

**REGLAMENTO  
TÉCNICO  
CENTROAMERICANO**

**RTCA 23.01.29:05**

---

**RECIPIENTES A PRESION.  
CILINDROS PORTÁTILES PARA CONTENER GLP.  
ESPECIFICACIONES DE FABRICACION.**

---

CORRESPONDENCIA: Este reglamento técnico es una adaptación de las especificaciones que aparecen en el Código 49 CFR 178 (US DOT).

ICS 23.020.30

RTCA 23.01.29:05

---

Reglamento Técnico Centroamericano, editado por:

- Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, MIFIC
- Secretaría de Industria y Comercio, SIC
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio, MEIC

## **INFORME**

Los respectivos Comités Técnicos de Normalización a través de los Entes de Normalización de los Estados Parte del Protocolo al Tratado General de Integración Económica Centroamericana –Protocolo de Guatemala-, son los organismos encargados de realizar el estudio o la adopción de las Normas Técnicas o Reglamentos Técnicos. Están conformados por representantes de los sectores Académico, Consumidor, Empresa Privada y Gobierno.

Este documento fue aprobado como Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 23.01.29:05. **RECIPIENTES A PRESIÓN. CILINDROS PORTÁTILES PARA CONTENER GLP. ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN**, por el Subgrupo de Medidas de Normalización. La oficialización de este reglamento técnico, conlleva la aprobación por el Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO).

### MIEMBROS PARTICIPANTES DEL SUBGRUPO 01

Por Guatemala

COGUANOR

Por El Salvador

CONACYT

Por Nicaragua

MIFIC

Por Honduras

SIC

Por Costa Rica

MEIC

## **1. Objeto**

Establecer las especificaciones de diseño y fabricación, así como los métodos de prueba y ensayo a que deben someterse los envases cilíndricos portátiles para contener gas licuado de petróleo (GLP).

## **2. Campo de aplicación**

Se aplica a los envases cilíndricos portátiles con capacidad desde 4,5 kg (10 lb) hasta 45,4 kg (100 lb) de propano comercial, butano comercial o sus mezclas, los cuales se fabrican con una presión de diseño de 1 655 kPa (240 psi) y que se utilizan para el almacenamiento y transporte de gas licuado de petróleo para consumo doméstico, industrial y comercial.

No se aplica a los envases cilíndricos de acero diseñados para almacenar gas licuado de petróleo utilizado como combustible de automotores, ni a los envases desechables para gas licuado de petróleo, ni a los cilindros portátiles para contener GLP que se encuentren en servicio, los cuales serán objeto de otras regulaciones.

## **3. Definiciones**

### **3.1 Acero calmado**

Es el acero que ha sido desoxigenado antes de fundirlo, mediante la adición de Silicio y algunas veces Aluminio.

### **3.2 Base de sustentación**

Pieza metálica de forma circular, rebordeada hacia el interior en su parte inferior, soldada al casquete inferior del recipiente, para sostenerlo y posicionarlo verticalmente; con orificios que permiten la ventilación para disminuir los efectos de corrosión por humedad en el mismo. (Ver Figura 1 del Anexo).

### **3.3 Brida**

Pieza metálica anular con un orificio concéntrico con rosca cónica, que va soldada en el centro del casquete superior del envase cilíndrico y que permite la instalación de la válvula a dicho envase.

### **3.4 Capacidad de agua**

Es el volumen de agua expresado en litros o la masa de agua expresada en kg, que el envase cilíndrico puede contener a la temperatura de 15,56°C (60°F).

### **3.5 Casquetes (superior e inferior)**

Partes metálicas del recipiente, de forma semiesférica o semielíptica, con o sin faldón recto, o de forma semicapsulada. (Ver Figuras 2, y 3 del Anexo).

### **3.6 Cilindro o recipiente portátil**

Recipiente metálico, con o sin cordones de soldadura, hermético, rellenable, utilizado para almacenar y transportar GLP, que por su masa y dimensiones puede manejarse manualmente y que cumple con los requisitos de este reglamento. Está formado por los siguientes componentes: cuello protector, válvula, brida, cuerpo cilíndrico y base de sustentación.

**3.7 Cuello protector de la válvula**

Parte metálica de forma cilíndrica abierta o cerrada, soldada al casquete superior del cilindro, que sirve para la manipulación del mismo y para proteger la válvula contra daños por impacto; tiene aberturas que permiten su conexión con el regulador, así como la ventilación, operación y drenaje. (Ver Figura 4 del Anexo).

**3.8 Cuerpo cilíndrico**

Es la parte del cilindro que contiene el producto y que puede estar formado por: casquete superior, casquete inferior y sección cilíndrica o bien por dos casquetes semicapsulados.

**3.9 Embutido**

Proceso metalmecánico utilizado para brindar la forma requerida a una lámina, aplicándole una fuerza que obliga al metal a deformarse plásticamente a través de un molde, sin utilizar calor, impactos ni golpes.

**3.10 Fundente**

Sustancia utilizada para limpiar de óxido las superficies metálicas que se van a unir.

**3.11 Gas licuado de petróleo (GLP)**

Es la mezcla formada por hidrocarburos de tres (3) y cuatro (4) átomos de Carbono, predominantemente propano o butano, o ambos, que siendo gaseosa a condiciones normales de presión y temperatura CNPT (101,3 kPa y 25°C) puede ser licuada (convertida en líquido) aplicando presión o enfriamiento, o ambos, para facilitar el almacenamiento, transporte y manejo.<sup>1</sup>

**3.12 Lote**

Es la cantidad específica de envases cilíndricos de un mismo tamaño y diseño, fabricados en una misma tanda, bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se somete a inspección como un conjunto unitario.

**3.13 Presión de diseño**

Es la presión manométrica a la cual se diseña el recipiente portátil.

**3.14 Producción hogar abierto (crisol abierto)**

Proceso de producción de acero que consiste en reducir por oxidación el contenido de Carbono de la carga y eliminar impurezas como Silicio, Fósforo, Manganeso y Azufre, que se combinan con la caliza y forman la escoria. Estas reacciones tienen lugar mientras el metal del horno se encuentra a la temperatura de fusión, y el horno se mantiene entre 1 550 y 1 650 °C durante varias horas hasta que el metal fundido tenga el contenido de Carbono deseado.

---

<sup>1</sup> Para la terminología y definiciones específicas a los gases licuados del petróleo se debe consultar el Reglamento Técnico respectivo.

**3.15 Producción Oxígeno básico**

Proceso de producción de acero que se realiza en un horno al cual se inyecta un chorro de Oxígeno casi puro a alta presión y a velocidades supersónicas. El Oxígeno se combina con el Carbono y otros elementos no deseados e inicia una reacción de agitación que quema con rapidez las impurezas en el metal.

**3.16 Relación de llenado**

Es la relación entre la masa del gas licuado contenido en el envase cilíndrico y la masa de la capacidad de agua del mismo, mantenida a una temperatura de 15,56°C (60°F).

**3.17 Reborde (tipo "d" y tipo "j")**

Doble que puede realizarse en los bordes del cuello de protección de la válvula y de la base de sustentación, su función es aumentar la resistencia de los elementos antes citados, además de eliminar el borde filoso de los mismos disminuyendo el desgaste de la lámina de los cilindros estibados. Los tipos corresponden al cierre que se da al pliegue, el tipo j es un pliegue con un ángulo de al menos 90 grados, el tipo d es un pliegue que cierra completamente.

**3.18 Soldadura ordinaria o de aleación**

Método utilizado para unir metales con aleaciones metálicas que se funden a temperaturas relativamente bajas. Se suele diferenciar entre soldaduras duras y blandas, según el punto de fusión y resistencia de la aleación utilizada. Los metales de aportación de las soldaduras blandas son aleaciones de Plomo y Estaño y, en ocasiones, pequeñas cantidades de Bismuto. En las soldaduras duras se emplean aleaciones de Plata, Cobre y Zinc (soldadura de Plata) o de Cobre y Zinc (soldadura de latón).

**3.19 Soldadura eléctrica**

Es la unión de dos piezas de metal, mediante el calor producido por un arco eléctrico que funde los bordes de las piezas, con o sin un metal de aporte o relleno.

**3.20 Tara**

Es la masa del envase cilíndrico vacío, incluyendo la masa de la válvula.

**3.21 Válvula**

Elemento mecánico de operación manual o automática que integra en su cuerpo un dispositivo para carga y descarga de GLP y un dispositivo para alivio de presión; con o sin dispositivo de máximo nivel de llenado.

**4. Símbolos y abreviaturas**

- 4.1** ASTM: "American Society for Testing and Materials", Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.
- 4.2** CFR: "Code of Federal Regulations", Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos.
- 4.3** CGA: "Compressed Gas Association, Inc.", Asociación de gas comprimido.
- 4.4** cm: centímetro.
- 4.5** °C: grados Celsius.

<b>4.6</b>	<b>DOT:</b>	“Department of Transportation”, Departamento de Transporte de los Estados Unidos.
<b>4.7</b>	<b>°F:</b>	grados Fahrenheit.
<b>4.8</b>	<b>IEC:</b>	“International Electrotechnical Comision”, Comisión Electrotécnica Internacional.
<b>4.9</b>	<b>ISO:</b>	“International Organization for Standardization”, Organización Internacional para la Normalización.
<b>4.10</b>	<b>kg:</b>	kilogramo.
<b>4.11</b>	<b>kgf-cm:</b>	kilogramo-fuerza por centímetro
<b>4.12</b>	<b>kPa:</b>	kilopascales.
<b>4.13</b>	<b>lb:</b>	libra.
<b>4.14</b>	<b>lbf-pulgada:</b>	libra-fuerza por pulgada
<b>4.15</b>	<b>LPG:</b>	“Liquefied Petroleum Gas”, Gas Licuado de Petróleo.
<b>4.16</b>	<b>m:</b>	metro.
<b>4.17</b>	<b>mm:</b>	milímetro.
<b>4.18</b>	<b>NFPA:</b>	“National Fire Protection Association”, Asociación Nacional para la Protección contra Incendio de los Estados Unidos.
<b>4.19</b>	<b>NGT:</b>	“Nominal Gas Thread”, Rosca Nominal para Gas.
<b>4.20</b>	<b>N-m:</b>	newton por metro
<b>4.21</b>	<b>psi:</b>	“pounds per square inch”, libras por pulgada cuadrada.

## **5. Ente Nacional Competente**

En Guatemala: Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas; en El Salvador: Dirección de Hidrocarburos y Minas del Ministerio de Economía; en Honduras: Unidad Técnica del Petróleo de la Secretaría de Industria y Comercio; en Nicaragua: Dirección General de Hidrocarburos del Instituto Nicaragüense de Energía; en Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE); dichas funciones podrán ser ejercidas por sus sucesores o por las entidades a quienes en el futuro, según la legislación nacional se les asigne específicamente estas funciones.

## **6. Clasificación**

Los envases cilíndricos portátiles para gas licuado de petróleo (GLP), se clasifican así (su equivalencia con el Código 49 CFR 178 US DOT aparece entre paréntesis):

Clase 1. Envase cilíndrico de acero, sin cordones de soldadura (DOT 3B).

Clase 2. Envase cilíndrico de dos piezas unidas por un cordón de soldadura circunferencial, de aleación de acero (DOT 4BA).

Clase 3. Envase cilíndrico de tres piezas, con cordón de soldadura longitudinal, de acero (DOT 4B) o aleación de acero (DOT 4BW).

Clase 4. Envase cilíndrico de dos piezas de aluminio, unidas por un cordón de soldadura circunferencial (DOT 4E).

## **7. Especificaciones generales**

### **7.1 Fabricación.**

Los envases cilíndricos se deben fabricar utilizando equipos y procesos adecuados para garantizar que cada cilindro producido reúne las especificaciones de este reglamento. No se permite ninguna fisura u otro defecto que debilite considerablemente el envase cilíndrico terminado. Los casquetes deben ser cóncavos a la presión.

Los cilindros terminados deben tener una superficie razonablemente lisa y uniforme.

El fabricante debe emitir por escrito un certificado en el que se asegure la calidad del cilindro de conformidad con este reglamento, independientemente que cumpla con las normas locales o internacionales equivalentes.

### **7.2 Lámina.**

Las planchas metálicas empleadas en la manufactura de los envases cilíndricos portátiles para gas licuado de petróleo (GLP), deben estar libres de cordones de soldadura, defectos de laminación, fisuras u otros defectos; deben presentar superficies razonablemente lisas y uniformes.

La composición química requerida para los materiales debe ser certificada por el fabricante de la lámina u otra institución aceptada por el Ente Nacional Competente.

### **7.3 Dimensiones de los cilindros.**

Los cilindros con capacidades de hasta 11,3 kg (25 lb), deben tener un diámetro externo máximo de  $31,0 \pm 1$  cm y una altura máxima de  $50,0 \pm 1$  cm; y los cilindros con capacidades de más de 11,3 kg (25 lb), deben tener un diámetro externo máximo de  $38,0 \pm 1$  cm y una altura<sup>2</sup> máxima de  $120 \pm 1$  cm.

### **7.4 Capacidad nominal de GLP y capacidad de agua**

Los cilindros en cualquiera de sus clases, deben tener una capacidad de agua que satisfaga la relación de llenado de 42%. En la Tabla 1 se muestran los valores de capacidad mínima de agua correspondientes a las capacidades nominales de GLP indicadas.

**Tabla 1. Capacidad de los cilindros para una relación máxima de llenado del 42%.**

Capacidad nominal de GLP		Capacidad mínima de agua	
<b>kg</b>	<b>lb</b>	<b>kg</b>	<b>lb</b>
4,5	10	10,7	23,8
9,1	20	21,7	47,6
11,3	25	26,9	59,5
15,9	35	37,9	83,3
18,1	40	43,2	95,2
27,2	60	64,8	142,9

<sup>2</sup> La altura del cilindro se debe medir considerando solo el cuerpo cilíndrico y sin tomar en cuenta las dimensiones de la base y el cuello protector.

45,4	100	108,1	238,1
------	-----	-------	-------

**7.5 Tara**

Para la tara marcada en el cuello de protección del cilindro se acepta una tolerancia de  $\pm 113,5$  g (0,25 lb) con respecto a la tara verificada por el Ente Nacional Competente.

**7.6 Cuello protector de la válvula**

Los envases cilíndricos portátiles de cualquier clase deben tener un cuello protector metálico que permita proteger adecuadamente la válvula contra daños mecánicos. Debe estar soldado al casquete superior del cilindro y tener una altura tal, que al almacenar cilindros superpuestos, el fondo del cilindro superior quede a una distancia no menor de 10 mm de la válvula (en posición abierta) del cilindro inferior. El cuello debe ser cilíndrico, y encerrar un ángulo mínimo de 270°. En su parte inferior debe tener como mínimo una perforación semicircular, de al menos 6,0 mm de radio y en su parte media, un corte o dos cortes opuestos, con rebordes de 10 mm o más, formando agarraderas. El espesor mínimo de la lámina del cuello debe ser el mismo espesor especificado para el cuerpo del cilindro, correspondiente a cada clase. Debe contar con reborde tipo j o tipo d. (Ver Figura 4 del Anexo).

**7.7 Base de sustentación del cilindro**

El fondo de los cilindros debe tener una base de sustentación protectora con las siguientes características (Ver Figura 1 del Anexo):

- a) Estar formada por un aro de pared simple con reborde y soldado al casquete inferior.
- b) El espesor mínimo de la lámina de la base debe ser del mismo espesor especificado para el cuerpo del cilindro, correspondiente a cada clase.
- c) Estar provisto de aberturas en su reborde para ventilación y drenaje.
- d) Su diámetro exterior debe ser al menos el 80% del diámetro exterior del cilindro.
- e) Proporcionar suficiente estabilidad cuando los cilindros se coloquen en posición vertical y su altura no debe permitir el roce del fondo del cilindro con el piso.

**7.8 Válvula**

Las válvulas empleadas en los envases cilíndricos portátiles para los gases licuados de petróleo (GLP), deben cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico Centroamericano respectivo de especificaciones de válvulas.

**7.9 Rosca hembra para la válvula (brida)**

La rosca hembra para la válvula debe cumplir con lo especificado en la Tabla 2 y en la Figura 5 del Anexo.



Tabla 2. Rosca tipo NGT 3/4" - 14

Ubicación		Símbolo	Designación	Medidas	
				pulgadas	mm
EXTERIOR	Extremo Menor	L1 <sup>(1)</sup>	Acople Manual	0,3390	8,610
		Do	Diámetro mayor	1,0248 ± 0,01	26,030 ± 0,25
		Eo	Diámetro medio	0,9677 ± 0,01	24,58 ± 0,25
		GG	Chaflán 45° x diámetro mínimo	29/32	
	Rosca Total	E8	Diámetro medio	1,0157 ± 0,01	25,80 ± 0,25
		L8 <sup>(2)</sup>	Longitud	0,7076 ± 0,07	18,00 ± 1,78
	Extremo Mayor	D 10	Diámetro mayor aproximado	1,0795 ± 0,01	27,42 ± 0,25
L 10		Longitud total aproximada	0,875 ± 0,07	22,22 ± 1,78	
INTERIOR		E1	Diámetro medio en la boca	0,9889 ± 0,01	25,12 ± 0,25
		KK	Ranura 90° x diámetro máxima.	1,0625	27,00
		K3	Diámetro interior máximo	0,8972	22,79
		E3	Diámetro medio	0,9543 ± 0,01	24,24 ± 0,25
		L1 + L3	Longitud	0,5533 ± 0,07	14,05 ± 1,78
		Lg <sup>(3)</sup>	Longitud mínima de la raíz completa	0,6961	17,68

<sup>(1)</sup> Acople manual. La condición básica de ajuste es que la rosca externa con un diámetro medio Eo, en el extremo delgado (plano de referencia para galgas de roscas externas), deberá entrar por acople manual a una distancia L1 dentro de la rosca interna con diámetro medio E1 en la boca.

<sup>(2)</sup> Longitud. Las roscas externas deben tener una longitud aproximada L10, pero ajustada hasta L8; la dimensión L8 es igual a L1 más seis hilos de rosca NGT y L1 más ocho y medio hilos de rosca NGT. La dimensión E8 es medida a la distancia L8 desde Eo y la dimensión D10 es medida a la distancia L10 desde Eo.

<sup>(3)</sup> Longitud mínima de raíz. Tanto la rosca interna como la externa y las raíces, deben extenderse a lo largo de la longitud L1 menos L3 (L3 = hilos). Esta dimensión determina a la cual se diseña el recipiente portátil el mínimo de metal en el interior del cuello producido por un diámetro K3.

**7.10 Características de los cordones de soldadura**

Todos los cordones de soldadura deben presentar superficies lisas y de aspecto uniforme penetración completa, buena fusión de los bordes y estar libres de fisuras, inclusiones, poros, socavaduras y nudos. La inspección radiográfica debe estar de acuerdo a las técnicas y criterios de aceptación establecidas en el panfleto CGA-C3 y sus actualizaciones.

**7.11 Tratamiento térmico**

Los cilindros completamente terminados, sin pintura, deben someterse a un tratamiento térmico en horno, con el objetivo de eliminar los esfuerzos residuales; dicho tratamiento consiste en elevar la temperatura en forma lenta y uniforme hasta un mínimo de 600°C y un máximo de 650°C, la cual se mantiene durante 7 minutos como mínimo. Luego se enfría uniformemente hasta alcanzar una temperatura de 220°C y posteriormente hasta la temperatura ambiente, protegido de corrientes de aire y sin utilizar sistemas forzados de enfriamiento.

Los cilindros que sean sometidos a reparaciones en sus soldaduras, deben recibir un nuevo tratamiento térmico, una vez efectuada la reparación y antes de someterlo a la nueva prueba de hermeticidad.

### **7.12 Acabado del cilindro**

Los cilindros recién construidos deben tener una superficie lisa y uniforme, exenta de abolladuras, pliegues, grietas o rebabas. La superficie exterior de los cilindros de acero debe estar protegida con una película de pintura anticorrosiva cuyo espesor mínimo sea de 76 micrones (3 milésimas de pulgada) de espesor o en su defecto con un tratamiento químico completo que produzca una película anticorrosiva en todo el cuerpo. Sobre la pintura anticorrosiva o el tratamiento químico debe colocarse una película de pintura adecuada para metales.

Cuando los cilindros son suministrados sin válvulas, la brida se debe proteger con un tapón de material no absorbente para resguardar la rosca y prevenir la entrada de polvo y humedad.

### **7.13 Marcado de los cilindros**

**7.13.1** Los cilindros de acero o aluminio deben tener como mínimo la siguiente información, grabada en forma permanente y en bajo relieve en el cuello protector del cilindro, con caracteres de 6 mm de altura como mínimo y 0,4 mm como máximo de profundidad:

- a) La clase de cilindro (según clasificación), seguida de la presión de diseño, en kPa (o psi).
- b) El número de serie del cilindro.
- c) Nombre, razón social o siglas del fabricante y de la empresa envasadora del GLP.
- d) Nombre del país de fabricación.
- e) La expresión "GLP" o "LPG".
- f) La capacidad nominal de gas licuado de petróleo en unidades del Sistema Internacional (SI).
- g) La tara del cilindro en unidades del Sistema Internacional (SI).
- h) El mes y año de fabricación.
- i) Norma o reglamento de fabricación del cilindro.

### **7.14 Hermeticidad**

Los cilindros sometidos al ensayo de hermeticidad deben soportar una presión hidráulica o neumática de 3 310 kPa (480 psi) dos veces la presión de diseño, durante un mínimo de 30 segundos, sin mostrar evidencia de fugas.

**7.15 Expansión volumétrica**

La expansión volumétrica permanente para los cilindros de acero no debe exceder del 10% y para los de aluminio del 12% de la expansión volumétrica total, a una presión de prueba de 3 310 kPa (480 psi) dos veces la presión de diseño durante un mínimo de 30 segundos.

**7.16 Ruptura**

Deben soportar una presión hidráulica o neumática mayor de 6 620 kPa (960 psi) cuatro veces la presión de diseño y romperse siempre por la lámina, la ruptura no debe iniciar en la soldadura ni en las marcas en alto relieve practicadas en los casquetes.

**7.17 Pruebas físicas**

Las pruebas físicas para la lámina son: aplastamiento, resistencia de fluencia, resistencia a la tensión, elongación (alargamiento), reducción de área del material, doblamiento, etc.

Estas pruebas deben estar de acuerdo con las técnicas y los criterios de aceptabilidad recomendados en el Código 49 CFR 178 (US DOT).

**7.18 Instalación de la válvula**

La válvula debe estar orientada de manera que permita su adecuada operación, que su dispositivo de seguridad y la conexión de salida se encuentren orientados hacia las aberturas del cuello de protección.

El torque de apriete de la válvula debe ser el establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano correspondiente al tipo de válvula instalada.

**7.19 Calificación del procedimiento de soldadura y de los operarios (soldadores)**

En tanto no exista el reglamento técnico Centroamericano correspondiente, la calificación del procedimiento de soldadura y la calificación de los soldadores, deben realizarse de acuerdo a lo establecido en el panfleto CGA-C3 y sus actualizaciones.

**8. Especificaciones particulares****8.1 Envase cilíndrico Clase 1 (DOT 3B)**

Las especificaciones de diseño y fabricación para esta clase de cilindros deben cumplir con lo establecido en el Código 49 CFR 178 (US DOT) y sus actualizaciones.

**8.2 Envase cilíndrico Clase 2, de acero aleado (DOT 4BA)****8.2.1 Materia prima**

Para la fabricación de este envase debe emplearse cualquier acero especificado en la Tabla 3, de calidad uniforme.

**Tabla 3.**  
**Especificaciones para acero**

<b>Característica</b>	<b>Acero Grado 1 <sup>(1)</sup></b>	<b>Acero Grado 2 <sup>(1) (2)</sup></b>	<b>Acero Grado 3 <sup>(2)</sup> <sub>(4) (5)</sub></b>
Carbono (C), % masa <sup>(3)</sup>	0,10 - 0,20	0,24 máximo	0,22 máximo
Manganeso (Mn), % masa <sup>(3)</sup>	1,10 - 1,60	0,50 – 1,00	1,25 máximo
Fósforo (P), % masa, máximo <sup>(3)</sup>	0,04	0,04	0,045 <sup>(6)</sup>
Azufre (S), % masa, máximo <sup>(3)</sup>	0,05	0,05	0,05
Silicio (Si), % masa <sup>(3)</sup>	0,15 - 0,30	0,30 máximo	-
Cobre (Cu), % masa, máximo <sup>(3)</sup>	0,40	-	-
Niobio (Nb) (Columbio), % masa <sup>(3)</sup>	-	0,01 – 0,04	-
Tratamiento térmico autorizado	<sup>(7)</sup>	<sup>(7)</sup>	<sup>(7)</sup>
Esfuerzo máximo a la tensión en el punto de fluencia, en kPa (psi)	No menor de 241 000 (35 000)	No menor de 241 000 (35 000)	No menor de 241 000 (35 000)

<sup>(1)</sup> No se autoriza la adición de otros elementos para obtener un efecto de aleación.

<sup>(2)</sup> El grano ferrítico tamaño 6 o más fino, debe estar de acuerdo a la norma ASTM E-112.

<sup>(3)</sup> Los límites establecidos para la composición química se basan en análisis de cuchara, las tolerancias para cada caso se indican en la Tabla 4.

<sup>(4)</sup> Pueden ser adicionados otros elementos de aleación como Níquel (Ni), Cromo (Cr), Molibdeno (Mo), Zirconio (Zr) y Aluminio (Al), los cuales deben ser reportados.

<sup>(5)</sup> Cuando el análisis indique un contenido máximo de Carbono de 0,15%, el límite máximo para Manganeso será de 1,40%.

<sup>(6)</sup> Acero grado 3 refosforizado con un contenido no mayor de 0,15% de Fósforo, será permitido si el contenido de Carbono no excede de 0,15% y el contenido de Manganeso no excede de 1%.

<sup>(7)</sup> Se permite cualquier tratamiento térmico apropiado que exceda 590°C (1 100 °F), excepto que no se permite el templado líquido.

**Tabla 4.**  
**Tolerancias para el reporte de análisis químico**

Elemento	Limite máximo especificado, en porcentaje	Tolerancias en porcentaje, sobre el limite máximo o bajo el limite mínimo	
		Bajo el limite mínimo establecido	Sobre el limite máximo establecido
Carbono (C)	Hasta 0,15 inclusive	0,02	0,03
	sobre 0,15 a 0,40 inclusive	0,03	0,04
Manganeso (Mn)	Hasta 0,60 inclusive	0,03	0,03
	sobre 0,60 a 1,15 inclusive	0,04	0,04
	sobre 1,15 a 2,50 inclusive	0,05	0,05
Fósforo (P) <sup>(1)</sup>	Todos los rangos	-	0,01
Azufre (S)	Todos los rangos	-	0,01
Silicio (Si)	Hasta 0,30 inclusive	0,02	0,03
	sobre 0,30 a 1,00 inclusive	0,05	0,05
Cobre (Cu)	Hasta 1,00 inclusive	0,03	0,03
	sobre 1,00 a 2,00 inclusive	0,05	0,05
Níquel (Ni)	Hasta 1,00 inclusive	0,03	0,03
	sobre 1,00 a 2,00 inclusive	0,05	0,05
Cromo (Cr)	Hasta 0,90 inclusive	0,03	0,03
	sobre 0,90 a 2,10 inclusive	0,05	0,05
Molibdeno (Mo)	Hasta 0,20 inclusive	0,01	0,01
	sobre 0,20 a 0,40 inclusive	0,02	0,02
Zirconio (Zr)	Todos los rangos	0,01	0,05
Aluminio (Al)	Sobre 0,10 a 0,20 inclusive	0,04	0,04
	sobre 0,20 a 0,30 inclusive	0,05	0,05
Niobio (Nb) (Columbio)	Hasta 0,04 inclusive	0,005	0,01

<sup>(1)</sup> Aceros refosforizados no estarán sujetos al análisis de comprobación de Fósforo

### 8.2.2 Fabricación

Este envase debe ser fabricado por personal calificado para tal efecto, en la forma siguiente: soldando dos casquetes, ambos obtenidos por el proceso de embutido en frío.

### 8.2.3 Soldadura

Los casquetes deben estar unidos por soldadura autógena o eléctrica. No deben soldarse los casquetes cuando la pestaña de ellos se encuentre fruncida, ondulada o retorcida. Los casquetes deben soldarse hasta asegurar la penetración completa del material de aporte en las partes

soldadas. La profundidad de la soldadura desde el fondo de la lámina del cuerpo, debe ser por lo menos cuatro veces el espesor del metal del cuerpo del cilindro.

La unión del cuello protector y de la base de sustentación del cilindro debe realizarse mediante cordones de soldadura eléctrica o soldadura con latón.

#### **8.2.4 Espesor de la pared**

Cualquier cilindro con diámetro externo mayor de 152,4 mm (6 pulgadas) debe tener un espesor de pared mayor o igual a 1,98 mm (0,078 pulgadas), y en cualquier caso, debe ser tal que el esfuerzo de pared a la presión de prueba mínima no exceda el menor de los siguientes valores:

- i. El valor mostrado en la Tabla 3, para el material particular bajo consideración.
- ii. La mitad del esfuerzo de tensión mínima del material, determinada mediante prueba física correspondiente (ver Capítulo 9 Métodos de Prueba y Ensayos).
- iii. 241 316 kPa (35 000 psi)
- iv. El esfuerzo determinado mediante la siguiente fórmula:

$$E = [P(1,3D^2 + 0,4d^2)]/(D^2 - d^2)$$

Donde:

E = Esfuerzo de pared, en kilopascales.<sup>3</sup>

P = Presión de prueba mínima prescrita para prueba con camisa de agua;

D = Diámetro externo, en centímetros

d = Diámetro interno, en centímetros.

El espesor efectivo de los casquetes, medido en cualquier punto de ellos, debe ser mayor o igual que el 90 % (1,78 mm) del espesor mínimo del material.

### **8.3 Envase cilíndrico Clase 3 (DOT 4B o DOT 4BW).**

#### **8.3.1 Cilindro Clase 3, de acero (DOT 4B).**

##### **8.3.1.1 Materia prima**

Debe utilizarse acero de calidad uniforme, obtenido por proceso de hogar abierto, Oxígeno básico u horno eléctrico. El contenido porcentual no debe exceder de 0,25 % Carbono, 0,045 % de Fósforo y 0,050 % de Azufre. No están autorizados cilindros cerrados con proceso de centrifugación.

##### **8.3.1.2 Fabricación**

Este envase debe ser fabricado soldando dos casquetes, obtenidos por el proceso de embutido en frío a una sección cilíndrica, la cual fue fabricada rolando una lamina y uniendo sus extremos por medio de un cordón de soldadura longitudinal. Los casquetes deben ser de forma hemisférica o elipsoidal con una proporción máxima de 2:1.

---

<sup>3</sup> Se puede trabajar en otro sistema de unidades, teniendo el cuidado de convertir los valores de esfuerzo, presión y los diámetros a las unidades correspondientes.

**8.3.1.3 Soldaduras.**

Circunferencial: Los casquetes deben estar unidos a la sección cilíndrica por soldadura autógena o eléctrica. No deben soldarse los casquetes cuando la pestaña de ellos o de la sección cilíndrica se encuentre fruncida, ondulada, o retorcida. Los casquetes deben soldarse hasta asegurar la penetración completa del material de soldadura en las partes soldadas. La profundidad de la soldadura desde el fondo de la lámina del cuerpo debe ser por lo menos cuatro veces el espesor del cuerpo del cilindro.

Longitudinal: Esta puede ser soldadura eléctrica, de aleación con los siguientes materiales de aporte: Cobre, aleación de Cobre o Plata. La composición de la soldadura de aleación de Cobre debe ser: Cobre 95% mínimo, Silicio 1,5% a 3,85%, Manganeso 0,25% a 1,10%, el punto de fusión del material de soldadura de la aleación de Plata debe ser mayor que 537,8 °C (1000 °F). Estos cordones de soldadura en el cuerpo del cilindro deben hacerse traslapando el material. El borde de la lámina debe tener un traslape de al menos ocho veces el espesor de la misma. Los traslapes se deben mantener en posición por remachado o por puntos de soldadura eléctrica; la soldadura se debe hacer usando un fundente apropiado, colocando el material de aporte sobre un lado del cordón y aplicando calor hasta que este material se muestre uniforme por el reverso del cordón de soldadura.

**8.3.1.4 Espesor de pared.**

Para cilindros con diámetro externo mayor de 15,24 cm (6 pulgadas), el espesor de pared mínimo debe ser 2,28 mm (0,090 pulgadas) y en cualquier caso, el espesor de pared mínimo debe ser tal que el esfuerzo de pared calculado a la presión de prueba mínima (dos veces la presión de diseño) no debe exceder los siguientes valores:

- i. 157 200 kPa (28 000 psi) para cilindros con soldadura longitudinal de Cobre o aleación de Plata.
- ii. 124 106 kPa (18 000 psi) para cilindros con soldadura longitudinal traslapada.
- iii. El esfuerzo determinado con la fórmula siguiente:

$$E = [P(1,3 D^2 + 0,4 d^2)] / (D^2 - d^2)$$

Donde:

E = Máximo esfuerzo a la tensión, en kPa.

P = Presión de prueba mínima prescrita para prueba con camisa de agua o 3 103 kPa (450 psi), el que sea mayor.

D = Diámetro externo, en centímetros

d = Diámetro interno, en centímetros

El espesor efectivo de los casquetes, medido en cualquier punto de ellos, debe ser mayor o igual que el 90 % (2,05 mm) del espesor mínimo del material.

**8.3.2 Cilindro Clase 3, de aleación de acero (DOT 4BW).****8.3.2.1 Materia prima**

El acero utilizado para fabricar el cilindro debe cumplir lo siguiente:

- a) El cuerpo del cilindro debe ser construido de acero que cumpla con los requisitos especificados en la Tabla 3.
- b) El material para los casquetes debe ser de acero al Carbono obtenido por proceso de hogar abierto, eléctrico o de Oxígeno básico, de calidad uniforme. El contenido porcentual no debe exceder de 0,25 % de Carbono, 0,60 % Manganeso, 0,045 % de Fósforo y 0,050 % de Azufre. No están autorizados los cilindros cerrados con proceso de centrifugación.
- c) También puede utilizarse otro tipo de acero, con la condición que sus características físicas y mecánicas sean iguales o superiores al acero indicado en la Tabla 3.

### **8.3.2.2 Soldadura**

#### **8.3.2.2.1 Cordón de soldadura circunferencial.**

Debe realizarse mediante soldadura eléctrica automática o hecha por cualquier otro procedimiento normalizado bajo protección de gas inerte; las uniones deben tener un traslape mínimo de cuatro veces el espesor nominal de la lámina metálica; la soldadura debe tener una penetración total.

#### **8.3.2.2.2 Cordón de soldadura longitudinal.**

Debe realizarse mediante soldadura eléctrica automática o por cualquier otro procedimiento normalizado bajo protección de gas inerte. Las uniones deben ser a tope o traslapadas.

En el primer caso, los bordes a tope no deben estar desalineados en más de 1/6 del espesor nominal de la lámina o de 0,8 mm (1/32 pulgada) cualquiera que sea el menor; las uniones de láminas iguales o menores a 3,18 mm (1/8 pulgada) de espesor nominal, deben estar completamente a tope y cuando la lámina tenga un espesor nominal mayor de 3,18 mm (1/8 pulgada), la unión debe tener un espacio máximo para la dilatación igual a la mitad del espesor nominal de la lámina o bien igual a 0,8 mm (1/32 pulgada), cualquiera que sea el menor.

Para el caso de uniones traslapadas, el traslape no debe ser menor a cuatro veces el espesor nominal de la lámina, la soldadura debe tener una penetración completa.

La unión del cuello protector y de la base de sustentación del cilindro al tope y fondo, debe realizarse mediante cordones de soldadura eléctrica o soldadura con latón.

#### **8.3.2.3 Espesor de pared**

El espesor de la pared del cilindro debe reunir las condiciones siguientes:

- a) Para cilindros con diámetro externo mayor de 15,24 cm (6 pulgada), el espesor mínimo de la pared debe ser 1,98 mm (0,078 pulgada).
- b) En cualquier caso, el espesor de pared mínimo debe ser tal que el esfuerzo de pared calculado por la fórmula indicada en esta sección, no debe exceder el menor valor de cualquiera de los siguientes:
  - i. 165 474 kPa (24 000 psi).
  - ii. La mitad del valor mínimo de la fuerza de tensión mínima del material, determinada de acuerdo al método establecido en el panfleto CGA-C3 y sus actualizaciones
  - iii. 241 316 kPa (35 000 psi).
  - iv. El esfuerzo determinado con la fórmula siguiente:



$E = [2P (1,3 D^2 + 0,4d^2)] / [\varepsilon (D^2 - d^2)]$ , donde:

E = Esfuerzo de pared, en kPa.

P = Presión de diseño, en kPa.

D = Diámetro externo, en centímetros

d = Diámetro interno, en centímetros

$\varepsilon$  = Eficiencia.

Si se utiliza acero de bajo Carbón para su fabricación, el espesor de cada casquete debe ser determinado utilizando un esfuerzo de pared máximo de 165 474 kPa (24 000 psi) en la fórmula anterior prescrita.

El espesor efectivo de los casquetes, medido en cualquier punto de ellos, debe ser mayor o igual que el 90 % (1,78 mm) del espesor mínimo del material.

#### **8.4 Envase cilíndrico Clase 4, de Aluminio (DOT 4E)**

Las especificaciones de diseño y fabricación para esta clase de cilindros deben cumplir con lo establecido en el Código 49 CFR 178 (US DOT) y sus actualizaciones.

### **9. Clasificación de los defectos en los cilindros.**

#### **9.1 Defectos críticos**

9.1.1 Falta de hermeticidad.

9.1.2 Porosidad, grietas, escoria atrapada en la soldadura, discontinuidad, falta de penetración, mala fusión de los bordes, fisuras y cordones de soldadura no uniformes o en zig-zag que comprometan la unión de las láminas en las soldaduras circunferenciales, longitudinales y en la brida.

9.1.3 Falta de fusión, falta de penetración, socavaciones en las soldaduras con una profundidad mayor a un 10% de la expansión total del espesor mínimo del casquete.

9.1.4 No cumplir con las especificaciones de espesor de lámina definido para cada clase de cilindro.

9.1.5 No cumplir con la capacidad nominal de GLP y la capacidad de agua establecida en el numeral 7.4.

9.1.6 No cumplir la especificación de ruptura definida en el numeral 7.16.

9.1.7 No cumplir con las especificaciones del material de la lámina definidas para cada clase de cilindro.

#### **9.2 Defectos mayores**

9.2.1 No cumplir con la especificación de expansión volumétrica permanente definida en el numeral 7.15.

9.2.2 Relleno incompleto de soldadura, exceso de rebaba en la brida.

9.2.3 No cumplir con las especificaciones de la brida definidas en el numeral 7.9.

9.2.4 Deformaciones en la rosca de la brida.

9.2.5 Cuando se detecten defectos en alguna(s) de las partes que componen el cuerpo del cilindro que impidan la operación segura del mismo y que no se haya(n) rechazado.

**9.3 Defectos menores**

- 9.3.1 No cumplir con lo establecido en el numeral 7.12.
- 9.3.2 Salpicaduras de soldadura, uniones no soldadas total o parcialmente en las soldaduras de cuellos y bases.
- 9.3.3 No cumplir con lo establecido en el numeral 7.13.
- 9.3.4 Poros que no afecten el material base del cuerpo en la zona de las soldaduras de cuellos y bases.
- 9.3.5 No cumplir con las dimensiones especificadas en el numeral 7.3.
- 9.3.6 Tara marcada pero ilegible, ausencia de tara o no cumplir con la tolerancia de la misma, según el numeral 7.13.
- 9.3.7 No cumplir con las especificaciones establecidas en los numerales 7.6, 7.7 y 7.12 de este reglamento.
- 9.3.8 No presentar el certificado de calidad del material requerido en el numeral 7.2.

**10. Métodos de prueba y ensayo****10.1 Inspección visual.**

En la inspección visual se deben verificar que los cilindros cumplan con las especificaciones definidas en los numerales 7.1, 7.3, 7.6, 7.7, 7.9, 7.12, 7.13 y 7.18.

**10.2 Espesor de lámina.**

## 10.2.1 Equipo.

Medidor ultrasónico de espesores por contacto, con pulso-eco de haz recto, con resolución no menor a 0,01 mm.

## 10.2.2 Método de prueba.

Deben efectuarse como mínimo dieciséis mediciones en todo el recipiente, como se presenta en la Figura 6.

## 10.2.3 Resultados.

Si por los resultados de espesor obtenidos de la muestra, se determina que el lote es rechazado, entonces se procede a determinar el esfuerzo de pared de la lámina y se resuelve de acuerdo a lo establecido en las especificaciones de la clase de cilindro que se evalúa.

**10.3 Tara.**

## 10.3.1 Equipo:

Esta prueba se efectúa en una báscula con división mínima de 100 g.

## 10.3.2 Método de prueba:

Se debe tomar el cilindro y determinar la tara del mismo, con la válvula incluida, sin producto y libre de cualquier cuerpo extraño, dicho valor se debe comparar con el indicado en el cuello, considerando la tolerancia definida en el numeral 7.5.

## **10.4 Pruebas a presión.**

### **10.4.1 Prueba de hermeticidad**

Esta prueba debe efectuarla el fabricante, después del tratamiento térmico, al 100 % de los recipientes portátiles fabricados, el método puede ser hidrostático o neumático, pero en ambos casos el cilindro no debe presentar fugas. El Ente Nacional Competente debe aplicar esta prueba a la muestra tomada, de acuerdo a lo definido en el presente Reglamento.

#### 10.4.1.1 Aparatos y equipo.

- a) Dispositivo hidráulico o neumático que proporcione una presión mínima de 3 310 kPa (34,0 kgf/cm<sup>2</sup>).
- b) Manómetro con escala de 0 a 4 900 kPa (0 a 50 kgf/cm<sup>2</sup>).
- c) Cámara de prueba blindada, en el caso de que la prueba sea neumática.

#### 10.4.1.2 Prueba hidrostática.

El recipiente se presuriza internamente hasta llegar a una presión de prueba de 3 310 kPa (34,0 kgf/cm<sup>2</sup>) equivalente a dos veces la presión de diseño, manteniéndose esta presión durante 30 segundos, como mínimo, para revisar las uniones. Este ensayo debe realizarse a temperatura ambiente.

#### 10.4.1.3 Prueba neumática.

El recipiente se coloca dentro de una cámara de prueba blindada, se eleva la presión interna del recipiente a 3 310 kPa (34,0 kgf/cm<sup>2</sup>) manteniéndola por un tiempo mínimo de 10 segundos, se reduce la presión a 1 660 kPa (17,0 kgf/cm<sup>2</sup>), retirándose el recipiente de la cámara blindada y se sumerge en agua para revisar las uniones.

### **10.4.2 Expansión volumétrica**

Se debe aplicar esta prueba, como sigue:

- i La prueba se debe hacer por el método de camisa de agua u otro que sea apropiado para obtener datos exactos. El manómetro debe permitir lecturas con una precisión del 1% y de una resolución del 10% de la presión máxima que se va a medir. El calibrador de expansión debe permitir lecturas de la expansión total con cualquiera de estas dos precisiones: 1% ó 0,1 cm<sup>3</sup>.
- ii Una presión equivalente a dos veces la presión de diseño debe mantenerse por al menos 30 segundos (tiempo suficiente para asegurar una expansión completa). Cualquier presión interna aplicada previamente a la prueba oficial no puede exceder el 90% de la presión de prueba. Si debido a fallas del aparato de prueba, la presión de prueba no se puede mantener, la prueba puede repetirse a una presión incrementada en un 10% sobre la presión especificada.

#### 10.4.2.1 Método con camisa de agua

Consiste esencialmente en un recipiente lleno de agua (camisa de agua) y además en elevar la presión hidráulica del cilindro desde la presión atmosférica hasta una presión de 3 310 kPa (34,0 kgf/cm<sup>2</sup>), sostenerla al menos durante 30 segundos, medir su expansión volumétrica y devolverla a cero para determinar la expansión volumétrica permanente.

Aparatos

- a) Tubo graduado para medir volúmenes.
  - i. El diámetro interno del tubo graduado debe ser lo suficientemente uniforme para que dé lecturas de volúmenes constantes a través de la escala.
  - ii. Para probar el límite normal de los cilindros, un tubo con diámetro interno promedio de 6,35 mm es adecuado.
  - iii. Los tubos de diámetro interno diferente de 6,35 mm deben dar una precisión del 1% de la expansión volumétrica total.
- b) Manómetro. Se debe utilizar, como mínimo, un manómetro calibrado con una precisión del 1% y de una resolución del 10% de la presión máxima que se va a medir.

10.4.2.2 Procedimiento

- a) Antes de efectuar las conexiones del sistema, el cilindro debe estar completamente lleno de agua. A continuación y una vez la instalación esté terminada, el recipiente (camisa de agua) se llena con agua hasta un nivel conveniente, en el tubo graduado, asegurando que no quede aire atrapado en el sistema y que todas las uniones, particularmente la unión entre el cuello del cilindro y la tapa del recipiente (camisa de agua) estén ajustadas.

Verificando lo anterior mediante el equipo hidráulico de prueba, se va aumentando la presión gradualmente hasta obtener la presión hidráulica de prueba igual al doble de la presión de diseño 3 310 kPa (34,0 kgf/cm<sup>2</sup>).

- b) Lecturas
  - i. Una primera lectura (C<sub>0</sub>) del nivel de agua en el tubo graduado, se toma con el recipiente (camisa de agua) completamente lleno de agua y sin aplicar presión hidráulica al cilindro.
  - ii. Se toma una segunda lectura (C<sub>1</sub>). Esta lectura corresponde al máximo nivel de agua en el tubo, alcanzado durante los primeros 30 segundos después de obtener y mantener la presión hidráulica de prueba.
  - iii. Después de que la presión de prueba ha sido aplicada por al menos 30 segundos, se suspende y se toma del tubo graduado una tercera lectura (C<sub>2</sub>).

10.4.2.3 Interpretación de los resultados

- a) La expansión volumétrica elástica en volumen es igual a:  

$$C_1 - C_0 = \text{expansión elástica (volumen)}$$
- b) La diferencia entre las lecturas C<sub>2</sub> y C<sub>0</sub>, empleando cualquier sistema para determinar la expansión volumétrica, da siempre la expansión volumétrica permanente en volumen:  

$$C_2 - C_0 = \text{expansión permanente (volumen)}$$
- c) Si la primera lectura C<sub>0</sub>, es diferente a cero en la escala, la expansión volumétrica permanente en % es igual a:

$$\frac{C_2 - C_1}{C_1 - C_0} \times 100 = \text{Expansión volumétrica permanente \%}$$

Ejemplo: si al efectuar la prueba de presión hidrostática en un cilindro de máxima lectura de expansión volumétrica (C<sub>1</sub>-C<sub>0</sub>), es igual a 166 cm<sup>3</sup> y al final de los 30

segundos la expansión permanente ( $C_2 - C_1$ ) da una lectura de  $3 \text{ cm}^3$ , la expansión permanente en % es igual a:

$$\frac{C_2 - C_1}{C_1 - C_0} \times 100 = \frac{3}{166} \times 100 = 1,8\%$$

### **10.4.3 Prueba de ruptura**

Esta prueba debe efectuarla el fabricante en un recipiente seleccionado al azar de cada 500 fabricados.

#### 10.4.3.1 Aparatos y equipo.

- a) Dispositivo hidráulico que proporcione una presión mínima de 6 630 kPa (68,0 kgf/cm<sup>2</sup>).
- b) Manómetro con escala de 0 a 9 760 kPa (0 a 100 kgf/cm<sup>2</sup>) como mínimo.

#### 10.4.3.2 Procedimiento.

El dispositivo hidráulico de prueba, junto con el manómetro, se acopla al recipiente portátil y se procede a aumentar gradualmente la presión interna hasta alcanzar cuatro veces la presión de diseño, es decir 6 620 kPa (68,0 kgf/cm<sup>2</sup>), manteniéndola durante 30 segundos como mínimo, se inspecciona visualmente para detectar cualquier fuga de agua.

Posteriormente, se sigue aumentando gradualmente la presión interna al cilindro, hasta que presente rotura; se registra el último valor de presión alcanzado en este momento.

## **10.5 Examen radiográfico**

El examen radiográfico debe realizarse de acuerdo con las técnicas y criterios de aceptación establecidos en el panfleto CGA-C3 y sus actualizaciones.

## **10.6 Capacidad de agua.**

### 10.6.1 Equipo.

Esta prueba se efectúa en una báscula con división mínima de 100 g.

### 10.6.2 Procedimiento.

1. Se determina el peso del cilindro, sin válvula.
2. El cilindro se llena con agua.
3. Se determina el peso del cilindro con agua.
4. Al valor del inciso 3 se le resta el valor del inciso 1.

### 10.6.3 Resultado.

El valor obtenido por el procedimiento anterior corresponde a la capacidad agua del cilindro, esta se multiplica por la relación máxima de llenado del 42%, y se obtiene la capacidad de GLP del cilindro, el valor obtenido debe ser igual o mayor a la capacidad nominal marcada en el cuello del mismo.

## **11. Muestreo**

Se debe proceder a tomar dos muestras en forma independiente del lote de cilindros a inspeccionar: una muestra general y una muestra especial.

### 11.1 Tamaño de la muestra general

Al lote de cilindros a inspeccionar se le aplica la Tabla I de la Norma IEC 410 o la Norma ISO 2859-1 con un Nivel de Inspección General I, de esta forma se obtiene el tamaño de la muestra general, la cual debe someterse a inspección visual conforme a lo especificado en el numeral 10.1 y verificar la tolerancia permisible de la tara.

### 11.2 Tamaño de la muestra especial

Al lote de cilindros a inspeccionar se le aplica la Tabla I de la Norma IEC 410 o la Norma ISO 2859-1 con un Nivel de Inspección Especial II, de esta forma se obtiene el tamaño de la muestra especial, la cual debe someterse a las siguientes pruebas: capacidad de agua, soldadura, hermeticidad, expansión volumétrica y espesor de lamina.

El Ente Nacional Competente aplicará el ensayo de ruptura a un cilindro obtenido de la muestra especial, siempre y cuando todos los elementos de la misma hayan pasado las pruebas indicadas en el párrafo anterior, en caso contrario se aplicará a todos los elementos de la muestra especial que incumplan con alguna de las pruebas.

## 12. Criterios de aceptación y rechazo de cilindros

Con la Tabla II-A de la Norma IEC 410 o de la Norma ISO 2859-1, para la muestra general se debe utilizar un AQL = 2.5 y para la muestra especial se debe utilizar un AQL = 2.5.

Los criterios son los siguientes:

- a) Si ambas muestras se aceptan, se autoriza el lote.
- b) Si se rechaza la muestra general, el lote no se autoriza hasta que se subsanen los defectos que provocaron el rechazo, aunque se haya aceptado la muestra especial.
- c) Si se rechaza la muestra especial no se autoriza el lote.
- d) Si se rechazan ambas muestras no se autoriza el lote.

Todo lote no autorizado debe ser destruido o retirado de la región Centroamericana.

## 13. Destrucción de los cilindros

Es responsabilidad del fabricante o propietario de los cilindros, la destrucción de los cilindros, rechazados durante el proceso de fabricación o inspección y que no admitan reparación, antes de venderlos como chatarra. La destrucción se debe hacer en presencia de un representante del Ente Nacional Competente por medio de prensado, briqueteado u otro método aceptado por dicho ente, debiéndose levantar un acta notarial o administrativa, en el lugar de la destrucción, en la cual se consignará toda la información relativa a dicho proceso.

## 14. Actualización y revisión del reglamento

Este Reglamento Técnico será revisado y actualizado al año contado a partir de su entrada en vigencia y posteriormente cada dos (2) años salvo que, a solicitud debidamente justificada de un (1) país, se requiera la revisión y actualización antes del periodo señalado.

**15. Vigilancia y verificación**

Corresponde la vigilancia y verificación de la aplicación y cumplimiento del presente Reglamento Técnico Centroamericano a la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala; a la Dirección de Hidrocarburos y Minas del Ministerio de Economía de El Salvador; a la Unidad Técnica del Petróleo de la Secretaría de Industria y Comercio de Honduras; a la Dirección General de Hidrocarburos del Instituto Nicaragüense de Energía de Nicaragua y a la Dirección General de Transporte y Comercialización de Combustibles del MINAE de Costa Rica, o sus sucesores o entidades que en el futuro se les asigne específicamente estas funciones.

**16. Normas que deben consultarse**

Para la elaboración de este reglamento se consultaron las siguientes normas:

49 CFR 178, 2003. "Transportation, Subchapter A –Hazardous Materials and Oil Transportation, Part 178 Specification for Packagings", Transporte (US-DOT), Subcapítulo A –Transporte de Materiales Peligrosos y Aceite, Parte 178 Especificaciones para Embalaje.

CGA C3-1994: "Standards for Welding on Thin-Walled, Steel Cylinders". Estándares para Soldadura en Paredes Delgadas de Cilindros de Acero.

IEC 410-1973: "Sampling Plans and Procedures for Inspection by Attributes". Planes de Muestreo y Procedimientos para Inspección por Atributos.

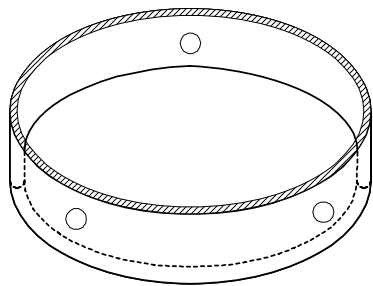
ISO 2859-0-1995: "Sampling Procedures for Inspection by Attributes - Part 0: Introduction to the ISO 2859 Attribute Sampling System". Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos- Parte 0: Introducción al Sistema de Muestreo por Atributos de la ISO 2859

ISO 2859-1-1989: "Sampling Procedures for Inspection by Attributes - Part 1: Sampling Plan Indexed by Acceptable Quality Level (AQL) for Lot-by-Lot Inspection". Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos- Parte 1: Planes de Muestreo Clasificados por Nivel de Calidad de Aceptación (AQL) para Inspección Lote por Lote.

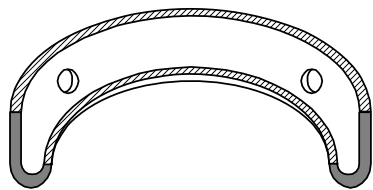
ANEXO

Figura 1

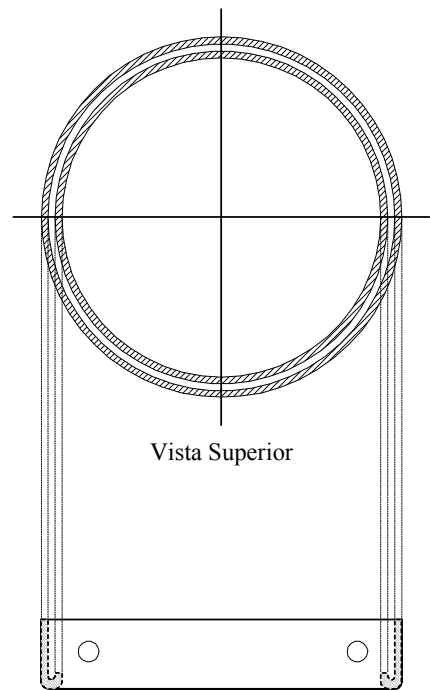
Base de sustentación



Isométrico



Sección Transversal



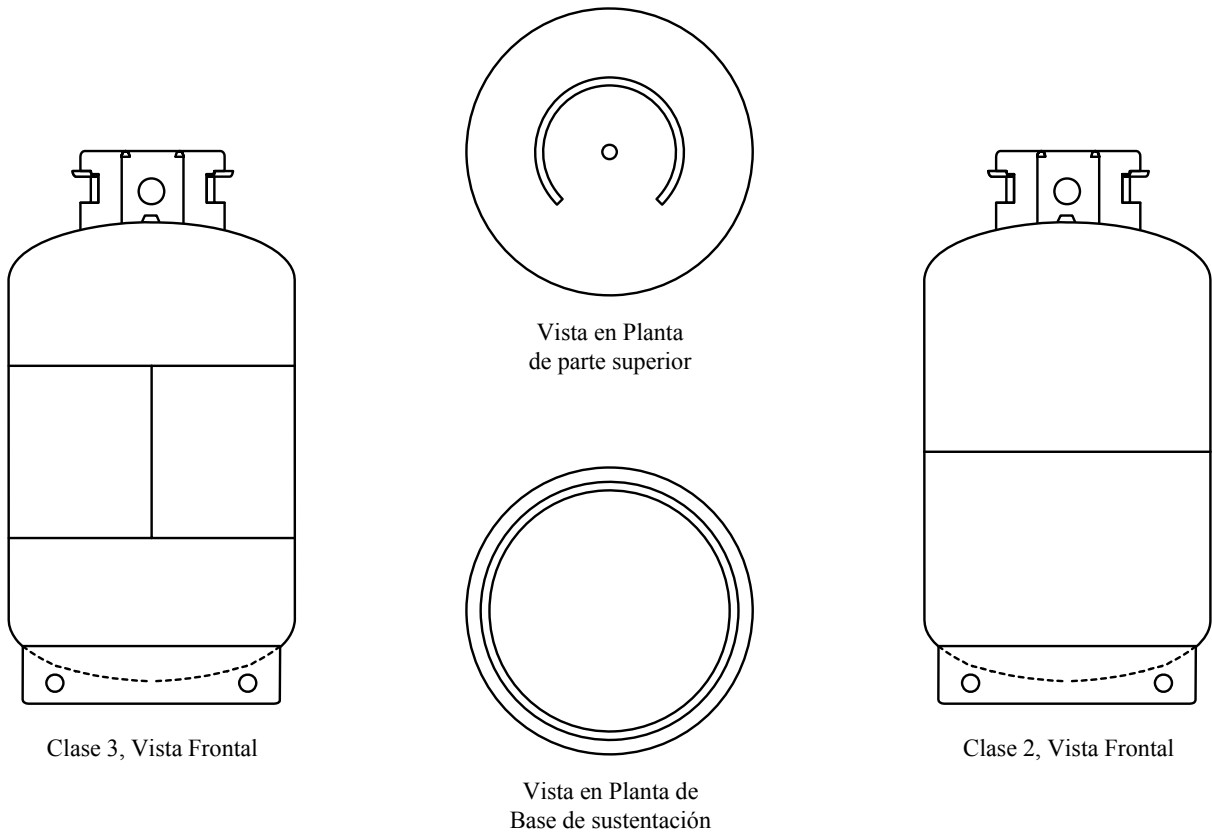
Vista Superior

Vista Frontal



**Figura 2**

**Cilindro Clase 2 y Clase 3  
Capacidad 11,34 kg (25 lb)**



**Figura 3**

**Cilindro Clase 2 y Clase 3  
Capacidad 45,36 kg (100 lb)**

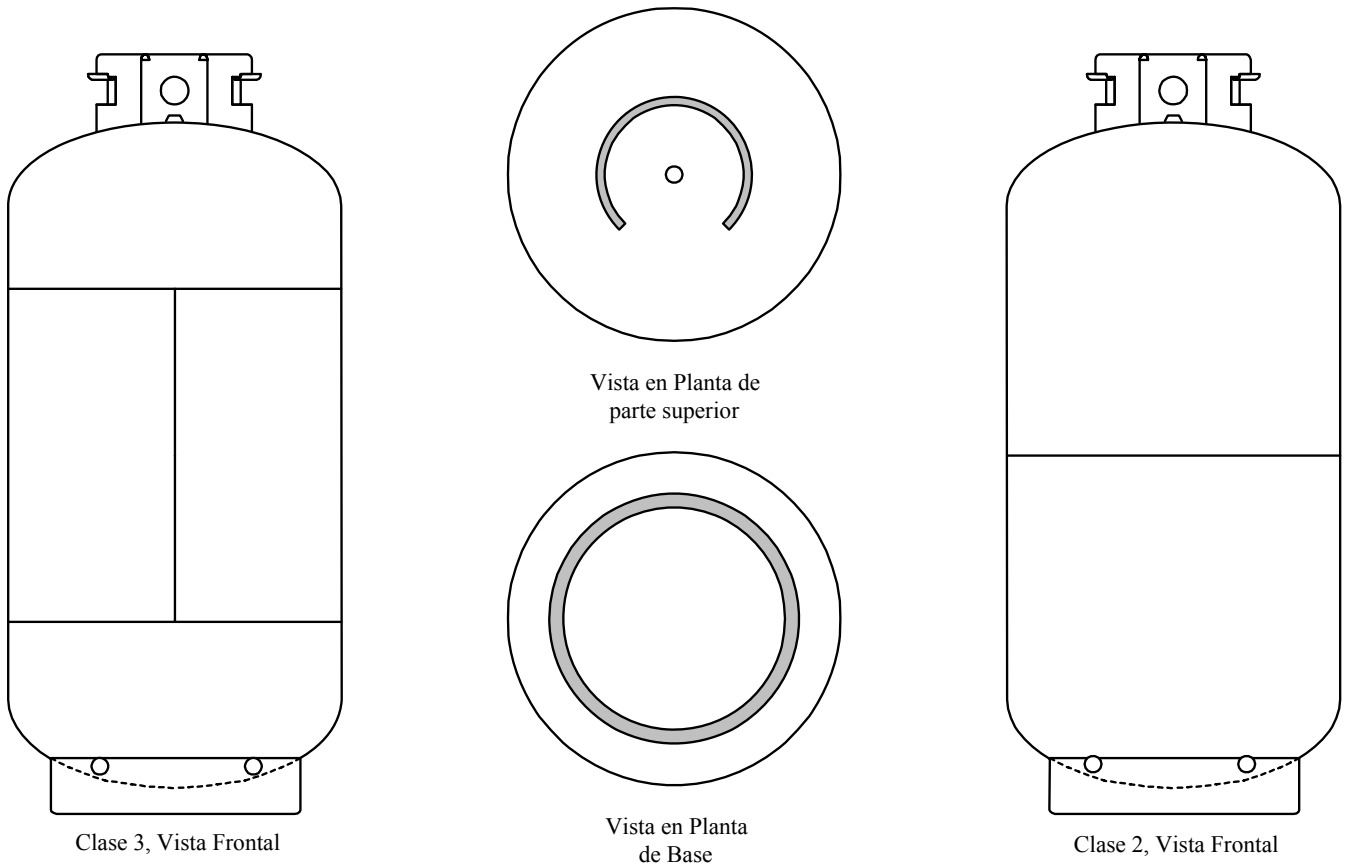


Figura 4

Cuello protector de la válvula

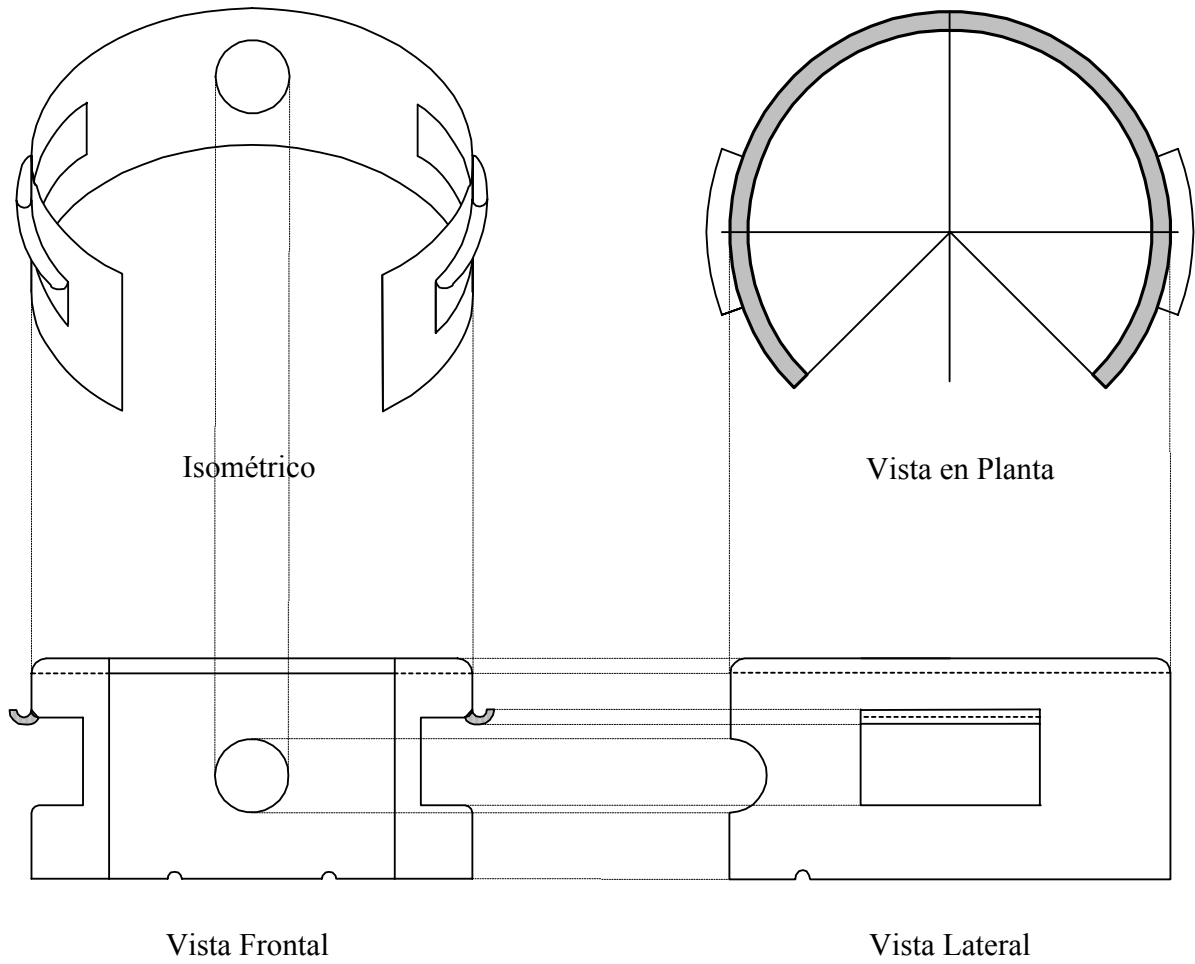


Figura 5

Rosca hembra para la válvula

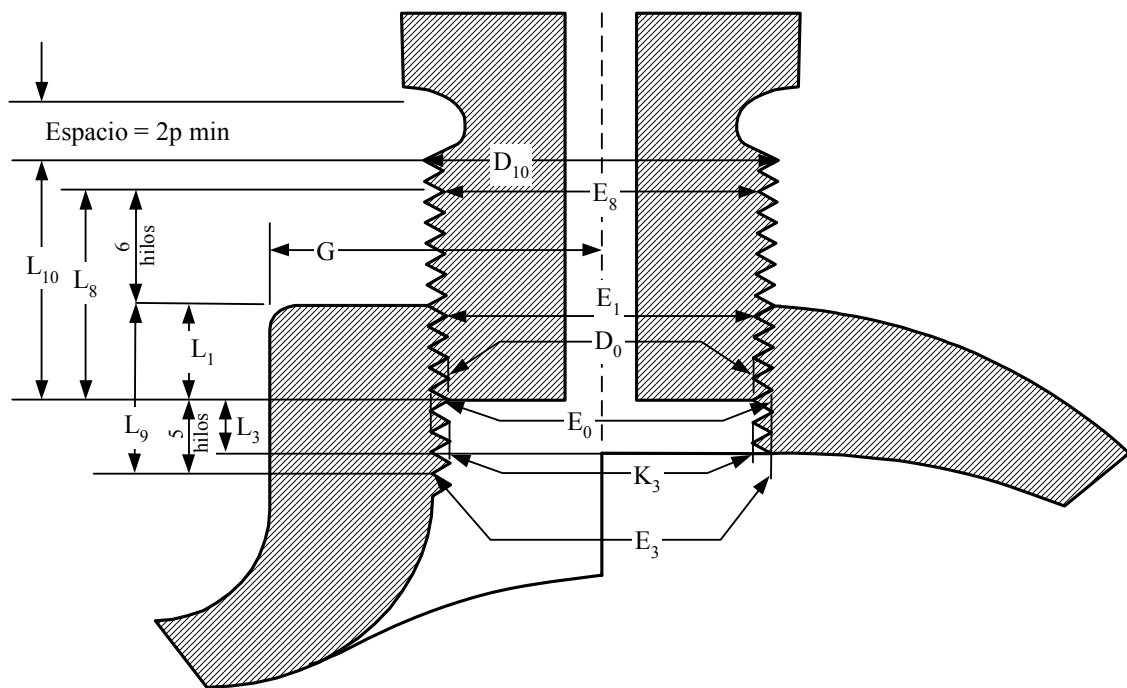
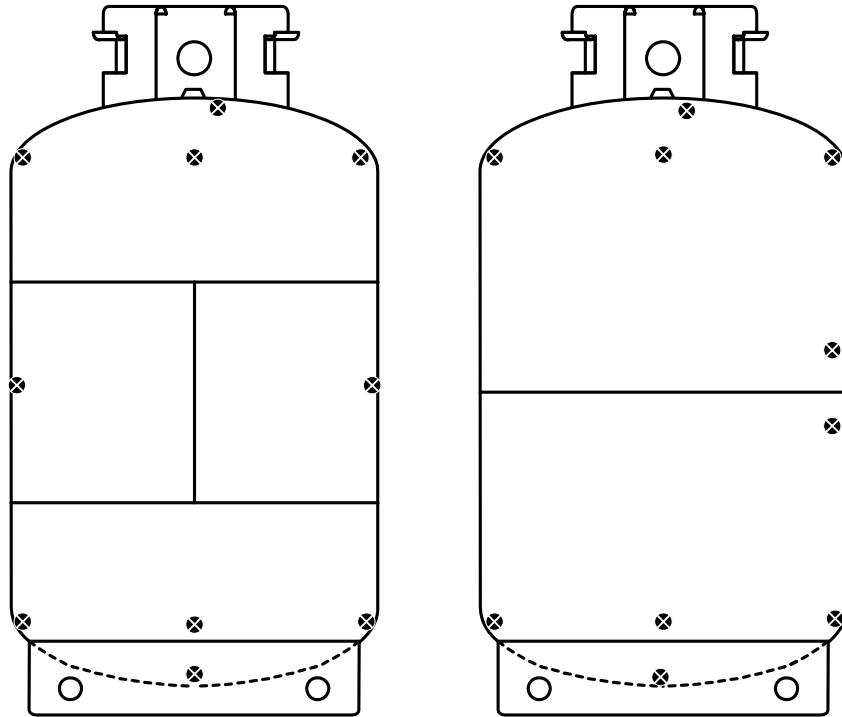


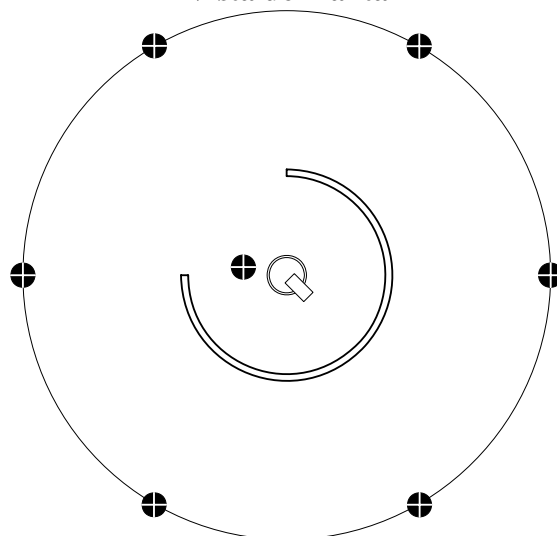
Figura 6

Puntos de medición de espesores en cilindros. (⊕)

Vista Lateral



Vista de Planta



**Tabla 5**  
**Ejemplo de tamaño de muestra para lotes de 1201 a 3200 cilindros**

<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Criterio</b>		<b>Pruebas a realizar</b>
		<b>Aceptación</b>	<b>Rechazo</b>	
<b>General</b>	50	3	4	Inspección visual y tara
<b>Especial</b>	8	0	1	Capacidad de agua, radiografía industrial, hermeticidad, expansión volumétrica, ruptura y espesor

Los valores del tamaño de muestra y los de aceptación y rechazo fueron tomados de las Tablas I y II-A de la Norma ISO 2859-1 o de la Norma IEC 410, la muestra general con nivel de inspección general I y un AQL de 2.5, la muestra especial con nivel de inspección especial II y un AQL de 2.5.

Table I  
Simple size code letters (Sec. 9.2 and 9.3)

Lot or batch size			Special inspection levels				General inspection levels		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	to	8	A	A	A	A	A	B	
9	to	15	A	A	A	A	A	C	
16	to	25	A	A	B	B	B	D	
26	to	50	A	B	B	C	C	E	
51	to	90	B	B	C	C	C	F	
91	to	150	B	B	C	D	D	G	
151	to	280	B	C	D	E	E	H	
281	to	500	B	C	D	E	F	J	
501	to	1200	C	C	E	F	G	K	
1201	to	3200	C	D	E	G	H	L	
3201	to	10000	C	D	F	G	J	M	
10001	to	35000	C	D	F	H	K	N	
35001	to	150000	D	E	G	J	L	P	
150001	to	500000	D	E	G	J	M	Q	
500001	and over		D	E	H	K	N	R	

Se mantiene el idioma ingles en la tabla por ser utilizada como referencia.

