | 52 | 4 | 2.6 | | |
| 32 | 140 | 100 | 18 | 4 | M16 | 42.4 | 43.5 | 47 | 59 | 18 | 18 | 18 | 5 | 14 | - | 30 | 42 | 6 | 56 | 60 | 60 | 6 | 2.6 | | |
| 40 | 150 | 110 | 18 | 4 | M16 | 48.3 | 49.5 | 53 | 67 | 18 | 18 | 18 | 5 | 14 | - | 32 | 45 | 7 | 64 | 70 | 70 | 6 | 2.6 | | |
| 50 | 165 | 125 | 18 | 4 | M16 | 60.3 | 61.5 | 65 | 77 | 20 | 20 | 20 | 5 | 16 | - | 34 | 48 | 8 | 75 | 84 | 84 | 6 | 2.9 | | |
| 65 | 185 | 145 | 18 | 8 | M16 | 76.1 | 77.5 | 81 | 96 | 22 | 22 | 22 | 6 | 16 | 55 | 38 | 52 | 10 | 90 | 104 | 104 | 6 | 2.9 | | |
| 80 | 200 | 160 | 18 | 8 | M16 | 88.9 | 90.5 | 94 | 114 | 24 | 24 | 24 | 6 | 18 | 70 | 40 | 58 | 12 | 105 | 118 | 120 | 8 | 3.2 | | |
| 100 | 235 | 190 | 22 | 8 | M20 | 114.3 | 116 | 120 | 138 | 26 | 24 | 24 | 6 | 20 | 90 | 44 | 65 | 12 | 134 | 145 | 142 | 8 | 3.6 | | |
| 125 | 270 | 220 | 26 | 8 | M24 | 139.7 | 141.5 | 145 | 166 | 28 | 26 | 26 | 6 | 22 | 115 | 48 | 68 | 12 | 162 | 170 | 162 | 8 | 4 | | |
| 150 | 300 | 250 | 26 | 8 | M24 | 168.3 | 170.5 | 174 | 194 | 30 | 28 | 28 | 6 | 24 | 140 | 52 | 75 | 12 | 192 | 200 | 192 | 10 | 4.5 | | |
| 200 | 375 | 320 | 30 | 12 | M27 | 219.1 | 221.5 | 226 | 250 | 36 | 34 | 34 | 6 | 28 | 190 | 52 | 88 | 16 | 244 | 260 | 254 | 10 | 6.3 | | |
| 250 | 450 | 385 | 33 | 12 | M30 | 273 | 276.5 | 281 | 312 | 42 | 38 | 38 | 8 | 30 | 235 | 60 | 105 | 18 | 306 | 312 | 312 | 12 | 7.1 | | |
| 300 | 515 | 450 | 33 | 16 | M30 | 323.9 | 327.5 | 333 | 368 | 48 | 42 | 42 | 8 | 34 | 285 | 67 | 115 | 18 | 362 | 380 | 378 | 12 | 8 | | |
| 350 | 580 | 510 | 36 | 16 | M33 | 355.6 | 359.5 | 365 | 418 | 54 | 46 | 46 | 8 | 36 | 330 | 72 | 125 | 20 | 408 | 424 | 432 | 12 | 8.8 | | |
| 400 | 660 | 585 | 39 | 16 | M36 | 406.4 | 411 | 416 | 472 | 60 | 50 | 50 | 8 | 42 | 380 | 78 | 135 | 20 | 462 | 478 | 498 | 12 | 11 | | |
| 450 | 685 | 610 | 39 | 20 | M36 | 457 | 462 | 467 | 510 | 66 | 57 | 57 | 8 | 46 | 425 | 84 | 135 | 20 | 500 | 522 | 522 | 12 | 12.5 | | |
| 500 | 755 | 670 | 42 | 20 | M39 | 508 | 513.5 | 519 | 572 | 72 | 57 | 57 | 8 | 50 | 475 | 90 | 140 | 20 | 562 | 576 | 576 | 12 | 14.2 | | |
| 600 | 890 | 795 | 48 | 20 | M45 | 610 | 616.5 | 622 | 676 | 84 | 72 | 72 | 8 | 54 | 575 | 100 | 150 | 20 | 666 | 686 | 686 | 12 | 16 | | |





1.2.4.1. Válvula de fondo y válvula de alivio

Ambas válvulas utilizan bridas de 3”.

Siguiendo la nomenclatura anterior, los parámetros quedarán de la siguiente forma con una brida de las citadas dimensiones:

| | |
|----------|---------|
| l_m | 143,593 |
| d_o | 149 |
| d_i | 89 |
| l_b | 0 |
| e_m | 9 |
| r_{im} | 1141 |
| e_p | 25 |
| l_p | 30 |

| | |
|----------|------------|
| A_p | 124422,157 |
| A_{fm} | 1292,339 |
| A_{fb} | - |
| A_{fp} | 750 |

CUMPLE con la relación general:

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

$$212730,973 \leq 485055,412$$

1.2.4.2. Boca hombre.

Seleccionamos una brida de DN500 del tipo 12 para la abertura y una brida del tipo 5 que actuará de tapa.

| | |
|-------|---------|
| l_m | 253,772 |
| d_o | 755 |
| d_i | 513,5 |
| l_b | 0 |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|----------|---------|
| e_m | 20 |
| r_{im} | 1600 |
| e_p | 57 |
| l_p | 120,750 |

| | |
|----------|------------|
| A_p | 505017,241 |
| A_{fm} | 5075,431 |
| A_{fb} | - |
| A_{fp} | 6882,75 |

CUMPLE con la relación general:

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

$$866564,612 \leq 2840067,99$$

1.2.4.3. Indicar de nivel.

Seleccionamos una brida de DN200 del tipo 12 para la abertura, en la que se le soldara una tapa en el cuello, mismo espesor del cuerpo del depósito, para colocar el indicador de nivel, el manómetro y el termómetro.

| | |
|----------|----------|
| l_m | 143,5932 |
| d_o | 375 |
| d_i | 221,5 |
| l_b | 0 |
| e_m | 9 |
| r_{im} | 1141 |
| e_p | 34 |
| l_p | 76,75 |

| | |
|----------|----------|
| A_p | 188888,7 |
| A_{fm} | 1292,339 |
| A_{fb} | - |
| A_{fp} | 2609,5 |



CUMPLE con la relación general:

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

$$323632,1 \leq 926686,7$$

2. DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO EN LOS ACCESORIOS DE LA CISTERNA.

2.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO Y CÁLCULO DE DURMIENTES.

2.1.1 Cálculo de las fijaciones del recipiente

Según la norma UNE EN 12252:2012 determinados las fijaciones que serán capaces de soportar, bajo la carga máxima admisible, las fuerzas indicadas en la tabla B.1 según la dirección de la figura B.1:

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

| 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. | | |

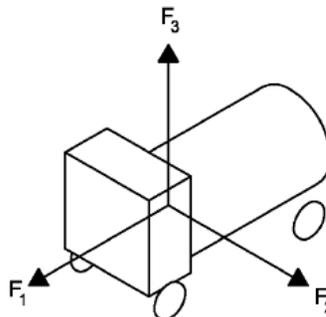


Figura B.1 – Fuerzas para la fijación del recipiente a presión al camión cisterna



Características del recipiente:

- Deposito sin chasis: 6861,76 Kg
- Tara (P1): 17600 Kg
- Carga máxima (P2): 18076 Kg
- Masa total (P3): 35676 Kg

Siguiendo las ecuaciones de la tabla anterior sacamos los datos siguientes:

- $F1 = 699961 \text{ N}$
- $F2 = 349981 \text{ N}$
- $F3 = 349981 \text{ N}$

2.1.2 Fijación del recipiente a presión al chasis.

2.1.2.1. Tirantes de fijación.

| | |
|--|-------|
| N_1 Número de tirantes de fijación: | 12 |
| R_{m1} (N/mm^2) Resist. ult. tracción | 570 |
| R_{e1} (N/mm^2) Límite de elasticidad: | 460 |
| S_1 (mm^2) Área de la sección transversal del tirante (interna a la rosca): | 55000 |

2.1.2.2. Pernos.

| | |
|---|---|
| $N2$ Número de pernos por soporte de fijación | 4 |
|---|---|



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | |
|---|-----|
| Rm2 (N/mm²) Resistencia última a la fracción: | 830 |
| Re2 (N/mm²) Límite de elasticidad: | 660 |
| S2 (mm²) Área de la sección transversal del tirante (interna a la rosca) | 144 |

2.1.2.3. Soldaduras de los soportes de fijación.

| | |
|--|------|
| S3 (mm²) = 2 x (L1+2xL2)x b | 3080 |
| Rm3 (N/mm²) Resistencia última a la fracción: | 570 |
| Re3 (N/mm²) Límite de elasticidad: | 460 |

2.1.2.4. Esfuerzos admisibles.

El menor de :

$$\sigma \leq 0,75 \times R_e \quad \sigma < 0,5 \times R_m$$

2.1.3 Cálculo de esfuerzos. Fijación tipo.

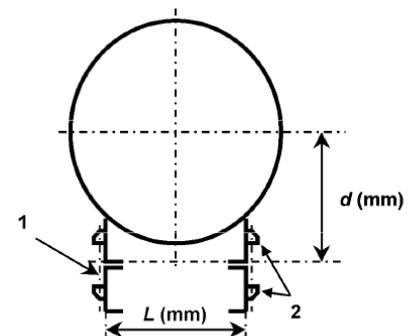
Leyenda

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





| | |
|-----------------------------|---------|
| $d=(D_o/2)+(((D_o/2)/3)/2)$ | 1341,67 |
| $L=2*(r/3)+2(r/3)$ | 1522,42 |

Momento producido por F_2 :

$$M_2 = d \times F_2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Reacción a M_2 producida por el tirante de fijación:

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

| | |
|-------|-------------|
| M_2 | 469557237,3 |
| f_2 | 308427,4264 |

2.1.3.1. En la dirección del desplazamiento

Esfuerzo de tracción en los tirantes:

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

| | |
|------------|------------|
| σ_1 | 1,06054712 |
|------------|------------|

Esfuerzo admisible:

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



| $\sigma_1 \leq \sigma$ | σ_1 | σ |
|------------------------|------------|----------|
| VERDADERO | 1,06054712 | 285 |

2.1.3.2. En dirección perpendicular al desplazamiento.

Esfuerzo de tracción en los tirantes

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

| | |
|------------|-------------|
| σ_2 | 0,934628565 |
|------------|-------------|

Esfuerzo admisible:

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

| $\sigma_2 \leq \sigma$ | σ_2 | σ |
|------------------------|-------------|----------|
| VERDADERO | 0,934628565 | 285 |

2.1.3.3. En dirección vertical hacia arriba

Esfuerzo de tracción en los tirantes

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

| | |
|------------|------------|
| σ_3 | 0,53027356 |
|------------|------------|

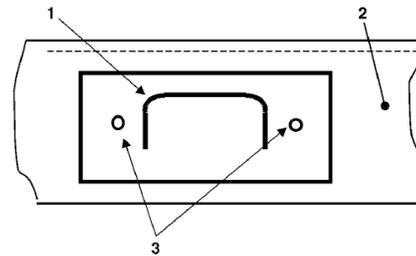


Esfuerzo admisible:
 $\sigma \leq 0,75 \times R_{e1}$ o $\sigma \leq 0,5 \times R_{m1}$ (cualquiera que sea el menor valor)

| $\sigma_3 \leq \sigma$ | σ_3 | σ |
|------------------------|------------|----------|
| VERDADERO | 0,45452019 | 285 |

2.1.4 Cálculo de los pernos de fijación

2.1.4.1. Generalidades



Leyenda

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

2.1.4.2. Esfuerzos en la dirección del desplazamiento

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



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

$$\sigma_7 = \frac{f_1}{S_2 \times N_2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

| f_7 | σ_7 |
|------------|-------------|
| 58330,0916 | 101,2675201 |

| $\sigma_7 \leq \sigma$ | σ_7 | σ |
|------------------------|-------------|----------|
| VERDADERO | 101,2675201 | 285 |

2.1.4.3. Esfuerzo en la dirección perpendicular al desplazamiento

$$F_8 = \frac{f_2}{\left(\frac{N_1}{2}\right)} \text{ (N)}$$

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

| f_8 | σ_8 |
|-------------|-------------|
| 51404,57106 | 89,24404698 |

| $\sigma_8 \leq \sigma$ | σ_8 | σ |
|------------------------|-------------|----------|
| VERDADERO | 89,24404698 | 285 |



2.1.4.4. Esfuerzo en la dirección vertical hacia arriba

$$f_9 = \frac{f_3}{N_1} \text{ (N)}$$

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

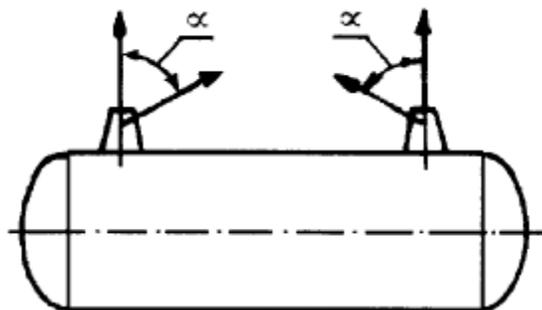
| f_9 | σ_9 |
|------------|-------------|
| 29165,0458 | 50,63376007 |

| $\sigma_9 \leq \sigma$ | σ_9 | σ |
|------------------------|-------------|----------|
| VERDADERO | 50,63376007 | 285 |

2.2. SISTEMA DE ANCLAJE E IZADO.

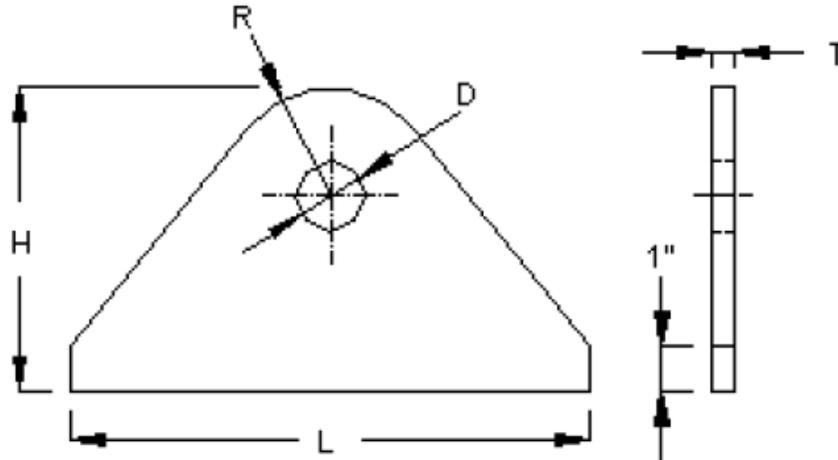
Se utiliza de unas orejas de izaje capaces de soportar los esfuerzos producidos al mover y transportar el recipiente.

Son elementos soldados al cuerpo, los cuales tienen un agujero que permite pasar un cable o algún tipo de pasador. La ubicación de las orejas de izaje es la siguiente:





El manual de recipientes a presión establece que para el peso de nuestro recipiente, aproximadamente 5832.5 Kg, las dimensiones correspondientes son:



| Peso del Recipiente | D | T | R | H | L | Soldadura |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| Lbs. (Kg) | Plgs. (mm) | Plgs. (mm) | Plgs. (mm) | Plgs. (mm) | Plgs. (mm) | Plgs. (mm) |
| 20000 (9000) | 1 1/8 (30) | 3/4 (20) | 2 (50) | 6 (152) | 10 (254) | Junta a tope, con doble bisel y filete de T/4 (max. 3/8), todo alrededor. |

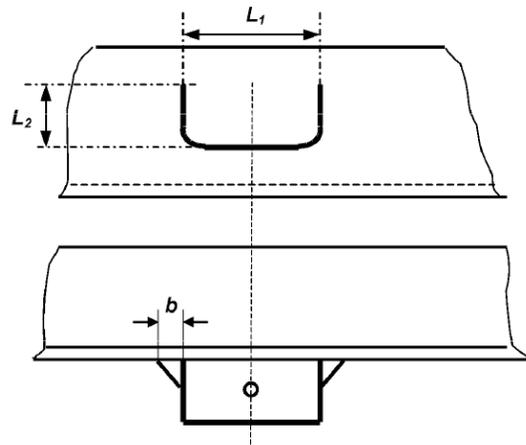
2.3. CÁLCULO DE SOLDADURAS.

2.3.1 Cálculo de las soldaduras de los soportes de fijación.



2.3.1.1 Generalidades.

El soporte de fijación tendrá las siguientes dimensiones.



| | |
|---------------------------|-----|
| L₁ (mm) | 110 |
| L₂ (mm) | 55 |
| B (mm) | 7 |

Figura B.3 – Soldadura en los soportes de fijación

2.3.1.2 Esfuerzo en la dirección del desplazamiento.

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

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

| | |
|------------------------------|-------------|
| σ_4 | 18,93834143 |
|------------------------------|-------------|

Esfuerzo admisible:

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



| $\sigma_4 \leq \sigma$ | σ_4 | σ |
|------------------------|------------|----------|
| VERDADERO | 16,2328641 | 285 |

2.3.1.3 Esfuerzos en la dirección perpendicular al desplazamiento.

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

| | |
|------------|------------|
| σ_5 | 16,6897958 |
|------------|------------|

Esfuerzo admisible:

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

| $\sigma_5 \leq \sigma$ | σ_5 | σ |
|------------------------|------------|----------|
| VERDADERO | 16,6897958 | 285 |

2.3.1.4 Esfuerzo en la dirección vertical hacia arriba.

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

| | |
|------------|-------------|
| σ_6 | 9,469170713 |
|------------|-------------|

Esfuerzo admisible

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



| $\sigma_6 \leq \sigma$ | σ_6 | σ |
|------------------------|-------------|----------|
| VERDADERO | 9,469170713 | 285 |

2.4. ESTABILIDAD DE LA CISTERNA.

Para reducir las cargas dinámicas del líquido contenido, debidas a la aceleración del vehículo, los depósitos de longitud se usan placas transversales de anclaje a una distancia máxima de 4 m, y diseñados 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.

Las placas de anclaje deben poder resistir la carga impuesta, en cualquier dirección, por el volumen total del líquido contenido en la parte entre las placas. Las placas de anclaje deben tener un espesor superior o igual a 2 mm.

Las placas de anclaje deben tener el mismo espesor que la envolvente y el volumen contenido entre dos placas debe ser inferior o igual a 7 500 l.

Utilizaremos 6 placas transversales, mamparos o rompeolas, quedando un volumen inferior entre dos placas adyacentes de 7500 l.

El área transversal del rompeolas es de 3.7994 m^2 (3799446.76 mm^2) cumpliendo con el 70% de la superficie dicha anteriormente.

2.5. AISLAMIENTO TÉRMICO.

Se dispondrá de una pantalla solar que cubre más de un tercio de la parte superior de la cisterna pero menos de la mitad superior de la superficie de la envolvente, y separada de ésta una distancia de al menos 40 mm, dejando un espacio ventilado.



3. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN Y SOLDADURA.

3.1 FASES DE FABRICACIÓN Y MONTAJE.

3.1.1 Fabricación del depósito.

La fase de fabricación del depósito o cisterna debe corresponder con lo diseñado anteriormente. Comienza, 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 y suavizar la soldadura.

El siguiente proceso consiste en transportar la plancha a una máquina de cilindrado donde se le da la forma cilíndrica y soldándola posteriormente, este proceso se ha de repetir tantas veces sea necesario dependiendo de la longitud de las planchas hasta alcanzar la longitud total de la cisterna requerida.

El siguiente paso, es la fabricación de los mamparos para reforzar las paredes de la cisterna. A estos mamparos, se le realizan perforaciones, convirtiéndolos a su vez en rompeolas para permitir el flujo del fluido en el interior de la cisterna, proporcionando mayor estabilidad a la misma.

La posterior operación a realizar, es la unión de las planchas entre sí mediante un proceso de soldadura para alcanzar la longitud total, donde el operario se cerciorará durante el proceso de soldadura de que la realización de la misma se realiza correctamente. Un operario utilizando una laminadora, eliminará el exceso de cordón de soldadura y a su vez, las impurezas que se forman durante el proceso de soldadura.

A continuación, se procederá a soldar los mamparos o rompeolas a las paredes internas de la cisterna. La soldadura será más fácil de realizar gracias a un refuerzo en la zona de contrapestaña mediante una chapa del mismo material.

Por último, se unen los fondos toroidales a ambos extremos de la cisterna mediante un soldado a tope. Con estas operaciones, ya tenemos conformado el cuerpo de la cisterna.

Ahora se procederá a realizar las perforaciones para la colocación de los accesorios que debe tener la cisterna (boca de hombre, válvulas...).



Una vez realizadas las perforaciones, se procede a un lijado de la superficie para facilitar el soldado de las bridas de dichos accesorios citados anteriormente.

Se fijarán unas orejas de sujeción mediante soldadura posibilitando el posterior izaje de la cisterna para su unión al chasis.

3.1.2 Unión del depósito con el remolque.

Una vez fabricado el depósito, se procede a la unión con el chasis o remolque donde para ejecutar dicha unión se soldaran los tirantes de sujeción.

Una vez soldados dichos tirantes la cisterna estará totalmente unida al chasis en una sola pieza.

Dicha unión se especifica en el plano número 6.

3.1.3 Unión del remolque con el camión.

Esta unión se realiza mediante la quinta rueda o King-Pin que estará instalada por el fabricante del remolque.

3.2 SOLDADURAS, PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS. CERTIFICACIÓN Y CUALIFICACIÓN.

3.2.1 Soldadura.

Los detalles de soldadura aceptables son seleccionados por el fabricante y el mismo debe considerar asegurando la calidad del soldeo según las normas EN ISO 3834-1 y EN ISO 3834-2:

- el método de fabricación.
- las condiciones de servicio.
- la posibilidad de realizar los ensayos no destructivos necesarios.



Para asegurar un procedimiento de soldeo óptimo debe cualificarse por medio de las normas: UNE EN 15607, UNE EN 15609-1, UNE EN 15609-2, UNE EN 15614-1.

En la preparación del soldeo, las caras de la raíz deben quedar alineadas con las tolerancias indicadas en la especificación del procedimiento de soldeo.

Las partes solapadas deben estar suficientemente alejadas de los radios de acuerdo, para asegurar que el borde de la soldadura circunferencial está alejado de la curvatura una distancia igual o superior a 12 mm.

El soldeo de las uniones de las partes componentes de un depósito 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 según la norma UNE EN 287-1.
- las uniones soldadas son de nivel de calidad B, excepto la soldadura longitudinal y circunferencial de la envoltura, o si la especificación o plano de diseño tiene requisitos más estrictos siempre considerando las especificaciones en UNE EN 15614-1

3.2.2 *Inspecciones y ensayos.*

El soldeo ha de cumplir con inspecciones y ensayos antes, durante y después del mismo.

3.2.2.1 *Inspección y ensayos antes del soldeo.*

Antes del comienzo del soldeo se debe verificar lo siguiente:

- adecuación y validez de los certificados de cualificación de los soldadores y de los operadores de soldeo.



- adecuación de la especificación del procedimiento de soldeo.
- identificación del metal base.
- identificación de los consumibles de soldeo.
- preparación de la unión (por ejemplo, forma y medidas).
- ensamblaje, posicionado y punteado.
- cualquier requisito especial de la especificación del procedimiento de soldeo (por ejemplo, prevención de las deformaciones).
- adecuación de las condiciones de trabajo para el soldeo, incluyendo condiciones ambientales.

3.2.2.2 Inspección y ensayos durante el soldeo.

Durante el soldeo se debe verificar con la periodicidad apropiada, o por seguimiento continuo, lo siguiente:

- parámetros esenciales del soldeo (por ejemplo, corriente de soldeo, tensión del arco y velocidad de avance).
- precalentamiento/temperatura entre pasadas.
- limpieza y aspecto de los cordones y pasadas del metal de soldadura.
- resanado de la raíz.
- secuencia de soldeo.
- utilización y manejo correcto de los consumibles.
- control de deformaciones.
- cualquier examen intermedio (control dimensional).



3.2.2.3 *Inspección y ensayos después del soldeo*

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

- inspección visual según criterio UNE EN 5817:2007.
- ensayos no destructivos según la norma UNE EN 1297. Si se utiliza el método de radiografía se seguirá la UNE EN 1435 (100% en las cruces y 10% en las costuras) y si se utiliza ultrasonidos se seguirá la UNE EN 1714.
- ensayos destructivos.
- forma, aspecto y dimensiones de la construcción.
- resultados y registros de las operaciones postsoldo (por ejemplo, tratamientos térmicos postsoldo, envejecimiento).
- Reparación con un procedimiento cualificado con UNE EN 288, UNE EN 15607, UNE EN 15609-1 según proceda.

3.2.3 *Certificación y cualificación.*

El constructor que ejecute los trabajos de soldadura será de aptitud reconocida por la autoridad competente.

Los trabajos de soldadura se realizarán por soldadores cualificados, de acuerdo con un procedimiento de ensayo, cuya calidad (incluidos los tratamientos térmicos necesarios), haya sido refrendada mediante un ensayo del procedimiento.

Los ensayos no destructivos se realizarán mediante radiografías o por ultrasonidos y habrán de confirmar que la ejecución de las soldaduras corresponde a las solicitaciones. Será conveniente efectuar los siguientes controles, según el valor del coeficiente empleado para el cálculo del espesor del depósito.

Para conocer el valor de Lambda se aplica la siguiente expresión:

$$e = \frac{P_{\varphi} D}{2\sigma\lambda}$$



Donde:

- e espesor mínimo del depósito en mm. En la cisterna 6,5 mm.
- P_{ep} presión de prueba en MPa. En la cisterna 0,83333 MPa.
- D diámetro interior del depósito, en mm. En la cisterna 2487 mm.
- σ tensión admisible N/mm^2 . Siendo esta $0,5 \cdot R_m$, que es $195 N/mm^2$.
- λ coeficiente menor o igual que 1, teniendo en cuenta el posible debilitamiento debido a las juntas soldadas.

Lambda es igual a 0,8, esto implica lo siguiente:

Los cordones de soldadura se verificarán, en lo posible, visualmente por las dos caras y se someterán, por muestreo, a un control no destructivo. Deberán ser ensayados todos los nudos de soldaduras y una longitud de soldadura igual o superior al 10 % de las soldaduras longitudinales, circulares y radiales.

Si la autoridad competente tuviera dudas acerca de la calidad de los cordones de soldadura, podrá ordenar la realización de controles suplementarios.

4. INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS.

Una cisterna debe pasar una clase de inspecciones y pruebas antes de que pueda ser utilizada, sino cumple uno o varios de los puntos de la inspección se volverán a probar de acuerdo con los requisitos de estos puntos, una vez que se haya investigado y corregido el fallo.

Si en opinión del inspector la reparación puede afectar a la validez de los resultados de otros ensayos anteriores, estos ensayos se deben repetir.

4.1 TIPOS DE INSPECCIONES.

Existen cinco tipos de inspecciones:

- Inspección para la aprobación tipo.



- Inspección inicial.
- Inspección periódica.
- Inspección intermedia.
- Inspecciones extraordinarias.

4.1.1. Inspección para la aprobación 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.

4.1.2. Inspección inicial.

La inspección inicial debe llevarse a cabo de acuerdo con los siguientes apartados:

- Examen de los documentos;
- Comprobación de las características de diseño;



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

- 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.

4.1.3. Inspección periódica.

La inspección periódica debe llevarse a cabo como máximo cada seis años de acuerdo con los siguientes apartados:

- Examen de los documentos;
- Inspección del interior de la cisterna;
- Inspección del exterior de la cisterna;
- Ensayo de presión hidráulica;
- Ensayo de estanquidad;
- Inspección de los equipos de servicio;
- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

4.1.4. Inspección intermedia.

La inspección intermedia debe llevarse a cabo como mínimo cada tres años, después del control inicial y de cada control periódicos, de acuerdo con los siguientes apartados:



- Examen de los documentos;
- Inspección del interior de la cisterna;
- Inspección del exterior de la cisterna;
- Ensayo de estanquidad;
- Inspección de los equipos de servicio;
- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

4.1.5. Inspecciones extraordinarias.

- Inspecciones extraordinarias después de un daño o de una reparación de la cisterna.
- Inspección extraordinaria después de una reparación o sustitución de los equipos de servicio.
- Inspección extraordinaria después de una sustitución de equipos de servicio que requiera la aplicación de calor.
- Inspección extraordinaria después de una modificación de la cisterna.
- Inspección extraordinaria después de la sustitución o reparación del bastidor o del equipo estructural.

4.2 UNIDADES UTILIZADAS PARA LA INSPECCIÓN DE CISTERNAS

4.2.1. Examen de los documentos.

Debe aportar los datos del solicitante y constructor, características de la cisterna, certificados de cualificación de soldadores y procedimiento de soldeo, código de cisterna, planos de la cisterna y sistemas de tubería principales, hojas de cálculo, certificado de ensayos.



4.2.2. Comprobación de las características de diseño.

Condiciones y métodos de fabricación, , inspección de materiales, de los espesores de pared, dimensiones principales, ensayos no destructivos de las soldaduras.

4.2.3. Inspección del interior de la cisterna.

Inspección visual completa verificando el espesor de la pared.

4.2.4. Inspección del exterior de la cisterna.

Inspección visual completa verificando es espesor de la pared y equipos estructurales, inspección del marcado y puesta a tierra.

4.2.5. Ensayo de presión hidráulica.

El ensayo de presión hidráulica para la inspección inicial debe realizarse antes de incorporar cualquier aislamiento a la cisterna, revestimiento protector, o antes de pintarla.

Se puede ensayar separadamente los elementos individuales del equipo y del sistema de tuberías.

4.2.6. Presión de ensayo.

Corresponde a la presión indicada en placa de características de la cisterna o en los documentos de aprobación de tipo. La presión del ensayo debe ser la correspondiente al punto más elevado de la cisterna.

El fluido generalmente utilizado para el ensayo debe ser el agua.

Se pueden utilizar otros fluidos con la conformidad del inspector. El punto de inflamación de estos otros líquidos debe ser superior a 61 °C. No se deben utilizar de líquidos tóxicos o corrosivos.



La presión del ensayo debe mantenerse el tiempo necesario para que el inspector pueda realizar la inspección de la cisterna o del compartimento pero no menos de 15 min para una cisterna no aislada y no menos de 30 min en el caso de cisterna aislada.

Se considera que una cisterna no ha superado el ensayo de presión hidráulica cuando ocurre cualquiera de las siguientes situaciones:

- se aprecia una fuga;
- se produce una caída de presión inexplicable durante la realización del ensayo;
- se aprecia una deformación visible y permanente.

4.2.7. *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.

La presión de vacío es de 30.525 bar.

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.

4.2.8. *Ensayo de estanquidad.*

Se debe realizar el ensayo de estanquidad en la cisterna y en los equipos de servicio utilizados con la cisterna, incluyendo cualquier tubería fijada de forma permanente.

Debe aplicarse una presión, igual o mayor al 25% de la presión máxima de servicio autorizada que corresponde a 21.8125 bar.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

Los fluidos del ensayo deben ser compatibles con las mercancías de la cisterna y con los materiales que se han de transportar.

La cisterna puede llenarse con el fluido de ensayo y progresivamente aumentar la presión antes de que el ensayo se realice bajo la supervisión del inspector.

La cisterna debe llenarse con el líquido de ensayo, al menos, hasta el 99% de capacidad de agua.

Cuando se use una columna de alimentación para la presurización de la cisterna, solamente debe usarse agua como fluido de ensayo.

La presión del ensayo debe mantenerse el tiempo necesario para que el inspector pueda efectuar la inspección del recipiente, del compartimento o del equipo, pero en ningún caso, menos de 5 min.

La tasa máxima de fuga debe cumplir con la tasa A indicada en la tabla A.5 de la Norma EN 12266-1:2003 que indica que no debe existir ninguna fuga detectada visualmente durante la duración del ensayo.

4.2.9. Determinación de la capacidad.

Para determinar la capacidad, se debe utilizar un método de cálculo (el que esté autorizado), volumétrico o gravimétrico.

En los casos de los métodos volumétrico y gravimétrico, todo error debe ser inferior al 1%. Si no se indica otra cosa la capacidad de la cisterna debe 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.

La capacidad volumétrica de la cisterna es de 49.411 metros cúbicos.



4.2.10. Inspección de los equipos de servicio.

4.2.10.1. Inspección de los equipos de servicio para aprobación de tipo de la cisterna.

Se debe verificar la conformidad de los equipos de servicio y de su marcado con los requisitos de las reglamentaciones aplicables.

Debe verificarse que todos los equipos de servicio son adecuados a las condiciones de funcionamiento de la cisterna.

4.2.10.2. Inspección de los equipos de servicio para otras inspecciones

Se debe verificar que los equipos de servicio de la cisterna están de acuerdo con los mencionados en la aprobación de tipo.

4.2.10.3. Inspección del correcto funcionamiento de los equipos de servicio

Todos los equipos de servicio, incluyendo las mangueras fijadas de forma permanente, deben verificarse montados en la posición de funcionamiento correcto. Cuando no sea posible verificar los equipos en su posición de funcionamiento los equipos deben ensayarse por separado.

La regulación de la presión de comienzo de descarga de válvulas de seguridad debe verificarse para cumplir las reglamentaciones vigentes.

Si se instalan discos de seguridad, se deben inspeccionar para ver que están intactos y que la presión de rotura es correcta.

Se debe realizar una inspección visual de las juntas flexibles y de las mangueras fijas que forman partes del sistema de carga y/o de descarga.

4.2.10.4. Inspección del bastidor o de otros elementos de la estructura de las cisternas móviles y de los contenedores cisterna

Deben inspeccionarse el bastidor y demás elementos estructurales para confirmar que son seguros según los requisitos de apartado 6.7.2.19.8 (h) del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera ADR. Esta inspección debe comprender una inspección visual de



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (mercado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

las uniones soldadas y de la superficie de todos los elementos de la estructura.

Se debe reparar cualquier daño o corrosión del bastidor que pueda afectar a la seguridad o al funcionamiento.

4.2.10.5. Informe de los ensayos, certificado y marcado

Se debe emitir un informe del ensayo para la aprobación de tipo.

Se debe emitir un certificado después de la obtención de resultados satisfactorios de las inspecciones inicial, periódica o intermedia, o de la inspección excepcional. Se incluye un ejemplo de este certificado a continuación.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Nombre del organismo de inspección y dirección | | | | | Firma de la organización de inspección | | | | |
| Número del informe de ensayo: _____ | | | | | Número de aprobación de tipo: _____ | | | | |
| Solicitante o usuario: _____ | | | | | Nombre del fabricante: _____ | | | | |
| Calle: _____ | | | | | País: _____ | | | | |
| Código postal: _____ | | | | | Número de serie del fabricante: _____ | | | | |
| Ciudad: _____ | | | | | Año de fabricación: _____ | | | | |
| País: _____ | | | | | Fecha y tipo de la última inspección: _____ | | | | |
| | | | | | Número de identificación del propietario o del operador de la cisterna: _____ | | | | |
| Tipo de cisterna IMO/instrucción de la cisterna/código de la cisterna _____ | | | | | | | | | |
| Espesor nominal de las paredes requerido: _____ mm, real medido: _____ mm | | | | | | | | | |
| Espesor nominal de los extremos requerido: _____ mm, real medido: _____ mm | | | | | | | | | |
| Espesor nominal de los tabiques requerido: _____ mm, real medido: _____ mm | | | | | | | | | |
| Presión de ensayo: _____ bar | | | | | | | | | |
| Presión de servicio máxima autorizada: _____ bar, presión de diseño exterior _____ bar | | | | | | | | | |
| Presión de diseño (mín.): _____ bar, máximo _____ bar | | | | | | | | | |
| Compartimento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Total |
| Capacidad en litros | | | | | | | | | |
| Examen de los documentos _____ | | | | | <input type="checkbox"/> Ensayo de estanquidad en la cisterna o _____ <input type="checkbox"/> | | | | |
| Verificación de la conformidad de la cisterna _____ con el diseño | | | | | <input type="checkbox"/> sobre los equipos <input type="checkbox"/> | | | | |
| Inspección interior de la cisterna _____ | | | | | <input type="checkbox"/> Ensayo de vacío _____ <input type="checkbox"/> | | | | |
| Inspección exterior de la cisterna _____ | | | | | <input type="checkbox"/> Determinación de la capacidad de agua _____ <input type="checkbox"/> | | | | |
| Ensayo de presión hidráulica _____ | | | | | <input type="checkbox"/> Inspección del bastidor y de otros _____ <input type="checkbox"/> | | | | |
| Inspección de los equipos de servicio _____ | | | | | <input type="checkbox"/> elementos de la estructura de cisternas móviles <input type="checkbox"/> | | | | |
| Válvula de seguridad regulada a: _____ bar de presión relativa | | | | | Válvula de vacío regulada a: _____ bar de presión relativa | | | | |
| Otras inspecciones y ensayos: _____ | | | | | | | | | |
| Notas o defectos significativos que pueden comprometer la seguridad de la cisterna o el equipo: _____ | | | | | | | | | |

Los requisitos u observaciones adicionales que pueden influir en la siguiente inspección regular o comprobación excepcional deben incluirse en el certificado.

4.2.10.6. Marcado

Las placas de la cisterna deben llevar las informaciones que se recogen en el la siguiente imagen.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | | | | |
|----|---|----------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | Fabricante | | | |
| 2 | Número de aprobación | | | |
| 3 | Número de serie del fabricante | | | |
| 4 | Año de fabricación | | | |
| 5 | Presión de ensayo | a) Cisterna completa | MPa | |
| 6 | Capacidad total del recipiente Capacidad de los compartimentos | b) Compartimentos | MPa | |
| | | | Litros | |
| | | 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) | | | |
| | | | | |
| | | | | |

NOTA Las líneas 5b), 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 sólo si se exigen; en caso contrario, deben omitirse.

El orden de la información requerida y la distribución general son normativos. Para evitar cualquier malentendido lingüístico, las líneas de las placas deben estar numeradas. La altura mínima de los caracteres debe ser de 3 mm.

Cualquier modificación de algún dato de la placa de características de las cisternas requerido por esta norma europea debe atestiguararse mediante el sello del inspector en un lugar cercano a la información modificada.

El texto que figura en las placas de características de la cisterna debe estar en alguna de las lenguas oficiales del país de matriculación y opcionalmente, en inglés.

En la siguiente tabla se recoge los tipos de inspecciones con los elementos aplicables a la inspección de cisternas:



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| Tipo de inspección Apartado | Inspección para la aprobación de tipo | Inspección inicial | Inspección periódica | Inspección intermedia | Inspección extraordinaria | | | | | | Autorización para modificar la aprobación de tipo | |
|---|---------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|---|---|---|---|--|--|---|---|
| | | | | | Después de daño o reparación de la cisterna | Después de cambio o reparación de los equipos de servicio | Después del cambio de los equipos de servicio por medios que requieran la aplicación de calor | Después de la modificación de la cisterna | Después del cambio o reparación del bastidor o de elementos de la estructura | Antes y después de una reparación o del cambio del recubrimiento protector | | |
| Examen de los documentos necesarios (apartado 5.2) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Comprobación de las características de diseño (apartado 5.3) | X | X | - | - | X | X | X | X | X | X | - | X |
| Inspección del interior de la cisterna (apartado 5.4) | X | X | X | X ^{b)} | X | - | - | X | - | X | X | X |
| Inspección del exterior de la cisterna (apartado 5.5) | X | X | X | X | X | - | - | X | - | - | - | X |
| Ensayo de presión hidráulico (apartado 5.6) | X | X | X | - | X | X | X | X | - | - | - | X |
| Ensayo de vacío (apartado 5.7) | X | - | - | - | - | - | - | X | - | - | - | X |
| Ensayo de estanquidad (apartado 5.8) | X ^{a)} | X | X | X | X | X | X | X | X | X | - | X |
| Determinación de la capacidad de agua (apartado 5.9) | X | X | - | - | - | - | - | X | - | - | - | X |
| Verificación de los equipos de servicio (apartado 5.10) | X | X | X | X | X | X | X | X | - | - | - | X |
| Inspección del bastidor (apartado 5.11) | X | X | X | X ^{b)} | X | - | - | - | X | - | - | X |
| Informe de la inspección, certificación y marcado (apartado 5.12) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

a) Sólo para los equipos de servicio.
b) Si lo exige la reglamentación.



5. DOCUMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN.

Los vehículos de transporte han de cumplir con las prescripciones aplicables del ADR para posibilitar el transporte de mercancías peligrosas por carretera.

La documentación requerida para las inspecciones y certificación de la cisterna se recogen en el RD 97/2014 de donde se sacan los siguientes documentos.

5.1. DOCUMENTACIÓN PARA LAS INSPECCIONES.

Los documentos, incluidas las actas negativas, serán archivados y custodiados por el organismo de control durante un plazo no inferior a diez años o hasta la fecha de caducidad del documento, si es superior a diez años; y estarán, en todo momento, a disposición del órgano competente de la Comunidad Autónoma donde se ha realizado la actuación. No obstante, será remitida copia al órgano competente de la Comunidad Autónoma, en la forma que éste disponga, en los casos que a continuación se exponen.

5.1.1. Para la certificación de prototipo de cisternas.

Se harán por duplicado:

- 1º. Certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios de un tipo (apéndice E-6).
- 2º. Documento H especial (apéndice E-7).
- 3º. Documentos de clase (apéndice E-8).



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

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.
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.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

APÉNDICE E.7

| | | | | | |
|--|--------------------------|--|---------------------------|---------------------------|---|
| DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO DE CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O C.G.E.M | | | | | H |
| Este documento se complementa con los documentos de Clase | | | | | |
| A) Datos del organismo de control | | | | | |
| Código del organismo de control | | Fecha del informe | | | |
| Número de Acta/Informe | | | | | |
| B) Datos del fabricante | | | | | |
| N.º Fabricante | | Sucursal | | | |
| Fabricante (Nombre completo): | | | | | |
| Dirección completa de la fábrica: | | | | | |
| C) Datos de la cisterna, vehículo-batería o C.G.E.M.: | | | | | |
| Tipo | | Denominación del tipo: | | | |
| Plano general: | | | | | |
| Número Aprobación de Tipo: | | | | | |
| Fecha de Aprobación de Tipo: | | | | | |
| D) Características técnicas | | | | | |
| Presión de cálculo bar | Presión de prueba bar | P. Máxima servicio bar | P. Llenado/vaciado bar | P. estática bar | |
| Material de la envolvente: | | Denominación material: | | | |
| Carga de rotura (Rm): | | N/mm ² Línea elástico (Re): | | Alargamiento | |
| Temperatura de diseño: | | Coeficiente de soldadura | | Aislamiento térmico: | |
| Diámetro equivalente: | | Foma envolvente: | | Vol. máx. de la cisterna: | |
| Compartimentos Vol. < 5.000 l. Vol. del mayor compartimento: | | Radio Máx. Curvatura: | | mm. | |
| Espesores mínimos: | | Fondos | | Mamparos | |
| Virolas | | mm. | | mm. | |
| Espesores calculados según | | Código de diseño/Norma técnica: | | | |
| Código del vagón-cisterna según el apartado 4.3.3.1 o 4.3.4.1 del ADR | | | | | |
| Se adjunta Proyecto: <input type="checkbox"/> Planos: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| Solamente se podrán transportar las materias que no sean susceptibles de reaccionar peligrosamente con los materiales del depósito, las juntas, los equipamientos y los revestimientos protectores (si fuera aplicable) | | | | | |
|, certifica que el proyecto de la cisterna, vehículo-batería y C.G.E.M anteriormente indicados, cumple con lo especificado en el ADR y este real decreto, y Normas de Construcción y Ensayos de Cisternas S/O.M de 20.09.1985 y modificaciones posteriores en lo que no contradigan el ADR. | | | | | |
| En....., a.....de.....de 20... | | | | | |
| EL FABRICANTE | | | EL ORGANISMO CONTROL | | |
| Sello, Fecha y Firma | | | Sello, Fecha y Firma | | |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | | |
|---|---|---|
| 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 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 | | |
| 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 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 6.8.3.2.19 | cumplen el ADR. | |
| 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 | | |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| 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"/> |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| 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"/> |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

APÉNDICE E.8

DOCUMENTOS DE CLASE

| | | INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 | |
|--|--|--|----|
| | | Comprobación del código de la cisterna, vehículo-batería y CGEM (táchese lo que no proceda) | C2 |
| 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. | | | |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

5.1.2. Para la inspección inicial, antes de la puesta en servicio, de las cisternas, con el tipo.

Se realizaran antes de la puesta en servicio con el tipo:

- 1º. Acta de conformidad de la cisterna con el tipo (E-11).
- 2º. Documento H especial (E-7).
- 3º. Documentos G (E-14).
- 4º. Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario (E-25).
- 5º. Documentos de clase (E-8).
- 6º. Ficha técnica (E-20).



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

APÉNDICE E.11

**ACTA DE CONFORMIDAD CON EL TIPO DE
PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS 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).



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

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).



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| | | | | |
|--|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 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"/> |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

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) | |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

E. CARACTERÍSTICAS ADR DEL VEHICULO

| | | |
|-----|---|--|
| E.1 | DESIGNACIÓN DEL VEHICULO SEGÚN 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 TUBERIAS 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 vehiculo, y cuyo detalle figura en la parte II de este documento, se ha determinado que los siguientes elementos del vehiculo 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).



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| 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 VEHÍCULOS EX/II Y EX/III | |
| 9.3.6 | FUENTES EXTERNAS DE CALOR Y COMPARTIMENTO DE CARGA DE VEHÍCULOS EX/II Y EX/III | |
| 9.3.7 | EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO | |
| J | EN SU CASO, SOBRE VEHÍCULOS CISTERNA (CISTERNAS FIJAS) VEHÍCULOS BATERÍA Y VEHÍCULOS COMPLETOS O COMPLETADOS UTILIZADOS PARA EL TRANSPORTE DE 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 VEHÍCULOS FL | |
| 9.7.5 | ESTABILIDAD DE LOS VEHÍCULOS CISTERNA. | |
| 9.7.6 | PROTECCIÓN POSTERIOR DE LOS VEHÍCULOS | |
| 9.7.7 | CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN | |
| 9.7.8 | EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO | |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| 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 VEHICULOS | |
| 9.8.4 | ESTABILIDAD DE LOS VEHICULOS | |
| 9.8.5 | PROTECCIÓN POSTERIOR DE LOS VEHICULOS | |
| 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.....adede 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 sistemas 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 sistemas 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.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

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 | |



6. EVALUACION DE RIESGOS DE LA SEGURIDAD Y DEL MEDIO AMBIENTE.

6.1. PLAN DE EMERGENCIA

Podemos definir una emergencia como una situación de peligro o desastre que requiere una acción inmediata como serían los incendios, o los escapes o derrames de mercancías peligrosas.

6.1.1. Normas de actuación en caso de avería o accidente

6.1.1.1. Actuación y comunicación

En caso de que, un vehículo que transporte mercancías peligrosas, a causa de una avería o accidente, no pueda continuar su marcha, se actuará de la siguiente forma:

Actuación de los miembros de la tripulación: Los miembros de la tripulación tomarán inmediatamente las medidas que se determinen en las instrucciones escritas según el ADR y adoptarán aquellas otras que figuran en la legislación vigente. Seguidamente se procederá a informar de la avería o accidente al teléfono de emergencia que corresponda. Posteriormente, y siempre que sea posible, se comunicará también a la empresa transportista y a la empresa expedidora, identificadas como tales en la carta de porte o documentos de transporte.

En caso de imposibilidad de actuación de los miembros de la tripulación: En este supuesto, la autoridad o su agente más cercano o el servicio de intervención que ha recibido la información inicial del hecho (Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, Fuerzas y Cuerpos de seguridad, Bomberos, Cruz Roja, etc.), se asegurará, a través de los mecanismos y protocolos establecidos, de que sean informados los responsables en materia de tráfico y seguridad vial, y el Centro de Coordinación Operativa designado en el correspondiente plan de la Comunidad Autónoma o, en su defecto, las Delegaciones/Subdelegaciones del Gobierno de la provincia en la que el suceso se produzca, llamando a los números de teléfono que se publican, con carácter periódico, en el Boletín Oficial del Estado mediante Resolución de la



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior, para que, en cada caso, se adopten las medidas de prevención o protección que resulten más adecuadas, contando para ello con lo dispuesto en las fichas de intervención de los servicios operativos en situaciones de emergencia provocadas por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera.

Según descrito anteriormente los miembros de la tripulación del vehículo llevarán a cabo en caso de accidente las siguientes acciones cuando sea seguro y practicable hacerlo:

- Aplicar el sistema de frenado, apagar el motor y desconectar la batería accionando el interruptor cuando exista;
- Evitar fuentes de ignición, en particular, no fumar o activar ningún equipo eléctrico;
- Informar a los servicios de emergencia apropiados, proporcionando tanta información como sea posible sobre el incidente o accidente y las materias involucradas;
- Ponerse el chaleco fluorescente y colocar las señales de advertencia autoportantes como sea apropiado;
- Mantener los documentos de transporte disponibles para los receptores a su llegada;
- No andar sobre las materias derramadas, no tocarlas y evitar la inhalación de gases, humo, polvo y vapores manteniéndose en el lado desde donde sopla el viento;
- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear los extintores para apagar incendios pequeños/iniciales en neumáticos, frenos y compartimento del motor;
- Los miembros de la tripulación del vehículo no deberán actuar contra los incendios en los compartimentos de carga;
- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear el equipo de a bordo para evitar fugas al medio ambiente acuático o al sistema de alcantarillado y para contener los derrames;



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

- Apartarse de las proximidades del accidente o emergencia, aconsejar a otras personas que se aparten y seguir el consejo de los servicios de emergencias;

- Quitarse toda ropa y equipos de protección contaminados después de su utilización y deshacerse de estos de forma segura.

La información dada a los servicios de emergencias se efectuará por el medio más rápido posible e incluirá, los siguientes datos:

- Localización del suceso.
- Estado del vehículo implicado y características del suceso.
- Datos sobre las mercancías peligrosas transportadas.
- Existencia de víctimas.
- Condiciones meteorológicas.

Otras circunstancias que se consideren de interés para valorar los posibles efectos del suceso sobre la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente y las posibilidades de intervención preventiva.

Los siguientes números corresponden a los Centros de Coordinación Operativa (veinte cuatro horas) nacional y de cada Comunidad Autónoma.

| | |
|---|----------|
| | Teléfono |
| Teléfono de emergencia para accidentes durante el transporte de mercancías peligrosas en todo el territorio nacional. | 112 |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

| Comunidad Autónoma | Teléfono de 9 cifras |
|--------------------|--|
| Aragón. | 976 28 12 34 |
| Asturias. | 985 77 33 39 |
| Canarias. | 922 47 05 01 |
| Cantabria. | 942 31 94 00 |
| Castilla y León: | 983 32 49 00 |
| Ávila. | 920 35 50 02 / 03 |
| Burgos. | 947 28 15 28 / 29 |
| León. | 987 29 61 03 |
| Palencia. | 979 71 55 02 |
| Salamanca. | 923 29 60 03 / 02 |
| Segovia. | 921 41 73 22 / 921 41 77 88 |
| Soria. | 975 22 44 15 |
| Valladolid. | 983 41 30 30 |
| Zamora. | 980 55 96 00 / 01 |
| Cataluña. | 935 51 72 85 |
| Extremadura. | 924 31 02 04 |
| Galicia. | 881 95 80 00 |
| Illes Balears. | 971 21 10 20 |
| La Rioja. | 941 22 22 22 |
| Madrid. | 917 08 91 58 |
| Murcia. | 968 22 96 04 968 36 84 49 968 37 61 16 |

6.1.1.2. Planes de actuación.

En función de las necesidades de intervenciones derivadas de las características del accidente y de sus consecuencias ya producidas o previsibles, las autoridades competentes aplicarán las medidas previstas en los planes especiales recogidas en la Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera.

Si existiera fuego se utilizaría un extintor de clase B, espuma, químico seco y dióxido de carbono. El agua se sugiere utilizarla para enfriar recipientes expuestos al fuego.



6.1.2. Equipamiento de emergencia.

6.1.2.1. Equipamiento de protección general

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

6.1.2.2. Equipamiento de protección individual (EPI)

- Protección respiratoria: Mascarilla facial completa con una línea de aire de presión positiva y una botella de escape o aparato respiratorio independiente definida según UNE-EN 12021.
- Protección ocular: Gafas o anteojos de seguridad según sea apropiado para el trabajo que se realiza regida por la UNE-EN 166
- Protección de la piel y del cuerpo: Guantes de caucho de butilo o neopreno, botas de seguridad mono no inflamable y fluorescente siguiendo las especificaciones de la norma UNE-EN 374-1.
- Ropa fluorescente normalizada según la norma UNE-EN 471 que establece las dimensiones mínimas y los materiales de fabricación.
- Aparato de iluminación portátil definido por la UNE-EN 60598-2-4

6.1.3. Prevención de riesgos de incendio

6.1.3.1. Cabina

En el caso que la cabina no esté construida con materiales difícilmente inflamables, en la parte posterior de la cabina se deberá disponer una defensa metálica o de otro material apropiado, de una anchura igual a la de la cisterna. Todas las ventanas en la parte posterior de la cabina o de la defensa deberán cerrarse herméticamente, tener un vidrio de seguridad resistente al fuego y cercos ignífugos. Entre la cisterna y la cabina o la defensa, se deberá disponer un espacio libre mínimo de 15 cm siendo en nuestro caso de 86.7 cm.



6.1.3.2. Depósitos de carburante

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

- a) En caso de fugas, el carburante se deberá filtrar hasta el suelo sin entrar en contacto con las partes calientes del vehículo o de la carga;
- b) Los depósitos que contengan la gasolina deberán ir equipados con un dispositivo cortallamas eficaz que se adapte a la boca de llenado o de un dispositivo que permita mantener la boca de llenado cerrada herméticamente.

6.1.3.3. Motor

Los motores que arrastren los vehículos deberán ir equipados y estar ubicados de modo que se evite cualquier peligro para el cargamento a consecuencia de un recalentamiento o inflamación.

6.1.3.4. Dispositivo de escape

El dispositivo de escape (incluyendo los tubos de escape) debe dirigirse o protegerse de modo que se evite cualquier peligro para el cargamento a causa de un recalentamiento o inflamación. Las partes del escape que se encuentren directamente debajo del depósito de carburante (diesel) se deberán hallar a una distancia mínima de 100 mm. o estar protegidas por una pantalla térmica.

6.1.3.5. Freno de resistencia del vehículo

Los vehículos equipados con un dispositivo de frenado de resistencia que emita temperaturas elevadas, situado detrás de la pared posterior de la cabina, deberán estar provistos de un aislamiento térmico entre el dispositivo y la cisterna o el cargamento, fijado de modo sólido y colocado de tal manera que permita evitar cualquier recalentamiento, aunque sea limitado, de la pared de la cisterna o el cargamento.



Además, este aislamiento deberá proteger al aparato contra las fugas o derrames, incluso accidentales, del producto transportado. Se considerará satisfactoria una protección que tenga, por ejemplo, una capota con pared doble.

6.1.3.6. Calefacciones a combustión

Las calefacciones a combustión deben cumplir las disposiciones técnicas pertinentes del Reglamento ECE Nº 1223, según se ha modificado, o de la Directiva 2001/56/CE.

Las calefacciones a combustión y sus conductos de escape de gases deberán diseñarse, ubicarse y estar protegidos o recubiertos de modo que se prevenga cualquier riesgo inaceptable de recalentamiento o de inflamación de la carga. Se considerará que se cumple con esta disposición si el depósito y el sistema de escape del aparato cumplen con disposiciones análogas a las prescritas para los depósitos de carburante.

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

- corte manual a voluntad desde la cabina del conductor;
- parada del motor del vehículo; en este caso, el aparato de calefacción se podrá volver a poner en marcha manualmente por el conductor;
- puesta en marcha de una bomba de alimentación en el vehículo a motor para las mercancías peligrosas transportadas.

Se autorizará una marcha residual después de que los dispositivos de calefacción complementarios se hayan cortado. La alimentación de aire de la combustión se deberá interrumpir por medidas apropiadas después de un ciclo de marcha residual de un máximo de 40 segundos. Solamente se deberán utilizar aquellos dispositivos de calefacción a combustión para los que se haya probado que el cambiador de calor resiste un ciclo de marcha residual reducido de 40 segundos para su período de utilización normal.

La calefacción a combustión se deberá poner en marcha manualmente. Se



prohíbe el uso de dispositivos de programación.

No se autorizarán las calefacciones a combustión de carburantes gaseosos.

6.1.3.7. Dispositivo de limitación de velocidad

Los vehículos a motor (portadores y tractores para semirremolques) con una masa máxima superior a 3,5 toneladas deberán ir equipados con un dispositivo de limitación de velocidad conforme a las disposiciones técnicas del Reglamento ECE N° 89, modificado. El dispositivo se debe regular de tal manera que la velocidad no pueda exceder de 90 km/h, teniendo en cuenta la tolerancia técnica del dispositivo.

6.1.3.8. Dispositivo de enganche del remolque

El dispositivo de enganche del remolque deberá ser conforme con el Reglamento ECE N° 55 o con la Directiva 94/20/CE, en su redacción modificada, conforme a las fechas de aplicación que allí se especifican.

6.1.3.9. Dispositivos de protección posterior del vehículo.

La parte posterior del vehículo estará dotada, en todo el ancho de la cisterna, de un parachoques suficientemente resistente a los impactos traseros. Entre la pared posterior de la cisterna y la parte posterior del parachoques, deberá existir una separación mínima de 100 mm (esta separación se medirá referenciada al punto más posterior) siendo en nuestro caso de 228 mm.

6.2. IMPACTO MEDIAMBIENTAL.

Las actuaciones genéricas a desarrollar en el ámbito de vertidos en el terreno y sin que exista llama son:

- Construir diques o barreras usando tierra, arena u otros materiales, o bien excavar una arqueta o fosado para contener el producto vertido.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

- Hacer una succión por bombeo con material adecuado al tipo de producto.
- Hacer un desplazamiento mecánico de la tierra contaminada y cualquier residuo mediante palas, maquinas apisonadoras, tractores con hoja frontal, etc.
- Si el producto se puede filtrar en el suelo y existen dudas sobre la eficacia de la contención, habrá que controlar fuentes, pozos y minas de agua de la zona.

La vaporización de las sustancias manipuladas no presenta riesgo de afectación a la calidad del aire del entorno. Por otro lado, la fracción no vaporizada que pudiera alcanzar algún cauce público, aguas marina o subterráneas, tampoco presentan un riesgo de afectación sobre los organismos acuáticos, porque las sustancias que se manipulan no están clasificadas como tóxicas para el medio ambiente.

Asimismo los productos de combustión son mayoritariamente CO₂, vapor de agua o trazas de monóxido de carbono, por lo que no se prevén consecuencias desfavorables para el medio ambiente en caso de ignición de un derrame o fuga de GLP.

Por todo lo expuesto anteriormente, no se considera necesario realizar una evaluación más exhaustiva sobre la vulnerabilidad del medio ambiente.



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

ANEXO

RESUMEN RESULTADOS DE DISEÑO



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

RESUMEN CÁLCULOS DISEÑO

1.2.1 Tensión de diseño

| | | | |
|--|---|---------------------------|--|
| R_{eH} Limite elástico | 460 N/mm ² | | |
| R_m Resistencia tracción | 570 N/mm ² | | |
| f Tensión nominal diseño | Menor valor de R _{eH} /1,5 y R _m /2 | 237,5N/mm ² | |
| fb (t.diseño calculo deformaciones) | R _{eH} /1,5 | 306,666 N/mm ² | |
| Do (diam. Envolvente) | 2300 mm | | |

1.2.2 Presión de diseño

| | |
|----------------------------|--------|
| p Presión de diseño | 17 bar |
|----------------------------|--------|

1.2.3 Espesor mínimo de las paredes

| | | |
|-----------------------|--|-----------|
| Envolvente cilíndrica | $e=(p*Do)/((2f*z)+p)$ | 8,182 mm |
| | $e=(Do/500)+1,5$ | 6,1 mm |
| | emin | 8,182mm |
| | e diseño | 9 mm |
| Fondo toroidal | $es=(p*R)/((2f*z)-0,5*p)$ | 5,722 mm |
| | $ey=(B*p*((0,75*R)+(0,2*Di)))/f$ | 16,777 mm |
| | $eb=((0,75*R)+(0,2*Di))*((p/(111*fb))*((Di/r)^{0,825}))^{1/1,5}$ | 11,446 mm |
| | e (mayor de los 3) | 16,777 mm |
| | e seleccionado | 20 mm |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|-----------------|----------------------|------------------|---------------------|
| Di (diam. interior) | 2282 mm | R<=Do | r>=0,06*Di | r>=3*e | e<0,08*Di |
| R (Radio envolvente) | 1141 mm | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| Rt (R.envolvente toroidal) | 1600 mm | | | | |

Cálculo B pag 107

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Y = min((e/R;0,04) | 0,006 |
| Z =log10(1/Y) | 2,25 |
| X =r/Di | 0,0625 |
| N =(1,006-(1/(6,2+(90*Y)^4))) | 0,846 |

| | |
|--|-------|
| B =25*((0,1-X)*B0,06+(X-0,06)*B0,1) | 1,277 |
| B0,06 =(-0,3635*Z^3+2,2124*Z^2-3,2937*Z+1,8873)*N | 1,300 |
| B0,1 =(-0,1833*Z^3+1,0383*Z^2-1,2943*Z+0,837)*N | 0,925 |

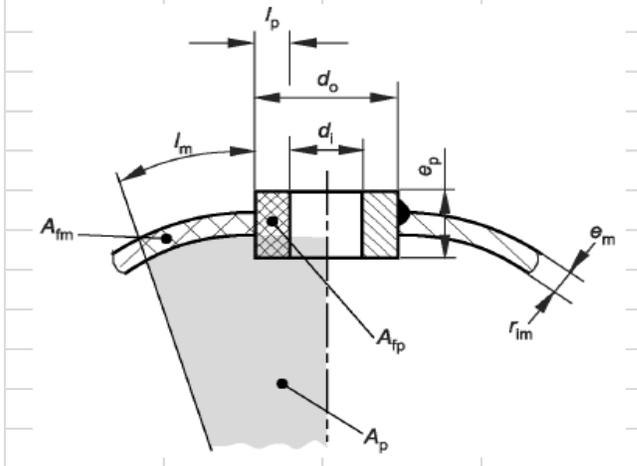


Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

REFUERZOS DE BOQUILLAS

| | | |
|--------------------|------------|------|
| Anillos envolvente | rim = Di/2 | 1141 |
|--------------------|------------|------|



Bridas 3" (Valvula de fondo y alivio)

| | | | |
|----------------------------------|---------|-----------------------------------|------------|
| $l_m = ((2rim + e_m) e_m)^{1/2}$ | 143,593 | $A_p = (rim/2) * (l_m + (d_o/2))$ | 124422,157 |
| do | 149 | $A_{fm} = e_m * l_m$ | 1292,339 |
| di | 89 | $A_{fb} = e_b * l_b$ | - |
| lb | 0 | $A_{fp} = e_p * l_p$ | 750 |
| em | 9 | | |
| rim | 1141 | | |
| ep | 25 | | |
| lp | 30 | | |

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

CUMPLE

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

212730,973

$$fA_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb}$$

485055,412



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

Boca hombre

| | | | |
|---|---------|--------------------------------------|------------|
| $l_m = ((2r_{im} + e_m) e_m)^{1/2}$ | 253,772 | $A_p = (r_{im}/2) * (l_m + (d_o/2))$ | 505017,241 |
| do | 755 | $A_{fm} = e_m * l_m$ | 5075,43102 |
| di | 513,500 | $A_{fb} = e_b * l_b$ | - |
| lb | 0 | $A_{fp} = e_p * l_p$ | 6882,75 |
| em | 20 | | |
| rim | 1600 | | |
| ep | 57 | | |
| lp | 120,750 | | |
| $p\{A_p + 0,5(A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})\} \leq fA_{fm} + fp A_{fp} + fb A_{fb}$ | | CUMPLE | |
| $p\{A_p + 0,5(A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})\}$ | | | 866564,612 |
| $fA_{fm} + fp A_{fp} + fb A_{fb}$ | | | 2840067,99 |

Indicador de nivel

| | | | |
|---|------------|--------------------------------------|------------|
| $l_m = ((2r_{im} + e_m) e_m)^{1/2}$ | 143,593175 | $A_p = (r_{im}/2) * (l_m + (d_o/2))$ | 188888,657 |
| do | 375 | $A_{fm} = e_m * l_m$ | 1292,33858 |
| di | 221,5 | $A_{fb} = e_b * l_b$ | - |
| lb | 0 | $A_{fp} = e_p * l_p$ | 2609,5 |
| em | 9 | | |
| rim | 1141 | | |
| ep | 34 | | |
| lp | 76,75 | | |
| $p\{A_p + 0,5(A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})\} \leq fA_{fm} + fp A_{fp} + fb A_{fb}$ | | CUMPLE | |
| $p\{A_p + 0,5(A_{fm} + A_{fb} + A_{fp})\}$ | | | 323632,114 |
| $fA_{fm} + fp A_{fp} + fb A_{fb}$ | | | 926686,662 |



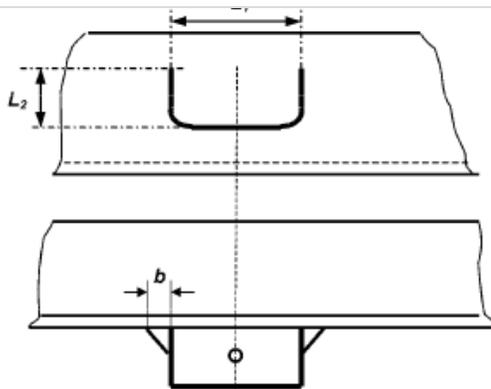
Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

2. Determinación del esfuerzo en los accesorios de la cisterna

| | | | |
|--|-----------|--------------|----------|
| P1 Tara (kg) | 17600 | | |
| P2 Carga Máxima (kg)[Volumen(l)*velocidad llenado(kg/l)] | | 18075,897 | |
| P3 Masa total (kg) | 35675,897 | | |
| Grado II. Total | 0,4304 | | |
| F1 Fuerza en la dirección del desplazamiento | | $F1= 3*g*P3$ | 699961 N |
| F2 Fuerza en la dirección perpendicular al desplazamiento | | $F2= 1*g*P3$ | 349981 N |
| F3 Fuerza vertical hacia arriba | | $F3= 1*g*P3$ | 349981 N |

| Tirantes de fijación | | Pernos | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|
| N1 Número de tirantes de fijación: | 12 | N2 Número de pernos por soporte de fijación | 4 |
| Rm1 Resist.ult.traccion | 570 N/mm ² | Rm2 (N/mm2) resistencia última a la fracción: | 830 N/mm ² |
| Re1 Límite de elasticidad: | 460 N/mm ² | Re2 (N/mm2) límite de elasticidad: | 660 N/mm ² |
| S1 Área de la sección transversal del tirante:(110*55) | 55000 mm ² | S2 Área de la sección transversal del tirante: | 144 mm ² |



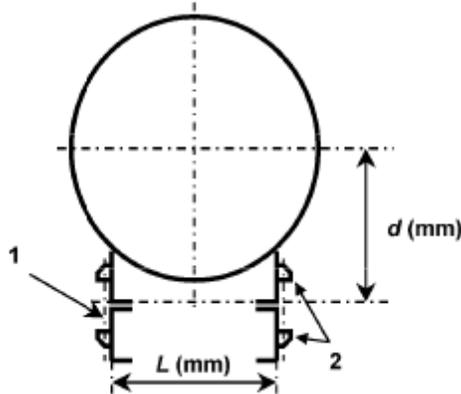
| | |
|-----------|-----|
| L1 | 110 |
| L2 | 55 |
| b | 7 |

Soldaduras de los soportes de fijación

| | |
|--|------|
| S3 = 2 × (L1 + 2 × L2) × b (mm2) | 3080 |
| Rm3 (N/mm2) resistencia última a la fracción: | 570 |
| Re3 (N/mm2) límite de elasticidad: | 460 |



2.1.3 Cálculo de esfuerzos



| | |
|---------------------------------|----------|
| $d = (D_o/2) + (((D_o/2)/3)/2)$ | 1341,667 |
| $L = 2 * (r/3) + 2(r/3)$ | 1521,333 |

En tirantes

| | | |
|---|------------------------|-------------------------------|
| Momento producido por F2 | $M2 = d \times F2$ | 469557237,3 N/mm ² |
| Reacción producido por el tirante de fijación | $f2(N) = (d * F2) / L$ | 308427,4264 N |

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| En la dirección del desplazamiento | $\sigma1(N/mm2) = (F1) / (S1 * N1)$ | 1,06054712 N/mm ² |
| En la dirección perpendicular al desplazamiento | $\sigma2(N/mm2) = (f2) / (S1 * (N1/2))$ | 0,934628565 N/mm ² |
| En la dirección vertical hacia arriba | $\sigma3(N/mm2) = (F3) / (S1 * N1)$ | 0,53027356 N/mm ² |

En soldaduras

| | | |
|---|---|----------------------------|
| En la dirección del desplazamiento | $\sigma4(N/mm2) = (F1) / (S3 * N1)$ | 18,93834 N/mm ² |
| En la dirección perpendicular al desplazamiento | $\sigma5(N/mm2) = (f2) / (S3 * (N1/2))$ | 16,6897 N/mm ² |
| En la dirección vertical hacia arriba | $\sigma6(N/mm2) = (F3) / (S3 * (N1))$ | 9,46917 N/mm ² |

En pernos

| | |
|-----------------------|------------|
| $f7(N) = F1 / N1$ | 58330,0916 |
| $f8(N) = f2 / (N1/2)$ | 51441,4151 |
| $f9(N) = f3 / (N1)$ | 29165,0458 |

| | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|
| En la dirección del desplazamiento | $\sigma7(N/mm2) = (f7) / (S2 * (N2))$ | 101,2675 N/mm ² |
| En la dirección perpendicular al desplazamiento | $\sigma8(N/mm2) = (f8) / (S2 * (N2))$ | 89,24404 N/mm ² |
| En la dirección vertical hacia arriba | $\sigma9(N/mm2) = (f9) / (S2 * (N2))$ | 50,6337 N/mm ² |



Proyecto de diseño, cálculo, fabricación, evaluación de la conformidad (marcado CE) de una cisterna destinada al transporte de GLP

Proyecto Fin de Carrera.
ITI. Esp. Mecánica

PLANOS

CISTERNA GLP 42000 L