



PROYECTO DE REGLAMENTO TÉCNICO SOBRE RECIPIENTES PARA ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP) UTILIZADO COMO COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

Artículo 1.- Objeto

El presente Reglamento Técnico tiene por finalidad establecer las características técnicas y de rotulado que deben cumplir para su producción, importación y comercialización los recipientes para el almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP) a instalarse en los vehículos automotores que funcionan con Gas Licuado de Petróleo (GLP) como combustible, tanto de fabricación nacional como importados.

Este Reglamento Técnico tiene como objetivo establecer las condiciones de seguridad que deben cumplir los recipientes para vehículos que funcionan con Gas Licuado de Petróleo (GLP), con el fin de salvaguardar la salud y seguridad de las personas, la seguridad de las instalaciones, así como, prevenir prácticas que pueden inducir a error a los consumidores.

Artículo 2.- Campo de Aplicación.

2.1 El presente Reglamento Técnico se aplica a los recipientes para almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP) utilizados como combustible para vehículos automotores, con presión de diseño de 3 MPa, de los tipos que se indican a continuación:

- a) Recipientes metálicos, con y sin soldadura
- b) Recipientes compuestos, sin soldadura

2.2 Este Reglamento Técnico se aplica a los recipientes para GLP a ser utilizados en los tipos de vehículos según la clasificación vehicular establecida en el Decreto Supremo N° 058-2003-MTC¹ y sus modificatorias.

2.3 El presente Reglamento Técnico aplica a los recipientes para GLP comprendidos en las siguientes partidas del Sistema Armonizado y Subpartidas Nacionales²:

CODIGO		DESCRIPCIÓN	PRODUCTO
SA	SPN		
73.11.00	73.11.00.10.00 7311.00.90.00	Recipientes para gas comprimido o licuado, de fundición, hierro o acero, - Sin soldadura Los demás	Se aplica sólo a recipientes para gas licuado de petróleo;

Artículo 3.- Definiciones.

Para los fines del presente Reglamento Técnico se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Gas Licuado de Petróleo (GLP): mezcla de hidrocarburos ligeros, gaseoso en condiciones atmosféricas normales que pueden ser licuados por incremento de la presión o disminución de la temperatura, los componentes principales son el propano, , butano e isómeros de butano.

¹ Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Nacional de Vehículos, publicado en el Diario Oficial El Peruano el 12 de octubre de 2003.

² Arancel de Aduanas 2012 aprobado mediante Decreto Supremo N° 238-2011-EF, publicado en el Diario Oficial El Peruano el 24 de diciembre de 2011 y sus modificatorias.



3.2 Lote: máximo de 200 recipientes del mismo tipo producidos consecutivamente en la misma línea de producción.

3.3 Material original: material en el estado previo a la realización de cualquier transformación específica con respecto al proceso de fabricación.

3.4 Organismo autorizado: Organismo de evaluación de la conformidad facultado por la autoridad competente para realizar la certificación e inspección de la fabricación y ensayos de los recipientes.

3.5 Presión de diseño: presión sobre los que se basan los cálculos.

3.6 Presión de ensayo: presión a la que el recipiente es sometido durante el procedimiento de ensayo.

3.7 Probeta: Pieza fabricada a partir del espécimen y destinada a ser sometida a ensayo.

3.8 Recipiente cilíndrico: recipiente con cuerpo cilíndrico y dos extremos bombeados, o también toroidal o elíptico.

3.9 Recipiente compuesto: recipiente hecho sólo de los materiales compuestos sin forro metálico

3.10 Recipiente metálico: recipiente hecho sólo de cualquier metal adecuado

3.11 Recipiente: contenedor instalado con todos sus soportes y accesorios, utilizado para el almacenamiento de GLP de uso en vehículos.

3.12 Soldadura longitudinal: soldadura sobre toda la longitud del cuerpo o parte cilíndrica del recipiente, con exclusión de las soldaduras de los accesorios

3.13 Tipo de recipiente: recipiente o grupo de recipientes donde el recipiente individual no difiere significativamente con respecto a las condiciones siguientes:

- el productor (son posibles diferentes nombres comerciales o marcas);
- la forma;
- las aberturas;
- el material;
- el proceso de soldadura (si es aplicable);
- el tratamiento térmico (si es aplicable);
- la línea de producción:
- el diámetro;
- la altura;
- el espesor nominal de pared.

Artículo 4.- Requisitos técnicos

Los recipientes que se indican en el artículo 2 y que son objeto del presente Reglamento Técnico, deberán cumplir con los requisitos y métodos de ensayo que se establecen en el Anexo A y Anexo B respectivamente.

Artículo 5.- Requisitos de rotulado.

Los recipientes para almacenamiento de GLP objeto del presente Reglamento Técnico, de fabricación nacional o importado, deberán contener como mínimo la información que se indica a continuación y



dicha información deberá colocarse sobre la placa de montaje o el anillo, o la placa de rotulado de forma legible e indeleble:

- a) el número de serie;
- b) la capacidad de agua en litros;
- c) la marca “GLP”;
- d) la presión hidráulica de ensayo en bar “xx bar” o MPa “xx Mpa”;
- e) la frase: “máximo llenado: 80%”;
- f) año y mes del ensayo hidráulico (por ejemplo: 2010/01);
- g) diámetro (para recipientes cilíndricos), o altura (para recipientes especiales), o ancho x longitud;
- h) el nombre o marca del productor (si no se marcó de forma permanente en otros lugares del envase);
- i) cuando se instala una bomba de combustible en el recipiente, la indicación “bomba de combustible en el interior” y un rotulo identificando la bomba;
- j) cuando un recipiente es diseñado para temperaturas debajo de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, el rotulado “ $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”;
- k) una marca de referencia en el recipiente para asegurar su correcta orientación cuando se instale;
- l) la placa debe tener suficiente espacio para colocar la marca o fecha de re-calificación.

Artículo 6.- Muestreo

A fin de demostrar el cumplimiento del presente Reglamento Técnico, el muestreo de los productos se realizará:

- a) Para la certificación de los productos por los Organismos de Evaluación de la Conformidad a que se refiere el Artículo 8º, bajo responsabilidad del productor nacional o importador, según corresponda. El muestreo a ser aplicado para la certificación e inspección de la producción, deberá ser realizado de acuerdo a lo establecido en los Anexos A y B del presente Reglamento Técnico; y,
- b) Para la fiscalización o inspección efectuada por el Ministerio de la Producción, el muestreo deberá realizarse en la fábrica, almacenes y mercado.

La autoridad aduanera dentro del ejercicio de su potestad para una mejor identificación del producto a fin de determinar su clasificación arancelaria o valor en aduana, podrá extraer muestras, en la forma prevista Decreto Legislativo N° 1053 Ley General de Aduanas y su Reglamento.

Artículo 7.- Evaluación de la conformidad.

7.1 Sistema de Certificación

Los productores nacionales o importadores, de recipientes, deberán aplicar el sistema de certificación de ensayo de tipo (rendimiento) y evaluación del sistema de aseguramiento de la calidad, con seguimiento del sistema de aseguramiento de la calidad y ensayo de lotes tomados de fábrica. El seguimiento debe realizarse por lo menos una vez al año.

El Sistema de certificación indicado deberá incluir el programa de ensayos que se indica en el Anexo A. Los métodos de ensayo se describen en el Anexo B del presente reglamento, asimismo, los certificados de conformidad deberán contener la información que se indica en el Anexo I.

7.2 Del Reglamento Técnico y su equivalencia

7.2.1 La evaluación de conformidad se deberá realizar en conformidad con el presente Reglamento Técnico o Reglamentos Técnicos equivalentes del país de fabricación u otros países. En caso que no



exista Reglamento Técnico en el país de fabricación o en el país donde se pretende realizar la evaluación, se aceptará la evaluación con Normas Técnicas equivalentes.

7.2.2 La Dirección de Regulación del Ministerio de la Producción determinará los Reglamentos Técnicos o Normas Técnicas que considere equivalentes al presente Reglamento Técnico, la relación de estos será publicada en el Portal Institucional www.produce.gob.pe.

Cuando la Dirección de Regulación no haya determinado la equivalencia de Reglamentos Técnicos o Normas Técnicas el productor nacional o importador solicitará a la Dirección de Regulación la equivalencia, para lo cual presentará una solicitud adjuntando el Reglamento o Norma correspondiente en idioma castellano o una traducción simple si se encuentra en otro idioma, en caso la autoridad tenga duda sobre un punto determinado de la traducción simple podrá requerir al productor nacional o importador una traducción oficial sobre ese punto. La Dirección de Regulación realizará la evaluación correspondiente y si la equivalencia es positiva incluirá la referencia del Reglamento o Norma Técnica en la relación publicada en el Portal institucional.

Artículo 8.- Demostración de la Conformidad con el Reglamento Técnico:

8.1 El productor nacional y el importador, antes de la comercialización de los recipientes para almacenamiento de GLP sometidos al presente Reglamento Técnico, deberán demostrar la conformidad del producto a través de un Certificado de Conformidad emitido conforme al Sistema de Certificación que se establece en el artículo 7º.

8.2 Los Certificados de Conformidad indicados, deberán ser emitidos por Organismos de Evaluación de la Conformidad Autorizados por la Dirección de Regulación o quien corresponda del Ministerio de la Producción o Autorizados o designados por la autoridad competente del país de fabricación u otros países. Cuando no existan Organismos de Evaluación de la Conformidad Autorizados o Designados en el país de fabricación o en el país donde se pretenda realizar la evaluación de la conformidad, se aceptarán Certificados de Conformidad emitidos por Organismos de Evaluación de la Conformidad acreditados ante la Autoridad Nacional de Acreditación de dichos países. Para los países de la Comunidad Andina se aplicará lo establecido en la Decisión 506.

Artículo 9.- Autoridad de Fiscalización y/o Supervisión:

9.1 Es competencia de la Dirección de Regulación u órgano que haga sus veces, de la Dirección General de Políticas y Regulación del Ministerio de la Producción, la fiscalización y supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico.

9.2 La Comisión de Protección del Consumidor del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, es la autoridad competente para fiscalizar y supervisar el rotulado de los productos establecidos en el artículo 5º del presente Reglamento Técnico, siempre que dichos productos estén a disposición del consumidor o expeditos para su distribución en los puntos finales de venta conforme a lo establecido en la Ley Nro. 29571 Código de Protección y Defensa del Consumidor.

Artículo 10.- De la Fiscalización y/o Supervisión:

10.1 La Dirección de Regulación u órgano que haga sus veces del Ministerio de la Producción, a fin de verificar que los recipientes para almacenamiento de GLP de fabricación nacional y los importados, cumplen con el presente Reglamento Técnico, se encuentra facultada a realizar inspecciones y/o verificaciones, de parte o de oficio, en los centros de producción, almacenes y puntos de venta. En la realización de tales diligencias, deberán exigir al importador o productor nacional, la presentación del Certificado de Conformidad según lo indicado en el artículo 8º o podrán,



recoger las muestras correspondientes a fin de someterlas a pruebas o ensayos por parte de los Organismos de Evaluación de la Conformidad autorizados por el Ministerio de la Producción.

10.2 La Dirección de Regulación del Ministerio de la Producción podrá solicitar a las Direcciones Regionales del Sector Producción o del órgano que haga sus veces, de los Gobiernos Regionales, la realización de determinadas diligencias de fiscalización y supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico, en concordancia con el artículo 76 de la Ley 27444 – Ley del Procedimiento Administrativo General y, cuando corresponda, podrá delegar dichas funciones en concordancia con los numerales 13.3 y 49.1 de los artículos 13º y 49º, respectivamente, de la Ley 27783 – Ley de Bases de la Descentralización.

Artículo 11.- De los Responsables:

11.1 Es responsabilidad del productor nacional o importador, según corresponda, el cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento Técnico.

11.2 Es responsabilidad del distribuidor o comerciante exigir al productor nacional o importador que le provee de los productos, copia del Certificado de Conformidad que se indica en el artículo 8º.

Artículo 12.- De las Infracciones y sanciones:

El incumplimiento de las disposiciones establecidas en el presente Reglamento Técnico dará lugar a las consecuencias administrativas que a título de sanción son posibles de aplicar al infractor, conforme al marco legal respectivo.

Artículo 13.- Excepción de Cumplimiento:

Se excluye del cumplimiento del presente Reglamento Técnico los siguientes productos fabricados en el extranjero que se encuentren bajo régimen aduanero especial o de excepción según lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1053 Ley General de Aduanas y su Reglamento:

- a) Muestras que ingresan para exhibirse en exposiciones o ferias internacionales; y,
- b) Productos a ser utilizados para investigaciones científicas.



ANEXO A

REQUISITOS TÉCNICOS PARA RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP) UTILIZADO COMO COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

A.1 Requisitos técnicos

A.1.1 Requisitos generales

El recipiente, para vehículos que usan GLP en su sistema de propulsión, debe funcionar de manera correcta y segura.

Cualquier recipiente terminado, escogido al azar, debe cumplir con los ensayos aplicables que se prescriben en el Anexo B.

Para proteger al recipiente terminado, se deben tomar todas las medidas preventivas necesarias contra la corrosión.

A.1.2 Dimensiones

Para las dimensiones sin indicaciones de tolerancias, deben aplicarse las tolerancias generales indicadas en la norma *ISO 2768-1:1989 General tolerances. Part 1; Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications*.

A.1.3 Materiales

Se podrán utilizar todos los materiales compatibles con el GLP, siempre que el recipiente cumpla con los ensayos establecidos en el presente Reglamento Técnico.

El productor de recipientes debe asegurarse que los materiales de origen se encuentren libres de defectos.

Las piezas de los recipientes y los materiales de relleno deben ser compatibles al ser soldadas.

Para soldaduras de acero, debe aplicarse la norma *ISO 15614-1:2004 Especificaciones y calificación de los procedimientos de soldadura para materiales metálicos. Ensayos de procedimientos de soldadura. Parte 1: Soldadura por arco y gas de aceros y soldadura por arco de níquel y sus aleaciones*.

El productor de recipientes debe mantener registros de los resultados de los ensayos metalúrgicos y mecánicos y de análisis de los materiales originales y de relleno como se describe a continuación:

- a) para recipientes metálicos: certificados de análisis químicos de colada y de propiedades mecánicas del metal usado para la construcción de las partes sujetas a presión;
- b) para recipientes compuestos: resultados de ensayos prescritos en el Anexo F.

El productor de recipientes debe mantener un sistema de trazabilidad de todos los materiales originales para piezas sujetas a presión.

A.1.4 Temperatura de diseño

La temperatura mínima de diseño debe ser de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, y la temperatura máxima de diseño debe ser de $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Para una temperatura de operación extremadamente baja, debe aplicarse una temperatura de diseño mínima de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura de diseño debe ser indicada en el rotulado.

El productor debe demostrar que las partes del recipiente sometidas a presión están construidas con materiales que tienen propiedades adecuadas para el rango de temperaturas debajo de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$

A.1.5 Presión de diseño

La presión de diseño del recipiente debe ser de 3,0 MPa.

A.2 Construcción y manufactura

A.2.1 Requisitos generales

El productor debe ser capaz de demostrar que su sistema de control de calidad asegura que los recipientes producidos cumplen los requisitos del presente Reglamento Técnico.

El productor debe mantener registros de los procesos, procedimientos, inspecciones y calificaciones que se llevan a cabo durante la producción.

La redondez exterior de la carcasa cilíndrica del recipiente de metal, no debe ser mayor que la diferencia entre el diámetro exterior máximo y diámetro exterior mínimo de la misma sección transversal, ni mayor que el 1% de la media de esos diámetros.

A menos que se especifique de otra manera en los planos de fabricación, la desviación máxima de la parte cilíndrica de la carcasa, en relación a una línea recta (rectitud) no debe superar el 0,3% de la longitud de la parte cilíndrica.

A.2.2 Tratamiento térmico

El productor debe mantener registros de los procedimientos de tratamiento térmico de las piezas y recipientes terminados, ya sea total o localizado, necesarios para cumplir con los requisitos de este Reglamento Técnico.

A.2.3 Tolerancias

A.2.3.1 Capacidad

La capacidad en agua del recipiente, debe tener una tolerancia de -0% a $+3\%$ comparado con la cifra que aparece en la placa de rotulado.

A.2.3.2 Posición

La tolerancia en la posición del reborde/placa de válvula en el recipiente debe ser más o menos 1 grado en dos direcciones, transversal y de inclinación (ver Anexo C).

A.2.4 Aberturas

Los recipientes deben estar provistos de aberturas para llenado, extracción, alivio de la presión e indicación de nivel.

Las aberturas para las válvulas de alivio de presión deben estar en la fase de vapor, cuando el recipiente está en su posición normal de montaje.

Las aberturas deben ser roscadas cónicamente o embridadas.

También se puede proveer de aberturas para la fuente de energía, mm por ejemplo bombas u otros.



Las aberturas para válvulas pueden ser separadas o combinadas.

Una arandela o empaquetadura puede ser instalada en el anillo o brida.

La tubería de extracción de vapor interno debe estar adecuadamente sujeta y debe terminar en el espacio de la fase vapor del recipiente lo más alto posible por encima del nivel de llenado máximo.

El extremo de la tubería de extracción de líquido interno debe estar tan bajo como sea posible en el recipiente.

A.2.5 Accesorios

Cuando se instale, la placa de rotulado debe fijarse de manera permanente en el cuerpo del recipiente o en uno de sus extremos. Se deben tomar las medidas de prevención contra la corrosión.

Los accesorios dentro y sobre el recipiente deben ser instalados bajo la responsabilidad del titular del certificado de aprobación del ensayo de resistencia al fuego.

Los recipientes deben disponer de medios para montar en forma segura un alojamiento o cubierta estanco u otro dispositivo de protección sobre los accesorios del recipiente.

El soporte(s) debe ser fabricado y fijado al cuerpo del recipiente de tal forma que:

- no cause concentraciones de esfuerzos peligrosos o sea proclive a almacenar agua;
- sea lo suficientemente resistente a fuerzas de al menos 30 g en todas las direcciones por lo menos 20 ms, demostrado con el ensayo de impacto o por cálculo.

A.3 Programa de ensayos

A.3.1 Generalidades

Los recipientes para almacenamiento de GLP de uso automotriz, deben someterse a los ensayos que se indican en A.3.2, A.3.3 y A.3.4 durante la producción y aprobación del ensayo de tipo / verificación del rendimiento. Los métodos de ensayo a aplicar se describen en el Anexo B.

A.3.2 Programa de ensayos para recipientes metálicos

Tabla 1 – Descripción general de los ensayos a ser realizados en recipientes metálicos

	Ensayos durante la producción	Ensayo de tipo / Verificación del rendimiento	Número de recipientes a ser ensayados	Subcláusula
Ensayo de resistencia a la tracción	1 por lote	X ^a	2 ^b	B.2.2
Ensayo de doblado	1 por lote	X	2 ^b	B.2.3
Ensayo de rotura bajo presión hidráulica (hidrostática)	-	X	2	B.3
Ensayo de presión hidráulica	Cada recipiente	X	Todos los recipientes presentados para ensayo tipo/verificación de rendimiento	B.4
Ensayo de hermeticidad	Cada recipiente	X	Cada recipiente	B.5
Ensayo de dureza	-	X	2 ^b	B.7
Ensayo de resistencia a	-	X	3	B.8



“Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad”
“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

	Ensayos durante la producción	Ensayo de tipo / Verificación del rendimiento	Número de recipientes a ser ensayados	Subcláusula
la fatiga				
Ensayo de resistencia al fuego	-	X	1	B.9
Inspección radiográfica de soldaduras	Al menos 1 por lote	X	100 % del recipiente bajo ensayo	B.10.2
Examen macroscópico en la sección transversal de la soldadura	1 por lote	X	2 ^b	B.2.4
Inspección visual de soldaduras	Cada recipiente	X	Cada recipiente	B.10.1
Inspección visual de partes del recipiente	Cada recipiente	X	Cada recipiente	-
Durante el ensayo de tipo/verificación del rendimiento, en uno de los recipientes a ser ensayado, se debe determinar el volumen del recipiente y el espesor de pared de cada pieza del recipiente. El número de probetas para el ensayo tipo/verificación del rendimiento debe ser seis (6); éstos deben ser producidos consecutivamente.				
^a X = Ensayo requerido				
^b Estas piezas de ensayo pueden ser tomadas de un recipiente				

A.3.3 Programa de ensayos para recipientes compuestos

Tabla 2 – Descripción general de los ensayos a ser realizados en recipientes compuestos

	Ensayos durante la producción	Ensayo de tipo / Verificación del rendimiento	Número de recipientes a ser ensayados	Subcláusula
Ensayo de rotura bajo presión hidráulica (hidrostática)	1 por lote	X ^a	3	B.3
Ensayo de presión hidráulica	Cada recipiente	X	Todos los recipientes presentados para ensayo tipo/verificación del rendimiento	B.4
Ensayo de hermeticidad	Cada recipiente	X	Cada recipiente	B.5
Ensayos cíclicos de presión a temperatura ambiente	-	X	3	B.6.1
Ensayo cíclicos de presión a alta temperatura	-	X	1	B.6.2
Ensayo de permeabilidad	-	X	2	B.6.3
Ensayo cíclicos de GLP	-	X	1	B.6.4
Ensayo de fluencia a alta temperatura	-	X	1	B.6.5
Ensayo de resistencia al fuego	-	X	1	B.9
Ensayo de impacto	-	X	1	B.11
Ensayo de caída	-	X	2	B.12
Ensayo de torsión de los rebordes	-	X	1	B.13
Ensayo en medio ácido	-	X	1	B.14
Ensayo de radiación exposición ultravioleta (UV)	-	X	1	B.15
^a X = Ensayo requerido				



“Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad”
“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

A.3.4 Ensayos a ser ejecutados después de los cambios de diseño

Si el diseño de un recipiente con ensayo de tipo/verificación de rendimiento reconocido, es cambiado, los ensayos de aprobación de tipo / verificación de rendimiento, deben ser limitados a los ensayos establecidos en la Tabla 3.

Tabla 3 – Descripción general de los ensayos a ser realizados después de cambios en el diseño

Cambio de diseño	Ensayo de rotura (B.3)	Ensayo de resistencia a la tracción (B.2.2)	Ensayo de doblado (B.2.3)	Ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente (B.6.1)	Ensayo de ciclos de presión a alta temperatura (B.6.2)	Ensayo de Fatiga (B.8)	Ensayo de dureza (B.7)	Ensayo de permeabilidad (B.6.3)	Ensayo de ciclos de GLP (B.6.4)	Ensayo de fluencia a alta temperatura (B.6.5)	Ensayo de resistencia al fuego (B.9)	Ensayo de impacto (B.11)	Ensayo de caída (B.12)	Ensayo de torsión (B.13)	Ensayo en medio ácido (B.14)	Ensayo de radiación ultravioleta (B.15)
Productor de fibras	X _c ^a			X _c												
Material de fibra	X _c			X _c	X _c	X _c					X _c	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c
Material de resina	X _c			X _c	X _c	X _c		X _c	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c
Recipiente metálico y/o material de relleno	X ^b	X	X			X	X				X					
Revestimiento de material plástico				X _c	X _c			X _c	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c		
Espesor nominal de pared	X		X	X _c	X _c	X	X	X _c	X _c	X _c	X	X _c	X _c	X _c	X _c	X _c
Cambio en el diámetro ≤ [20%] para recipientes tóricos y cilíndricos	X			X _c				X _c ^c			X					
Cambio en el diámetro > [20%] para recipientes tóricos y cilíndricos	X			X _c		X		X _c ^c			X	X _c	X _c			
Cambio en la longitud ≤ [50%] para recipientes cilíndricos	X			X _c				X _c ^c			X					
Cambio en la longitud > [50%] para recipientes cilíndricos	X			X _c		X		X _c ^c			X	X _c	X _c			
Cambio en la altura ≤ [50%] para recipientes tóricos	X			X _c				X _c ^c			X			X _c		
Cambio en la altura > [50%] para recipientes tóricos	X			X _c		X		X _c ^c			X	X _c	X _c	X _c		
Cambio en la forma de los recipientes	X _c			X _c	X _c	X		c			X	X _c	X _c	X _c		
Forma del domo	X			X _c		X					X			X _c		
Tamaño de la abertura	X			X _c		X					X					
Cambio en el revestimiento											X				X	X
Diseño final	X			X _c		X					X			X _c		
Cambios en el proceso de manufactura	X			X _c	X _c	X	X	X _c	X _c		X			X _c		

^a X_c = ensayo requerido sólo en recipientes compuestos
^b X = ensayo requerido en todos los tipos de recipientes.
^c El cumplimiento del requisito de ensayo de permeabilidad se comprobará mediante la medida directa o cálculo



ANEXO B METODOS DE ENSAYO

B.1 Condiciones Generales

B.1.2 Condiciones ambientales de ensayo

Todos los ensayos deben realizarse a una temperatura ambiente de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$

B.1.3 Repetición del ensayo

B.1.3.1 Está permitida la repetición de las pruebas en los siguientes ensayos:

- a) Ensayo de resistencia a la tracción;
- b) Ensayo de doblado;
- c) Ensayo de rotura;
- d) Ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente;
- e) Ensayo de ciclos de presión a alta temperatura;
- f) Ensayo de permeabilidad;
- g) Ensayo de ciclos GLP;
- h) Ensayo de fluencia a alta temperatura;
- i) Ensayo de impacto;
- j) Ensayo de caída;
- k) Ensayo de torsión de los rebordes;
- l) Ensayo en medio ácido;
- m) Ensayo de radiación ultravioleta (UV).

B.1.3.2 En la repetición de ensayos se deben aplicar las siguientes condiciones:

- a) Para los ensayos de tracción, doblado y rotura
 - a.1) Si el primer ensayo falla, un segundo ensayo debe ser llevado a cabo sobre dos probetas del mismo recipiente.
 - a.2) Si ambas probetas pasan el reensayo con resultados satisfactorios, el primer ensayo debe ser ignorado.
 - a.3) Cuando uno o ambas probetas de la repetición del ensayo fallan, el lote debe ser rechazado
- b) Para los ensayos de rotura, ciclos de presión a temperatura ambiente, ciclos a presión a alta temperatura, permeabilidad, ciclos GLP, fluencia a alta temperatura, impacto, caída, torsión de rebordes, medio ácido, radiación ultravioleta.
 - b.1) Un segundo ensayo debe realizarse en dos recipientes que se hayan producido sucesivamente después del primer recipiente dentro del mismo lote.
 - b.2) Si ambos recipientes pasan el reensayo, el primer ensayo es ignorado.
 - b.3) Si uno o ambos recipientes fallan la repetición del ensayo, el lote debe ser rechazado.

B.2 Ensayos destructivos

B.2.1 Requisitos generales

Todos los ensayos para verificar el material original y soldadura de un recipiente, si existen, debe llevarse a cabo sobre probetas de ensayo tomadas del recipiente terminado.



Las probetas de ensayo que no son planas deben ser aplanadas por un proceso en frío

En las probetas de ensayo que contengan una soldadura, esta debe ser trabajada a máquina para eliminar los excedentes.

El número y ubicación de las probetas de ensayo para las pruebas destructivas deben ser de acuerdo con el Anexo D

B.2.2 Ensayo de resistencia a la tracción

B.2.2.1 Ensayo de tracción en el metal original

El ensayo de tracción debe realizarse conforme a la norma *ISO 6892 Materiales metálicos. Ensayo de tracción a temperatura ambiente.*

Las dos caras de las probetas de ensayo, que representan la pared interior y exterior del recipiente respectivamente no deben ser trabajadas a máquina.

Los valores determinados para el límite de elasticidad, la resistencia a la tracción y el alargamiento (elongación) durante el ensayo de resistencia a la tracción del material original deben cumplir con la Norma *EN 10120 Chapas y bandas de acero para botellas de gas soldadas, o ISO 9328-7 Productos planos de acero para aparatos a presión. Parte 7: Acero inoxidable*, dependiendo de las características del material usado.

B.2.2.2 Ensayo de tracción sobre soldaduras

El ensayo de tracción perpendicular a la soldadura debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la *ISO 4136 Ensayos destructivos de uniones soldadas en materiales metálicos. Ensayo de tracción transversal*, las probetas de ensayo deben tener las dimensiones que se indican en la Figura E.1

El valor de resistencia a la tracción obtenido debe cumplir los niveles mínimos establecidos en la *EN 10120 Chapas y bandas de acero para botellas de gas soldadas, o ISO 9328-7 Productos planos de acero para aparatos a presión. Parte 7: Acero inoxidable*

B.2.3 Ensayo de doblado

B.2.3.1 Procedimiento de ensayo

El ensayo de doblado se realizará conforme a la *ISO 5173 Ensayos destructivos en soldaduras metálicas. Ensayo de doblado* e *ISO 7438 Materiales metálicos. Ensayo de doblado.*

Los ensayos de doblado deben realizarse en las superficies interior y exterior en tensión.

El ensayo de doblado debe ser llevado a cabo transversalmente a la soldadura sobre la probeta, con un ancho de 25 mm, como se muestra en la Figura E.2. El mandril debe ser colocado en el centro de la soldadura.

La relación (n) entre el diámetro del mandril y el espesor de la probeta depende de la resistencia a la tracción del material original y no debe exceder los valores indicados en la Tabla B.1

Tabla B.1 – Máximo valor de la relación n

Resistencia efectiva a la tracción R_m MPa	Valor de n
Hasta 440 inclusive	2
Mayor de 440 a 520 inclusive	3
Mayor de 520 a 600 inclusive	4
Mayor de 600 a 700 inclusive	5
Mayor de 700 a 800 inclusive	6
Mayor de 800 a 900 inclusive	7
$R_m > 900$	8

B.2.3.2 Interpretación del ensayo

En las probetas de ensayo no deben aparecer grietas cuando éstas se doblen alrededor del mandril, en tanto que, los bordes interiores queden separados por una distancia no mayor que el diámetro del mandril + 3a como se muestra en la Figura E.3

B.2.4 Examen macroscópico en la sección transversal de la soldadura

El examen macroscópico de una sección transversal de la soldadura para verificar las propiedades del material original y soldadura del cuerpo del recipiente que contiene la presión debe realizarse en probetas de ensayo tomadas del recipiente acabado. Para la ubicación de las muestras, ver Anexo D

El examen macroscópico de la sección transversal completa de la soldadura debe mostrar una fusión completa sobre la superficie y no debe presentar ningún defecto de soldado o inclusión significativa u otros defectos.

En caso de duda, debe realizarse un examen macroscópico de la zona sospechosa.

B.3 Ensayo de rotura bajo presión hidráulica (hidrostática)

B.3.1 Condiciones del ensayo

La presión de ensayo debe ser incrementada de manera uniforme hasta que se rompa el recipiente y registrar el cambio de presión en el tiempo. El caudal máximo durante el ensayo no debe exceder del 3 % de la capacidad del recipiente por minuto.

B.3.2. Interpretación del ensayo

Los criterios adoptados para la interpretación del ensayo de rotura son los siguientes:

- la presión de rotura; y
- examen de desgarro y forma de sus bordes;

B.3.3. Condiciones de aceptación del ensayo

La presión de rotura medida P_b deberá ser por lo menos 2,25 veces la presión de diseño.

El ensayo de rotura no debe causar ninguna la fragmentación del recipiente.

La fractura principal no debe ser frágil, es decir, los bordes de la fractura no debe ser radial, pero debe estar en ángulo con respecto a un plano diametral y presentar una reducción del área por todo su espesor.



Para recipientes metálicos, la fractura no debe revelar ningún defecto en el metal. La soldadura debe ser al menos tan resistente como el metal original.

Para recipientes totalmente de material compuesto, la fractura no deberá revelar defectos en la estructura.

B.4 Ensayo de presión hidráulica

B.4.1 Procedimiento de ensayo

Un recipiente terminado, sin accesorios pero con las aberturas cerradas, debe soportar una presión hidráulica interna igual a la presión de diseño sin sufrir fugas o distorsiones permanentes, conforme a los siguientes requisitos:

- a) La presión en el recipiente debe aumentar de manera uniforme hasta que la presión final de ensayo sea alcanzada.
- b) La presión final de ensayo debe ser mantenida el tiempo suficiente para que sea posible verificar que la presión no disminuye y que el recipiente es estanco (no este goteando o no tenga fugas).

B.4.2 Interpretación del ensayo

El recipiente no debe presentar ninguna fuga y signos permanentes de deformación.

B.5 Ensayo de hermeticidad

El fabricante debe emplear técnicas de fabricación y aplicar pruebas tales que demuestren a satisfacción del inspector que los recipientes no tienen fugas

B.6 Ensayos hidráulicos adicionales a ser aplicados a los recipientes de material totalmente compuesto

B.6.1 Ensayos cíclicos de presión a temperatura ambiente

B.6.1.1 Procedimiento de ensayo

El recipiente terminado debe ser sometido a un ciclo de presión de un máximo de 20 000 ciclos, según el procedimiento siguiente:

- a) Se llenará el recipiente que se someterá a ensayo con un fluido no corrosivo tal como aceite, agua inhibida o glicol.
- b) Se aplicarán ciclos de presión en el recipiente entre un máximo de 0,3 MPa y un mínimo de 3,0 MPa a una frecuencia que no exceda a 10 ciclos por minuto. Este ciclo debe ser realizado al menos 10 000 veces y continuado hasta las 20 000 veces, a menos que se produzca una fuga antes de la rotura.

B.6.1.2 Interpretación del ensayo

El recipiente no debe fallar ni presentar fugas antes de alcanzar los 10 000 ciclos.

Una vez completados los 10 000 ciclos, el recipiente puede presentar fugas antes de la rotura.

B.6.2 Ensayos cíclicos de presión a alta temperatura

B.6.2.1 Procedimiento de ensayo



El recipiente terminado debe ser sometido al ciclo de presión, sin presentar evidencia de rotura, fuga o desprendimiento de la fibra según el procedimiento siguiente:

- a) Se llena el recipiente a ser ensayado con un fluido no corrosivo tal como aceite, agua inhibida o glicol.
- b) Acondicionar durante 48 horas a 0 MPa, 65 °C, y una humedad relativa del mínima 95 % o mayor.
- c) Aplicar una presión hidrostática durante 3 600 ciclos que no exceda los 10 ciclos por minuto, entre un máximo de 0,3 MPa y un mínimo de 3,0 MPa a 65 °C y 95 % de humedad relativa.

Después de los ciclos de presión a alta temperatura, el recipiente debe ser sometido a la presión de ensayo y a continuación, a la presión hidrostática hasta la rotura de acuerdo con el procedimiento del ensayo de rotura.

B.6.2.2 Interpretación del ensayo

El recipiente debe cumplir con los requisitos del ensayo de presión hidráulica que se define en B.4

El recipiente debe alcanzar una presión de rotura mínima de 85 % de la presión de rotura nominal.

B.6.3 Ensayo de permeabilidad

B.6.3.1 Procedimiento de ensayo

Todos los ensayos deben ser realizados a 40 °C en un recipiente llenado con propano de calidad comercial al 80 % de su capacidad de agua.

El ensayo debe ser realizado durante al menos 8 semanas hasta que se observe la estabilidad de la permeabilidad durante un mínimo de 500 horas.

A continuación, se debe medir el porcentaje de peso perdido por el recipiente.

Se debe registrar la variación de la masa en función del tiempo en un gráfico.

B.6.3.2 Interpretación del ensayo

El índice de masa perdida debe ser menor que 0,15 g/hora como máximo.

B.6.4 Ensayos cíclicos de GLP

B.6.4.1 Procedimiento de ensayo

El recipiente que haya superado el ensayo de permeabilidad debe ser sometido a un ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente conforme a los requisitos del apartado B.6.1

El recipiente debe ser seccionado e inspeccionado en la zona de transición entre la camisa y el reborde del extremo.

B.6.4.2 Interpretación del ensayo

El recipiente debe cumplir con los requisitos del ensayo del ciclo de presión a temperatura ambiente.

La inspección de la zona de transición entre la camisa y el reborde del extremo no debe revelar ningún signo de deterioro, como agrietamiento por fatiga o descarga electrostática.

B.6.5 Ensayo de fluencia a alta temperatura

B.6.5.1 Generalidades

Este ensayo debe ser realizado sólo en recipientes de material totalmente compuesto con una matriz de resina cuya temperatura de transición vítrea (T_g) sea inferior a la temperatura máxima de diseño.

B.6.5.2 Procedimiento de ensayo

Un recipiente acabado debe ser ensayado como se indica a continuación:

- a) El recipiente debe ser sometido a la presión de diseño y mantenerse a una temperatura en relación a la duración del ensayo de acuerdo a la Tabla B.2

Tabla B.2 Temperatura de ensayo para la prueba de fluencia a alta temperatura

T (°C)	Tiempo de exposición (horas)
100	200
95	350
90	600
85	1 000
80	1 800
75	3 200
70	5 900
65	11 000

- b) El recipiente debe ser sometido al ensayo de presión hidráulica.

B.6.5.3 Interpretación del ensayo

El incremento máximo de volumen permitido es del 5 %.

El recipiente debe cumplir con los requisitos establecidos en el ensayo de rotura bajo presión hidráulica y ensayo de presión hidráulico como se establece en los apartados B.3 y B.4 respectivamente.

B.7 Ensayo de Dureza

La dureza de la soldadura y del metal alrededor de la soldadura del recipiente terminado debe ser determinada de acuerdo con la *ISO 6507-1 Materiales metálicos. Ensayo de dureza Vickers. Parte 1: Método de ensayo.*

Para el ensayo, la fuerza F debe estar entre 50 N y 300 N.

La dureza Vickers debe ser determinada en:

- a) El material original
- b) La soldadura
- c) La zona de calentamiento afectada

La dureza Vickers no debe ser mayor que:

- a) 100 HV para el material original con contenido de carbón menor o igual que 0,23 % y R_e menor o igual que 320 N/mm²
- b) 150 HV para el material original con contenido de carbón menor o igual que 0,25 % y R_e menor o igual que 320 N/mm²



B.8 Ensayo de resistencia a la fatiga

Tres recipientes deben ser sometidos a esta prueba. Los recipientes deben ser representativos con respecto al espesor mínimo de pared de acuerdo a su diseño y debe ser rotulado de acuerdo a los requisitos establecidos en el Artículo 5° del presente Reglamento Técnico.

Los recipientes deben ser llenados con un líquido no corrosivo y sometido a sucesivas fluctuaciones de presión hidráulica usando uno de los siguientes procedimientos:

Procedimiento 1

- a) El límite superior de presión de ensayo debe ser 2/3 de la presión de diseño
- b) El límite inferior de la presión de ensayo no debe ser mayor que 10 % del límite superior de la presión de prueba
- c) La frecuencia de las fluctuaciones de presión no deben exceder 0,25 Hz
- d) El recipiente debe ser sometido a 60 000 ciclos
- e) La temperatura sobre la superficie exterior del recipiente no debe exceder de 50 °C durante la prueba
- f) Las partes del recipiente que contengan la presión no deben presentar fugas o roturas.

Procedimiento 2

- a) El límite superior de presión de ensayo debe ser igual a la presión de diseño
- b) El límite inferior de la presión de ensayo no debe ser mayor que 10 % del límite superior de la presión de prueba
- c) La frecuencia de las fluctuaciones de presión no deben exceder 0,25 Hz
- d) El recipiente debe ser sometido a 12 000 ciclos
- e) La temperatura sobre la superficie exterior del recipiente no debe exceder de 50 °C durante la prueba
- f) Las partes del recipiente que contengan la presión no deben presentar fugas o roturas.

Después del ensayo de fatiga, se debe llevar a cabo un ensayo de rotura en uno de los recipientes. La presión de rotura debe ser por lo menos 1,5 veces la presión de diseño.

B.9 Ensayo de resistencia al fuego

B.9.1 Generalidades

El ensayo de resistencia al fuego está concebido para demostrar que un recipiente con todos sus accesorios instalados y con el sistema de protección contra incendios especificado en el diseño no se romperá cuando es ensayado en las condiciones de incendio especificadas.

Los requisitos de este ensayo se consideran cumplidos para cualquier recipiente que comparta las siguientes características con el recipiente ensayado (recipiente primario – ver Tabla G.1):

- a) el mismo propietario de la aprobación de tipo (el propietario del nombre o marca o su representante debidamente acreditado),
- b) el mismo material,
- c) la misma forma ,
- d) las mismas aperturas,
- e) el mismo espesor de pared o mayor,
- f) el mismo diámetro o menor,
- g) la misma altura o menor,



- h) la misma superficie externa o menor,
- i) la misma configuración de los accesorios incorporados al recipiente.

Se permiten adiciones, modificaciones y/o extensiones de los accesorios fijados al recipiente sin volver a realizar el ensayo, si el proveedor del servicio técnico responsable de conducir el ensayo de resistencia al fuego considera improbable que las modificaciones tengan un efecto adverso sobre el resultado del ensayo (ver Tabla G.3).

B.9.2 Procedimiento de ensayo

Dos recipientes, con todos los accesorios fijados, y cubiertos con un material aislante o de protección si es requerido por el diseño del recipiente debe ser sometido al ensayo de resistencia al fuego.

Un recipiente debe ser llenado al 20 % de su volumen con GLP

Un recipiente debe ser llenado al 80 % de su volumen con GLP

B.9.3 Preparación del Recipiente

El recipiente debe ser colocado en su posición de operación normal con el fondo aproximadamente 100 mm por encima del quemador.

Una estructura metálica debe ser usada para evitar la incidencia directa del fuego sobre la válvula, los accesorios y/o el dispositivo limitador de presión, (PRD). La pantalla metálica no debe estar en contacto directo con el sistema de protección de fuego (dispositivo limitador de presión).

Cualquier falla durante el ensayo de la válvula, los accesorios o tubería que no se parte del sistema de protección de fuego debe invalidar el resultado. Cualquier falla durante el ensayo del dispositivo limitador de presión debe invalidar el resultado.

B.9.4 Fuente de fuego

Una fuente de fuego de llama uniforme de 1,65 m de longitud debe proporcionar llama directa que incida sobre la superficie del recipiente a través de todo su diámetro.

Cualquier combustible podrá ser utilizado para proporcionar fuego, a condición de que suministre calor uniforme suficiente para mantener la temperatura de ensayo especificada hasta que se vacíe el recipiente. La selección del combustible deberá realizarse teniendo en cuenta los aspectos de contaminación del aire. La disposición del fuego se registrará con suficiente detalle para asegurar la reproducibilidad de la aportación de calor al recipiente.

Todo fallo o irregularidad de la fuente de fuego durante un ensayo debe invalidar el resultado.

B.9.5 Mediciones de temperatura y presión

Durante el ensayo de resistencia al fuego se deben medir las siguientes temperaturas y presiones:

- a) La temperatura del fuego justo debajo del recipiente, en dos puntos como mínimo, separados por un máximo de 0,75 m.
- b) La presión en el interior del recipiente.

Termopares pueden ser introducidos en los bloques metálicos de menos que 25 mm². Durante el ensayo, se debe registrar las temperaturas de los termopares y la presión del recipiente a intervalos de 30 segundos o menos.



B.9.6 Requisitos generales de ensayo

Inmediatamente después de la ignición, el fuego debe incidir directamente sobre la superficie total del recipiente por encima de la fuente de fuego.

Cinco (05) minutos después de la ignición, al menos un termopar debe indicar que la temperatura de la llama debajo del recipiente a alcanzado por lo menos 590 °C. Esta temperatura debe ser mantenida durante el tiempo de duración del ensayo.

El ensayo es finalizado, cuando la presión dentro del recipiente es igual a la presión atmosférica.

B.9.7 Resultados aceptables

El contenido del recipiente de metal debe ser descargado a través del dispositivo limitador de presión y el recipiente no debe romperse.

El contenido del recipiente de material compuesto debe ser descargado través del dispositivo limitador de presión y/o a través de la pared del recipiente y no debe romperse.

Todos los recipientes de la misma familia cumplen con el requisito de este ensayo si el recipiente con la mayor superficie externa ha pasado la prueba.

B.10 Examen de soldaduras

B.10.1 Inspección visual de la soldadura

El fabricante debe inspeccionar visualmente todas las soldaduras de los recipientes

Durante la inspección, la superficie de la soldadura debe estar bien iluminada y estar libre de grasa, polvo y residuos o cualquier forma de recubrimiento.

El exceso de espesor de soldadura no debe exceder del 25 % del ancho de la soldadura.

Toda soldadura debe tener un acabado uniforme, sin concavidades y debe fusionarse con el material original sin rebajas o regularidades abruptas

B.10.2 Inspección radiográfica de soldaduras

B.10.2.1 Procedimiento para la inspección radiográfica

Las soldaduras deben radiografiarse de acuerdo con lo establecido en esta cláusula o en la *ISO 17635 Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Reglas generales para los materiales metálicos*.

Cuando se utilice un indicador de hilo metálico, la parte de hilo visible de menor diámetro no debe exceder el valor de 0,10 mm.

Cuando se utiliza un tipo indicador de alambre, el diámetro más pequeño del alambre visible no debe exceder el valor de 0.10 mm. Cuando se utilice un tipo de indicador escalonado y perforado, el diámetro del agujero visible más pequeño no debe exceder de 0,25 milímetros

En el caso de recipientes de dos piezas, debe realizarse una inspección radiográfica en 100 mm de las soldaduras a tope circunferenciales, como se describe en la Figura B.1.

“Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad”
“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

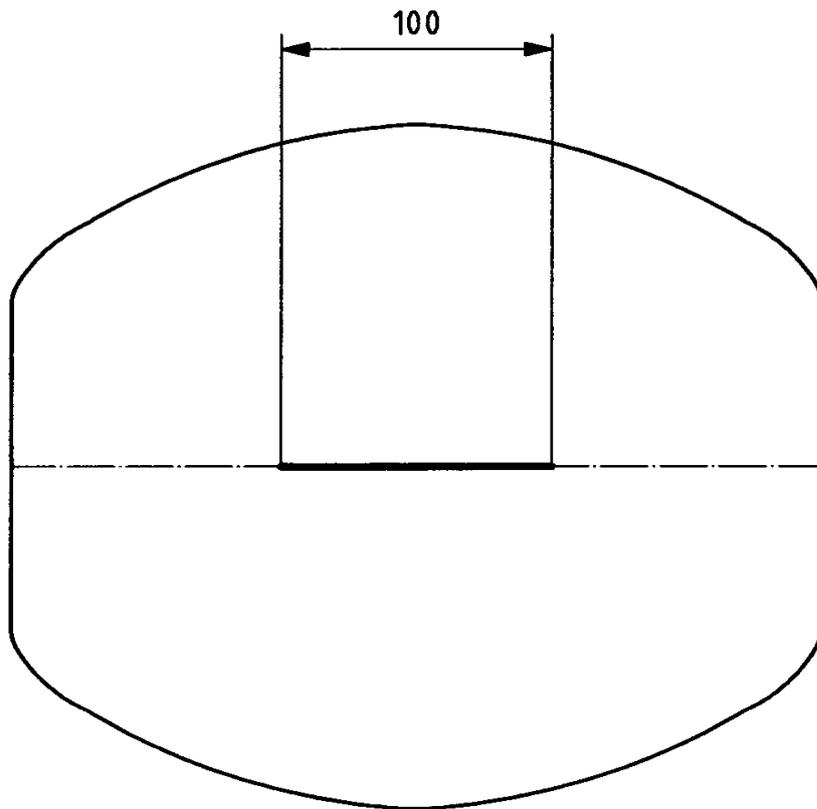


Figura B.1 - Radiografía de soldadura para recipientes con soldadura circunferencial solamente

En el caso de recipientes de más de dos piezas, debe realizarse una inspección radiográfica en cada intersección de soldadura y a 100 mm de la soldadura longitudinal adyacente. La soldadura circunferencial adyacente de cada intersección debe también ser radiografiada en 25 mm a cada lado de la intersección de acuerdo a lo indicado en la Figura B.2

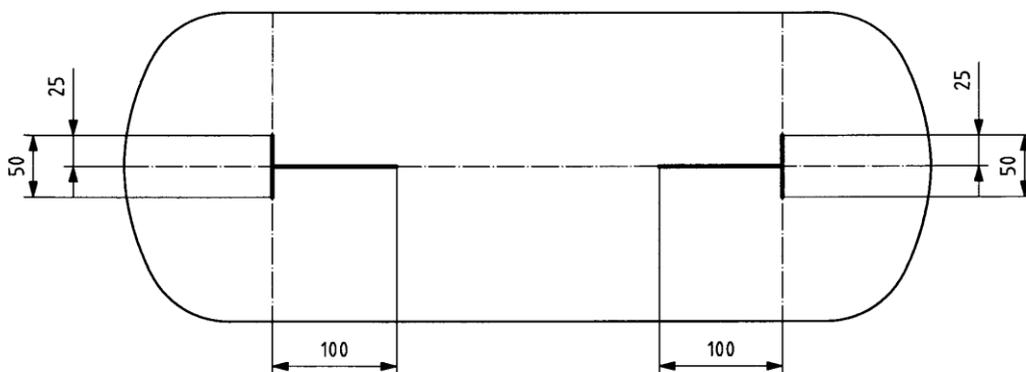


Figura B.2 Radiografía de soldadura para recipientes con soldadura circunferencial y longitudinal



B.10.2.2 Frecuencia de la inspección radiográfica

Las inspecciones de las soldaduras deben ser realizadas en el primer recipiente de cada cambio de turno en una producción continua y en el evento en que la producción sea interrumpida por un periodo mayor que 16 horas, el primer recipiente soldado de ser radiografiado.

Adicionalmente, dependiendo del factor de soldadura las siguientes inspecciones radiográficas deben ser realizadas:

Cuando $z = 0,85$	1 en 200 recipientes para un proceso de soldadura automático
Cuando $z = 0,85$	1 en 100 recipientes para un proceso de soldadura semi-automático
Cuando $z = 1$	1 en 20 recipientes para un proceso de soldadura automático
Cuando $z = 1$	1 en 10 recipientes para un proceso de soldadura semi-automático

B.10.2.3 Criterios de aceptación del ensayo

El productor debe asegurarse de que la soldadura a tope presente una penetración total sin ninguna desviación de la costura de soldadura. La fusión del material de relleno con el material original debe ser suave y libre de grabados

Para recipientes con un espesor de pared mayor o igual que 4 mm, las inclusiones relacionadas a continuación se consideran aceptables:

- Toda inclusión de gas que mida no más de $a/4$ mm.
- Toda inclusión de gas que mida más de $a/4$ mm pero no más de $a/3$ mm, el cual está a más de 25 mm de otra inclusión de gas que mida más de $a/4$ mm y no más de $a/3$ mm.
- Toda inclusión alargada o todo grupo de inclusiones redondeadas en una fila donde la longitud representada, sobre un tramo de soldadura de $12a$, no sea mayor que 6 mm.
- Inclusiones de gas sobre cualquier tramo de soldadura de 100 mm, donde el área total de todas las inclusiones no sea mayor que $2a$ mm².

Para recipientes con un espesor de pared menor que 4 mm, las inclusiones relacionadas a continuación se consideran aceptables:

- Toda inclusión de gas que mida no más de $a/2$ mm.
- Toda inclusión de gas que mida más de $a/2$ mm pero no más de $a/1,5$ mm, el cual está a más de 25 mm de otra inclusión de gas que mida más de $a/2$ mm y no más de $a/1,5$ mm.
- Toda inclusión alargada o todo grupo de inclusiones redondeadas en una fila donde la longitud representada, sobre un tramo de soldadura de $12a$, no sea mayor que 6 mm.
- Inclusiones de gas sobre cualquier tramo de soldadura de 100 mm, donde el área total de todas las inclusiones no sea mayor que $2a$ mm².

Si estas inspecciones radiográficas revelan defectos no aceptables, todos los pasos necesarios deben ser tomados para examinar la producción en cuestión y eliminar los defectos.

B.11 Ensayo de impacto

B.11.1 Generalidades

A elección del fabricante, la totalidad de los ensayos de impacto pueden ser realizados en un único recipiente o cada ensayo puede efectuarse en un recipiente distinto.

B.11.2 Procedimiento de ensayo

Para el presente ensayo, el líquido será una mezcla de agua y glicol u otro líquido con un punto de congelación bajo que no cambie las propiedades del material del recipiente.

Un recipiente lleno del líquido de ensayo hasta un peso igual al de un recipiente lleno al 80 % de GLP con una masa de referencia de 0,568 kg/l, es proyectado, paralelamente al eje longitudinal (eje x de la Figura B.3) del vehículo en el que está prevista su instalación, a una velocidad, V de 50 km/h, contra una cuña de material sólido, fijada horizontalmente, perpendicular al movimiento del recipiente.

El centro de la cuña debe estar instalado en el mismo plano horizontal que el centro de gravedad del recipiente.

La cuña debe tener un ángulo α de 90 grados y el punto de impacto debe ser redondeado con un radio máximo de 2,5 mm.

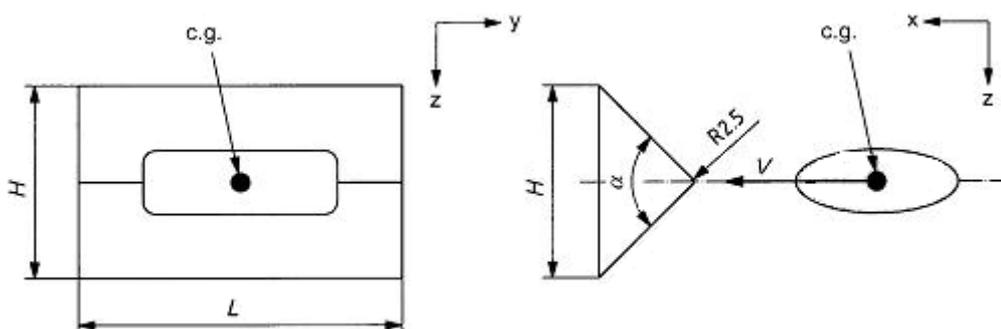
La longitud de la cuña, L , debe ser por lo menos igual al ancho del recipiente con respecto a su movimiento durante el ensayo. La altura, H , de la cuña debe ser al menos, 600 milímetros.

En el caso donde un recipiente puede ser instalado en más de una posición en el vehículo, cada posición debe ser ensayada.

Después de este ensayo, el recipiente debe ser sometido al ensayo hidráulico como se define en B.4.

B.11.3 Interpretación del ensayo

El recipiente debe cumplir con los requisitos del ensayo hidráulico como se define en B.4.



Símbolos:

c.g	centro de gravedad
H	altura de la cuña
L	longitud de la cuña
α	ángulo de la cuña
r	radio
V	velocidad

Figura B.3 Descripción del procedimiento del ensayo de impacto



B.12 Ensayo de caída

B.12.1 Procedimiento de ensayo

Un recipiente acabado será sometido al ensayo de caída a temperatura ambiente sin presurización interna ni válvulas.

La superficie sobre la que caerán los recipientes debe ser suave, una zona o suelo de concreto. La altura de caída debe ser de 2 m (medido desde el punto más bajo del recipiente)

El mismo recipiente vacío debe caer:

- en posición horizontal,
- verticalmente sobre cada extremo,
- con un ángulo de 45°.

A continuación del ensayo de caída, el recipiente se somete a un ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente conforme a lo establecido en B.6.1

B.12.2 Interpretación del ensayo

Los recipientes deben cumplir con los requisitos del ensayo de ciclos de presión a temperatura ambiente de acuerdo con los requisitos establecidos en B.6.1.

B.13 Ensayo de torsión de los rebordes

B.13.1 Procedimiento de ensayo

Los rebordes extremos del recipiente deben ser resistentes a la rotación y a la torsión de dos veces el especificado por el fabricante para la instalación de la válvula o del PRD, aplicado a cada uno de los rebordes extremos, primero en el sentido de ajuste de la conexión roscada y luego en el sentido contrario de ajuste, y finalmente otra vez en el sentido de ajuste.

Luego, el recipiente debe ser sometido al ensayo hidráulico de acuerdo a lo establecido en B.4.

B.13.2 Interpretación del ensayo

El recipiente debe cumplir con los requisitos del ensayo hidráulico que se indica en B.4.

B.14 Ensayo en medio ácido

B.14.1 Procedimiento de ensayo

Un recipiente acabado debe ser expuesto durante 100 horas a una solución de ácido sulfúrico al 30 % (ácido de baterías con una gravedad específica de 1,219) mientras es sometido a la presión de diseño.

Durante el ensayo, la solución de ácido sulfúrico debe cubrir un mínimo del 20 % de la superficie total del recipiente.

A continuación, el recipiente debe ser sometido a un ensayo de rotura bajo presión hidráulica según lo indicado en B.3.

B.14.2 Interpretación del ensayo



La presión de rotura medida debe ser como mínimo el 85 % de la presión de rotura nominal del recipiente.

B.15 Ensayo de radiación ultravioleta (UV)

B.15.1 Procedimiento de ensayo

La prueba de exposición a radiación ultravioleta (UV) debe ser llevada a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el numeral 5.7 de la *ISO 12097-2 Road Vehicles. Airbag componentes. Part 2: Testing of airbag modules*.

Si la capa exterior tiene una función de carga, el recipiente debe ser sometido al ensayo de rotura bajo presión hidráulica, conforme a los requisitos de B.3, después de haber sido expuesto.

B.15.2 Interpretación del ensayo

Después de la exposición a la radiación UV, ningún daño visible debe ser observado sobre la capa exterior.

Si la capa exterior tiene una función de carga, el recipiente debe cumplir con los requisitos del ensayo de rotura bajo presión hidráulica indicado en B.3.

ANEXO C
TOLERANCIA SOBRE LA POSICIÓN DEL PLATO O ANILLO

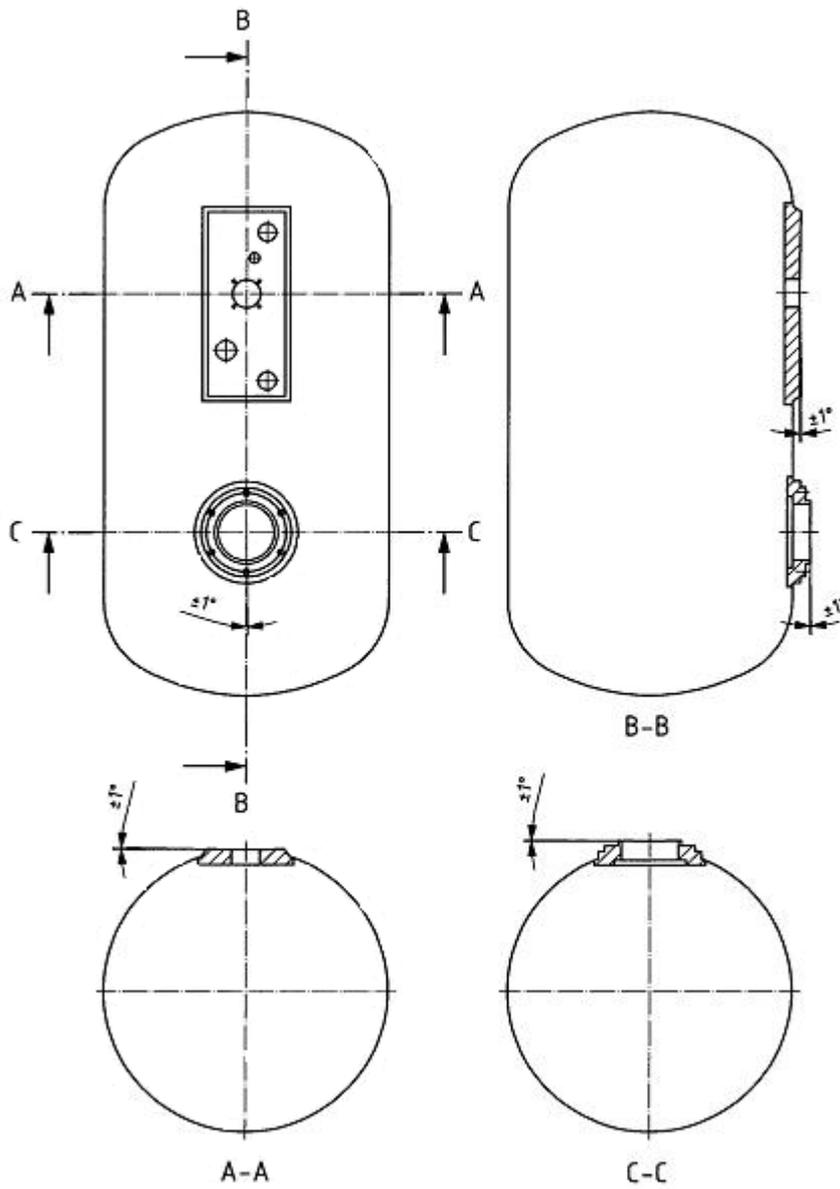
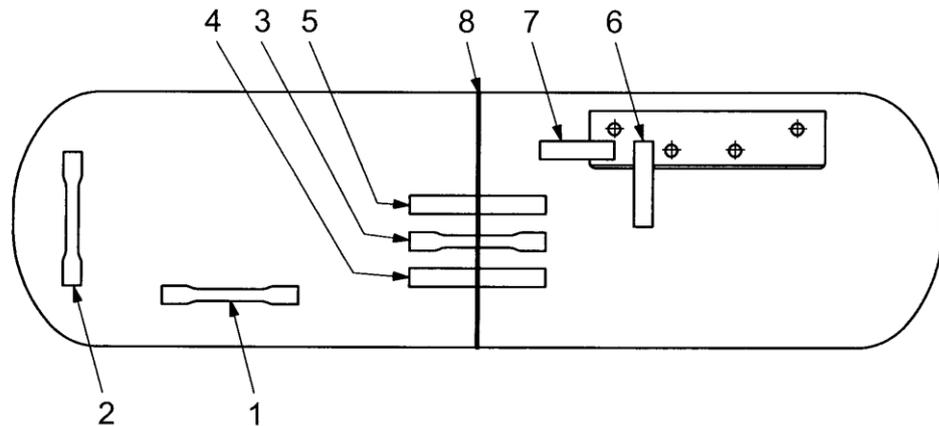


Figura C.1 - Tolerancia sobre la posición del plato o anillo

ANEXO D
UBICACIÓN DE LAS PROBETAS DE ENSAYO PARA RECIPIENTES DE METAL

D.1 Ubicación de las probetas de ensayo a partir de 2 secciones del recipiente

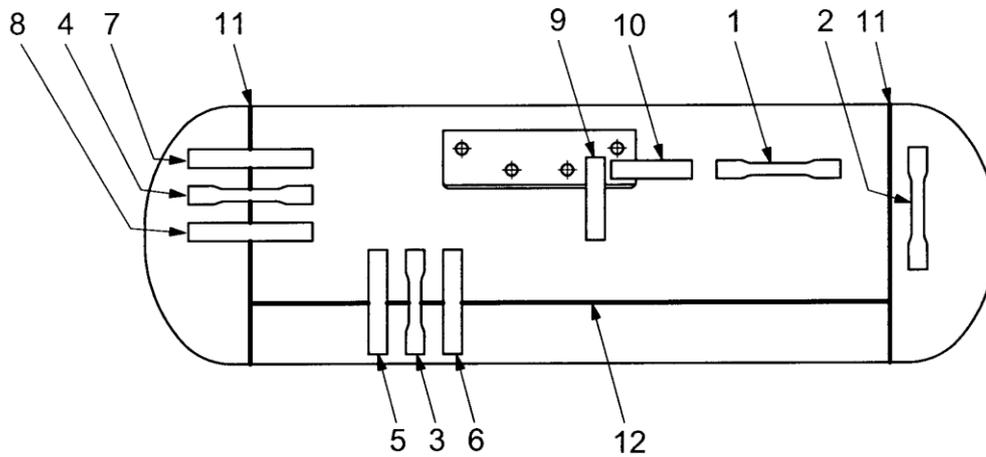


Símbolos

- 1, 2 Ensayo de tracción en el material original .
- 3 Ensayo de tracción sobre una soldadura circunferencial.
- 4 Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie interior en tensión.
- 5 Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie exterior en tensión.
- 6,7 Macro secciones a través de la válvula de reborde/placa de soldadura (bloque de válvulas de montaje lateral ver Figura D.3).
- 8 Soldadura circunferencial

Figura D.1 Recipientes con soldaduras circunferenciales exclusivamente y bloques de válvulas de montaje lateral; ubicación de las probetas.

D.2 Ubicación de las probetas de ensayo a partir de 3 secciones del recipiente

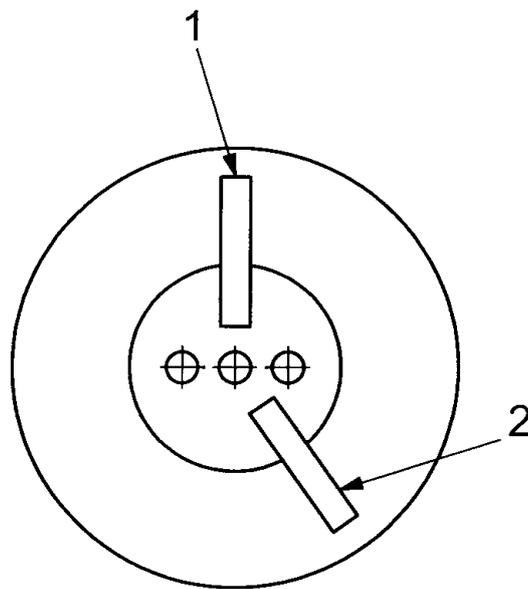


Símbolos

- 1 Ensayo de tracción en el material original.
- 2 Ensayo de tracción en el material original del fondo.
- 3 Ensayo de tracción en una soldadura longitudinal.
- 4 Ensayo de tracción en una soldadura circunferencial.
- 5 Ensayo de doblado en una soldadura longitudinal, con la superficie interior en tensión.
- 6 Ensayo de doblado en una soldadura longitudinal, con la superficie exterior en tensión.
- 7 Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie interior en tensión.
- 8 Ensayo de doblado en una soldadura circunferencial, con la superficie exterior en tensión.
- 9, 10 Macrosecciones a través de la válvula de reborde/placa de soldadura (bloque de válvulas de montaje lateral, ver Figura D.3)
- 11 Soldadura circunferencial
- 12 Soldadura longitudinal

Figura D.2 Recipientes con soldadura circunferencial y longitudinal, ubicación de las probetas

D.3 Ubicación de macrosecciones para la válvula de reborde/placa de soldadura



Símbolos

1,2 macrosecciones para la válvula de reborde/placa de soldadura

Figura D.3 Recipientes con soldaduras circunferenciales exclusivamente y reborde/placa de válvula montado en un extremo.

ANEXO E
PROBETAS DE ENSAYO PARA PRUEBAS MECÁNICAS EN RECIPIENTES METÁLICOS

Dimensiones en milímetros

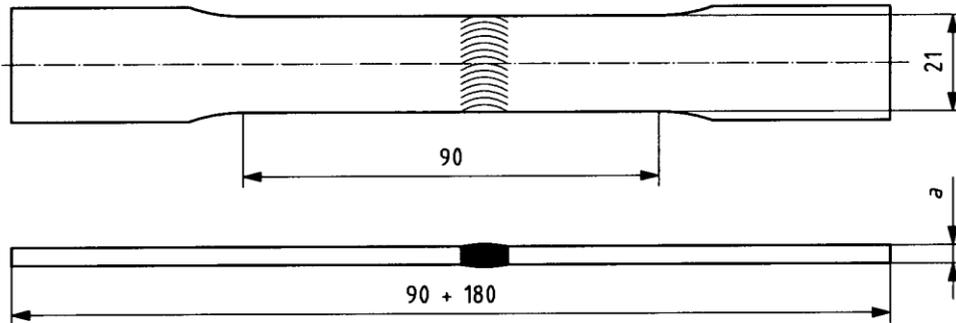


Figura E.1 Probetas para el ensayo de tracción perpendicular a la soldadura.

Dimensiones en milímetros

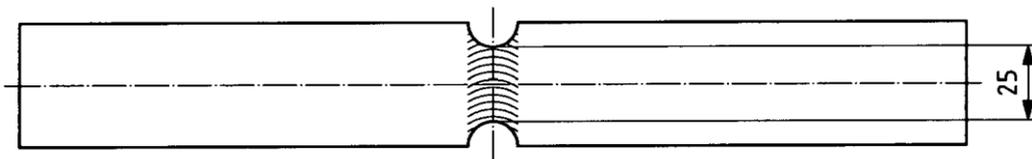
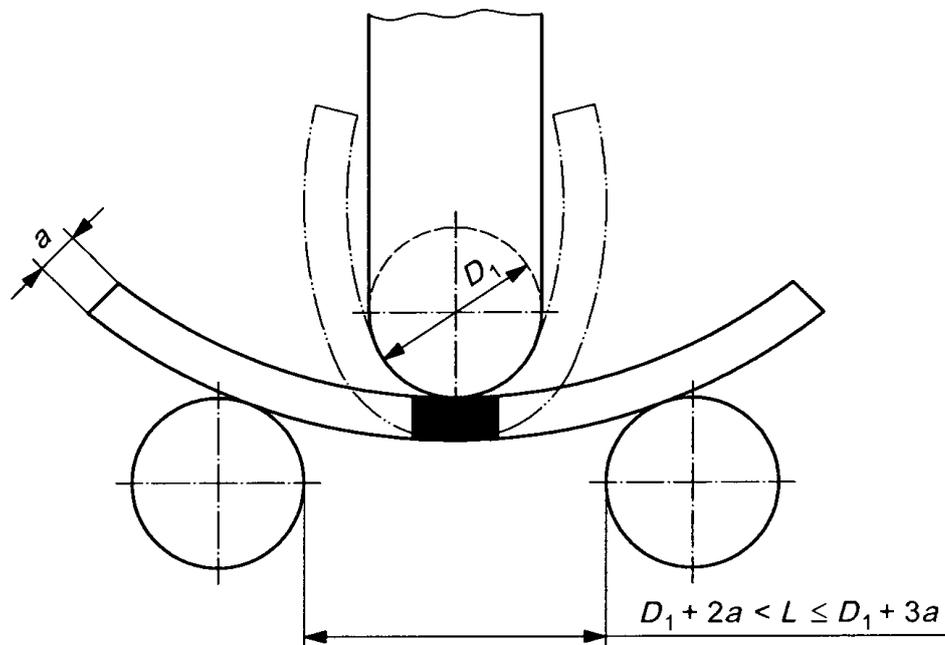


Figura E.2 Muesca para el ensayo de rotura y doblado



Nota. Para símbolos ver Anexo J

Figura E.3 Ilustración del ensayo de doblado

ANEXO F

MÉTODOS DE ENSAYO PARA RECIPIENTES TOTALMENTE DE MATERIAL COMPUESTO

F.1 Resistencia química

Los materiales utilizados en los recipientes totalmente de material compuesto se deben ensayar durante 72 horas a temperatura ambiente según la norma *ISO 175 Plastics. Methods of test for the determination of the effects of immersion in liquid chemicals*.

Demostrar la resistencia química mediante datos de publicaciones, también es permitido.

El material debe ser compatible con los siguientes agentes químicos:

- a) líquido de frenos;
- b) líquido limpiaparabrisas;
- c) líquido refrigerante;
- d) gasolina sin plomo;
- e) solución de agua desionizada, cloruro de sodio 2,5 % en masa $\pm 0,1$ %, cloruro de calcio 2,5 % en masa $\pm 0,1$ % y ácido sulfúrico en una solución suficiente para obtener un pH $4,0 \pm 0,2$.

Criterios de aceptación del ensayo

- a) Alargamiento: Después del ensayo, el alargamiento debe ser como mínimo un 85 % del alargamiento inicial. El alargamiento de un elastómero, después del ensayo, debe ser como mínimo, equivalente al alargamiento inicial.
- b) Para los componentes estructurales (p. ej., fibras): La resistencia residual de un componente estructural después del ensayo debe ser como mínimo el 80 % de la resistencia a la tracción original.
- c) Componentes no estructurales (p. ej., revestimientos): No se permiten los agrietamientos visibles.

F.2 Estructura del material compuesto

- a) Fibras integradas en una matriz
 - Propiedades de tracción:
 - ASTM 3039 Compuestos fibra-resina
 - ASTM D2343 Vidrio, aramida (propiedades de tracción, hilos, vidrio)
 - ASTM D4018.81 Carbono (propiedades de tracción de filamentos continuos) con observaciones especiales para la matriz
 - Propiedades de cizallamiento:
 - ASTM D2344 (Resistencia al cizallamiento interlaminar de un compuesto de fibras paralelas mediante el método de viga corta)
- b) Fibras secas sobre una forma isotensoide
 - Propiedades de tracción: ASTM D4018.81 Carbono (filamento continuo), otras fibras

F.3 Revestimiento protector

La radiación UV degrada los materiales poliméricos cuando están sometidos directamente a la luz solar. Dependiendo de la instalación, el fabricante debe demostrar una “vida segura” para el revestimiento.

F.4 Componentes termoplásticos

La temperatura de reblandecimiento Vicat de un componente termoplástico está definido en la *ISO 306 Plastics. Thermoplastic materials. Determination of Vicat softening temperature (VST)* deberá ser superior a 70 °C. Para componentes estructurales, dicha temperatura debe ser mínimo 75 °C.

F.5 Componentes termoendurecibles

La temperatura de reblandecimiento Vicat de un componente termoendurecible debe ser superior a 70 °C.

F.6 Componentes elastoméricos

La temperatura de transición vítrea (T_g) de un componente elastomérico debe ser menor que – 40 °C. Dicha temperatura debe ser ensayada conforme a la norma *ISO 6721 Plastics. Determination of dynamic mechanical properties*.

El punto de transición T_g se determina a partir del diagrama del módulo de conservación en función de la temperatura determinando la temperatura en la intersección de las dos tangentes, que representan las pendientes del gráfico antes y después de la pérdida dramática de rigidez

ANEXO G

PROCEDIMIENTO PARA LA CERTIFICACION DEL ENSAYO DE TIPO/RENDIMIENTO DE LOS RECIPIENTES

G.1 PROCEDIMIENTO PARA LA CERTIFICACION DEL ENSAYO DE TIPO (RENDIMIENTO) DE LOS RECIPIENTES

G.1.1 Solicitud para la certificación

La solicitud para la certificación del ensayo de tipo (rendimiento) de recipiente, deberá ser presentada por el titular del nombre comercial o marca o por su representante debidamente acreditado.

La solicitud debe ir acompañada de los siguientes documentos:

- Una memoria descriptiva detallada del tipo de recipiente (ver G.5)
- Planos del recipiente, con suficientemente detalle y a una escala adecuada;
- Información del cumplimiento de este Reglamento Técnico;

Los documentos mencionados deben contener:

- Cálculos de diseño del recipiente;
- Descripción detallada de la fabricación del recipiente;
- Los informes de los ensayos que se han llevado a cabo al recipiente;
- Los documentos de calificación de los procedimientos de soldadura según la norma ISO 15614-1;
- Documentos de la calificación de los soldadores de acuerdo con la norma ISO 9606;
- Documentos del tratamiento térmico o gráficos de las partes del recipiente o de todo el recipiente, en caso de que las partes del recipiente haya deformado más de 5%.

A solicitud del responsable para realizar los ensayos de certificación, se deben proporcionar las muestras del recipiente. A solicitud se deben proporcionar muestras adicionales.

G.1.2 De los documentos que acompañan la solicitud

G.1.2.1 Planos de diseño

Los planos de diseño deben mostrar al menos lo siguiente:

- a) Título del plano, número/ código de referencia, fecha de edición y nombre del responsable del diseño, razón social del productor,
- b) Referencia a este Reglamento Técnico,
- c) Identificación de la norma técnica aplicable al recipiente para GLP vehicular,
- d) Identificación del material del recipiente para GLP vehicular,
- e) Temperatura de diseño,
- f) Presión de diseño,
- h) La capacidad de agua en litros de los recipientes para GLP vehicular y sus tolerancias (Véase Anexo A 6.3)
- i) Las especificaciones completas de los materiales, del recipiente para GLP vehicular, incluidas las propiedades mecánicas y químicas mínimas o rangos de tolerancia,
- j) Otros datos, relacionados al uso previsto del recipiente para GLP vehicular.

G.1.2.2 Resultados de los ensayos de Tipo (Rendimiento)

Los ensayos a realizar, según que el recipiente sea metálico o de material compuesto, se detallan en la Tabla 1 y Tabla 2, numerales A.3.2 y A.3.3. Los ensayos a ser realizados después de un cambio de diseño se detallan en la Tabla 3 numeral A.3.4.

G.1.2.3 Información de los materiales de los recipientes compuestos

- a) Resistencia química,
- b) Estructura de componentes,
- c) Revestimiento de protección,
- d) Componentes termoplásticos,
- e) Componentes termoestables,
- f) Componentes elastómeros,

G.1.3 Certificado de aprobación de prototipo

Si los resultados de la evaluación del diseño, de acuerdo con los apartados del G.1.2.1 y los resultados de los ensayos de tipo (rendimiento) de acuerdo con el apartado G.1.2.2, según sean apropiados para el diseño del recipiente para GLP vehicular en particular, son satisfactorios, el Organismo Autorizado debe expedir un certificado de aprobación de Ensayo de Tipo. El certificado debe cumplir con lo establecido en el Anexo I.

G.1.4 Modificación del diseño del recipiente tipo y ampliación de la certificación

Toda modificación del diseño del recipiente tipo debe ser notificada a la autoridad competente que administra el otorgamiento de la certificación de tipo.

La autoridad competente podrá:

- Considerar que las modificaciones probablemente no tendrán consecuencias negativas apreciables y que el recipiente sigue cumpliendo con los requisitos, o
- Examinar si el reensayo será parcial o completa.

G.1.5 Cese definitivo de la producción del tipo de recipiente

Si el titular de una certificación, cesa completamente la fabricación de un tipo de recipiente aprobado de conformidad con este reglamento técnico, deberá informar a la autoridad que otorgó la certificación.

G.1.6 Características del recipiente tipo:

- a) Fabricante:
- b) Forma:
- c) Material:
- d) Aberturas:
- e) Espesor de la pared: mm
- f) Diámetro: mm
- g) Altura: mm
- h) Superficie exterior: cm²

G.1.7 Lista de recipientes que comparten las características del recipiente tipo

Las listas de los recipientes que comparten las características del recipiente tipo deben indicar el diámetro/altura, espesor de pared, la superficie exterior.

Tabla G.1 – Lista de características del recipiente tipo

N°	Tipo	Diámetro / altura Mm	Espesor de pared mm	Superficie exterior cm ²

G.2 CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN – PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

G.2.1 La conformidad de la producción del recipiente es verificada de acuerdo con los siguientes requisitos:

- El recipiente debe ser fabricado de acuerdo a los requisitos de este reglamento técnico.
- Se han llevado a cabo los apropiados controles de la producción.
- Los requisitos mínimos para la conformidad de las pruebas de control de la producción se describen en el Anexo A.
- La autoridad que haya otorgado la certificación podrá verificar en cualquier momento la conformidad de los métodos de control aplicados en cada planta de producción, la frecuencia mínima de estas verificaciones será de una vez al año.

G.2.2 El productor debe especificar los métodos y procedimientos de control, de acuerdo con un sistema de aseguramiento de la calidad que cumpla con las siguientes condiciones:

- a) Control de calidad del material, partes y componentes originales
- b) Calibración de los equipos y medios de medición usados en los procesos productivos y en la inspección
- c) Inspección en proceso e inspección del producto final a cargo del Organismo Autorizado.
- d) Registros de calidad de los ensayos exigidos en el Anexo A, del presente Reglamento Técnico, a cargo de los Organismos Autorizados.
- e) Procedimiento para el tratamiento de los productos no conformes.

G.3 Ensayos de lotes de producción

G.3.1 Requisitos generales:

Se deben realizar los ensayos de lote con recipientes terminados, representativos de la producción normal y que estén completos con sus marcas, rótulos o etiquetas de identificación, puestos a evaluación por el productor. Los recipientes necesarios para los ensayos deben ser seleccionados por el Organismo Autorizado, de manera aleatoria en cada lote. Si se ensayan más recipientes de los que requiere este Reglamento Técnico se deben registrar y reportar todos los resultados.

G.3.2 Ensayos requeridos,

Someter a los recipientes al programa de ensayos descritos en el Anexo A del presente Reglamento Técnico, conforme la Tabla 1 numeral A.3.2 y Tabla 2 numeral A.3.3.

G.4 Certificado de aceptación de lote de producción

Si los resultados de los ensayos de lote de producción, son satisfactorios, el productor y el Organismo Autorizado deben firmar el certificado de aceptación denominado "Certificado o Informe de Inspección". El Certificado o Informe deberá cumplir con lo dispuesto en el Anexo I.

G.5 Falla en cumplir los requisitos del ensayo

Se debe seguir lo indicado en el párrafo B.1.3 numerales B.1.3.1 Y B.1.3.2.

ANEXO H SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN

H.1 Elementos de los sistemas de certificación

H.1.1 Solicitud de certificación:

Donde se identifique el sistema de certificación, el producto objeto de la certificación y el nombre y dirección del productor y cuando corresponda el representante legal del productor.

H.1.2 Evaluación de la documentación:

Que incluye la evaluación de los procedimientos, manual de aseguramiento de la calidad, manual de la calidad, diseños u otros según corresponda al sistema de certificación.

H.1.3 Evaluación inicial:

Que incluye según corresponda la evaluación del sistema de aseguramiento de la calidad o del sistema de gestión de la calidad del productor. Asimismo, incluye la toma de muestras de la fábrica, del mercado o ambos según corresponda para los ensayos.

H.1.4 Ensayos:

Incluye la realización de todos los ensayos establecidos en el presente Reglamento Técnico.

H.1.5 Revisión:

Incluye la evaluación de los resultados obtenidos para determinar el cumplimiento con los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico.

H.1.6 Decisión:

Si los requisitos han sido cumplidos se determina el otorgamiento del certificado de conformidad, puede incluir la licencia para el uso de una marca de conformidad en los productos certificados.

H.1.7 Seguimiento:

Una vez otorgado el certificado de conformidad, se realizarán evaluaciones de seguimiento que incluyen la evaluación del sistema de aseguramiento de la calidad del productor y ensayos en muestras de la fábrica. En función a los resultados obtenidos se determina el mantenimiento de la certificación.

H.2 Sistema de Certificación de Ensayo de Tipo (incluyendo el diseño) y evaluación del Sistema de aseguramiento de la calidad, con seguimiento del sistema de aseguramiento de la calidad y ensayo de lotes tomados de fábrica.

H.2.1 El ensayo de tipo incluye los ensayos de los tipos o muestras del producto y la evaluación del diseño. Las muestras tomadas de los lotes de fábrica deben ser tomadas mediante planes de muestreo estadísticos.

H.2.2 El sistema de aseguramiento de la calidad debe incluir como mínimo lo siguiente:

- a) Control de calidad de los productos,
- b) Calibración de los equipos usados en el proceso productivo y en la inspección
- c) Inspección en proceso e inspección en el producto final
- d) Registros de calidad referentes a los ensayos exigidos en este Reglamento Técnico
- e) Procedimientos usados para el tratamiento de productos no conformes.

H.2.3 El seguimiento del sistema de aseguramiento de la calidad debe realizarse por lo menos 1 vez al año.

H.2.4 Para el seguimiento en fábrica se realizarán los ensayos establecidos en el numeral A.3.2 y A.3.3 del Anexo A del presente reglamento técnico.

H.2.5 Los ensayos de lotes tomados de fábrica.
Someter a los recipientes a los ensayos indicados en el Anexo A numeral A.3.2 y A3.3 del presente reglamento técnico.

ANEXO I
CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD Y CERTIFICADO O INFORME DE INSPECCIÓN

I.1 El certificado de aprobación de tipo deberá contener como mínimo la siguiente información:

- a) Nombre y dirección del Organismo emisor;
- b) Nombre y dirección del productor;
- c) Nombre y dirección el representante del productor, si es aplicable;
- d) Número de Certificado;
- e) Referencia al Reglamento Técnico o Norma Técnica bajo el cual se expide el Certificado;
- f) Marca y modelo;
- g) Descripción del Recipiente;
 - Clase de recipiente;
 - Forma;
 - Material;
 - Aberturas;
 - Espesor de pared, en mm;
 - Diámetro, en mm;
 - Altura, e mm;
 - Superficie externa, en cm²;
 - Presión de servicio.
- h) Indicación de la aprobación del producto;
- i) Fecha de emisión del certificado; y,
- j) Fecha de vigencia del certificado, si es aplicable

I.1.2 Informe de fabricación y certificado o informe de inspección.

I.1.2.1 Generalidades.

El informe de fabricación y certificado de informe de inspección debe contener la información que se indica en el numeral I.1.1.2 de este anexo y debe estar firmado por el representante autorizado del productor y el Organismo Autorizado. El informe de fabricación y certificado o informe de inspección y la documentación técnica que lo sustenta deberá ser archivado por un periodo no menor que 15 años o durante toda la vida útil del recipiente.

Por solicitud, el productor del recipiente deberá entregar al comprador del mismo no menos que la información requerida I.1.1.2.

I.1.2.2 Informe de fabricación y certificado de conformidad.

El informe de fabricación y certificado o informe de inspección incluye los siguientes datos, además de los datos de los ensayos requeridos para aprobación del diseño:

- a) Planos y cálculos del diseño;
- b) Identificación del material del recipiente y certificado de análisis y resultados de cualquier ensayo no destructivo de lotes de los materiales con los cuales se fabricaron los recipientes en particular;
- c) Resultados de los ensayos mecánicos, químicos y no destructivos del recipiente o del recipiente interno y de cualquier recubrimiento;
- d) Capacidad de agua de cada recipiente, en litros (l);

- e) Resultados de los ensayos de presión indicando (si es el caso) que la expansión volumétrica registrada para el recipiente es inferior al máximo permitido y declarado;
- f) Diseño mínimo y espesor real del recipiente; el recipiente interno y el recubrimiento; y,
- g) Tara real de la masa (kg).

ANEXO J SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolos y términos abreviados

<i>a</i>	es el espesor mínimo calculado del cuerpo cilíndrico en mm,
<i>b</i>	es el espesor de pared calculado de los extremos cóncavos en mm,
<i>C</i>	es el factor de forma.
<i>c.g</i>	es el centro de gravedad,
<i>D</i>	es el diámetro exterior nominal del recipiente, en mm,
<i>F</i>	es la fuerza en N,
<i>g</i>	es la gravedad en m/s ² ,
<i>h</i>	es la altura de la parte cilíndrica del extremo cóncavo en mm,
<i>H</i>	es la altura exterior de la parte cóncava del extremo del recipiente en mm,
<i>Hw</i>	la altura de la cuña en mm,
<i>Lw</i>	es la longitud de la arista en mm,
<i>n</i>	es la relación entre el diámetro del mandril de la máquina de ensayo de flexión y el espesor de la muestra de ensayo
<i>Pb</i>	es la presión máxima medida en el ensayo de rotura en MPa,
<i>P_h</i>	es la presión de diseño en MPa,
<i>r</i>	es el radio interior del doblado del extremo cóncavo del recipiente cilíndrico estándar en mm,
<i>R</i>	es el radio del disco interior del extremo cóncavo de un recipiente cilíndrico estándar en mm,
<i>Re</i>	es el esfuerzo de fluencia en MPa mínimo garantizado por el productor del recipiente, para el material original,
<i>Rg</i>	es la resistencia a la tracción mínima en MPa especificados por la norma de material,
<i>Rm</i>	es la resistencia a la tensión real en MPa,
<i>Tg</i>	es la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina, en °C,
<i>V</i>	es la velocidad en km / h,
<i>z</i>	es el factor de soldadura,
<i>HV</i>	es la dureza Vickers.
<i>PRD</i>	es el dispositivo de alivio de presión,
<i>PRV</i>	es la válvula de alivio de presión,
<i>UV</i>	es ultra-violeta.