

# SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

## **NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SCFI-1995, Líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.- Dirección General de Normas.- Dirección de Normalización.- Subdirección de Normalización.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SCFI-1995, LIQUIDO PARA FRENOS HIDRAULICOS EMPLEADO EN VEHICULOS AUTOMOTORES-ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y METODOS DE PRUEBA.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en los artículos 34 fracciones XIII y XXX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 39 fracción V, 40 fracciones I y XII, 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y 24 fracciones I y XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, y

### **CONSIDERANDO**

Que es responsabilidad del Gobierno Federal procurar las medidas que sean necesarias para garantizar que los productos y servicios que se comercialicen en territorio nacional sean seguros y no representen peligros al usuario y consumidores respecto a su integridad corporal;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de Normas Oficiales Mexicanas, la Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-113-SCFI-1995, Líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba, lo que se realizó en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de mayo de 1996, con objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado comité consultivo;

Que durante el plazo de 90 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho proyecto de norma oficial mexicana, los análisis a los que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvieron a disposición del público para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado comité consultivo, realizándose las modificaciones procedentes;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SCFI-1995, LIQUIDO PARA FRENOS HIDRAULICOS EMPLEADO EN VEHICULOS AUTOMOTORES-ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y METODOS DE PRUEBA

Para efectos correspondientes, esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

México, D.F., a 9 de diciembre de 1997.- La Directora General de Normas, **Carmen Quintanilla Madero**.- Rúbrica.

## **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SCFI-1995, LIQUIDO PARA FRENOS HIDRAULICOS EMPLEADO EN VEHICULOS AUTOMOTORES-ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD Y METODOS DE PRUEBA**

### **PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, A.C.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION Sección 86 "Fabricantes de productos químicos automotrices".
- CHRISTIANSON, S.A. DE C.V.
- COMERCIAL IMPORTADORA, S.A. DE C.V.
- COMERCIAL ROSHFRAN, S.A. DE C.V.
- ELF LUBRICANTES MEXICO, S.A. DE C.V.
- ESPECIALIDADES DE LUBRICANTES FINOS, S.A.
- FORD MOTOR COMPANY, S.A. DE C.V.
- FRENOS HIDRAULICOS AUTOMOTRICES, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIA NACIONAL DE AUTOPARTES, A.C.
- LIQUIDOS AUTOMOTRICES, S.A. DE C.V.

- POLIOLES, S.A. DE C.V.
- PRESTOL, INDUSTRIA VANAMEX
- QUIMICA T.F., S.A. DE C.V.
- ROSIMA, S.A. DE C.V.

## INDICE

<b>0</b>	Introducción
<b>1</b>	Objetivo
<b>2</b>	Campo de aplicación
<b>3</b>	Referencias
<b>4</b>	Definiciones
<b>5</b>	Símbolos y abreviaturas
<b>6</b>	Clasificación
<b>7</b>	Especificaciones
<b>8</b>	Muestreo
<b>9</b>	Métodos de prueba
<b>10</b>	Información
<b>11</b>	Apéndice "A"
	Apéndice "B"
	Apéndice "C"
<b>12</b>	Vigilancia
<b>13</b>	Bibliografía
<b>14</b>	Concordancia con normas internacionales

### 0 Introducción

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones del líquido para frenos hidráulicos que garantizan su correcto funcionamiento y durabilidad con el fin de evitar un posible accidente por falla en el sistema de frenos que pudiera ocurrir por su manufactura o por el uso de un líquido inadecuado o contaminado.

### 1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de seguridad y los métodos de prueba que deben cumplir los líquidos para frenos hidráulicos compuestos de aceite no mineral, incluyendo aquéllos que tienen como base productos sintéticos, usados en vehículos automotores.

### 2 Campo de aplicación

Esta Norma es aplicable a los tipos de líquidos para frenos que están destinados para usarse en sistemas de frenos hidráulicos que incluyan componentes de hule hechos de estireno butadieno (SBR), etileno propileno (EPDM), policloropreno (CR) (tubo interior de la manguera para frenos) o hule natural (NR), que se produzcan y/o comercializan en el territorio nacional para ser utilizados en vehículos automotores.

### 3 Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma, deben consultarse las siguientes normas vigentes:

NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades de medida.
NOM-030-SCFI-1993	Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones.
NMX-D-016-CT-1984	Industria automotriz-Líquido para frenos-Compatibilidad-Método de prueba.
NMX-D-065-1976	Calidad de las gomas de hule empleadas en los frenos hidráulicos a tambor de los vehículos automotores.
NMX-D-085-1977	Determinación de la dureza internacional en los hules vulcanizados.
NMX-D-088-1977	Sellos de hule empleados en los sistemas de frenos hidráulicos.
NMX-K-119-1979	Determinación de humedad-Método de Karl Fischer.
NMX-L-024-1975	Determinación de la viscosidad cinemática y dinámica de líquidos transparentes y opacos.
NMX-R-061-1968	Método de prueba para la determinación de la dureza shore de hules y plásticos.

### 4 Definiciones

Para los propósitos de la presente Norma se establecen las siguientes definiciones:

#### 4.1 Compatibilidad

Es la propiedad que posee el líquido para frenos que consiste en la posibilidad de mezclarse con otro líquido especial de prueba y conservar sus propiedades físicas aun cuando se someta a la acción de temperaturas bajas y altas.

#### 4.2 Comportamiento en servicio simulado

Es la evaluación de las propiedades lubricantes y compatibilidad de los componentes del líquido para frenos dentro de un sistema de frenos hidráulicos.

#### 4.3 Consumidor

La persona física o moral que adquiere, realiza o disfruta como destinatario final bienes, productos o servicios. No es consumidor quien adquiere, almacene, utilice o consuma bienes o servicios con objeto de

integrarlos en procesos de producción, transformación, comercialización o prestación de servicios a terceros.

#### **4.4 Corrosión**

Es el cambio de masa que experimenta una lámina de metal por la acción de la mezcla líquido para frenos y agua.

#### **4.5 Efectos sobre el hule**

Son los cambios que experimenta el hule con que se fabrican las gomas y los sellos de los sistemas de frenos de vehículos automotores al ponerse en contacto con el líquido para frenos bajo prueba en condiciones definidas.

#### **4.6 Estabilidad a alta temperatura**

Es la propiedad que debe tener el líquido para frenos de permanecer homogéneo y conservar sus propiedades cuando se somete a calentamientos prolongados o a temperaturas elevadas.

#### **4.7 Estabilidad química**

Es la propiedad que debe tener el líquido para frenos de no presentar reversibilidad, retorno a su estado natural o descomposición.

#### **4.8 Evaporación**

Es la pérdida de masa y volumen al aplicar calor al líquido para frenos.

#### **4.9 Fluidez y apariencia a bajas temperaturas**

Es la propiedad que le permite al líquido para frenos no congelarse y conservar sus características de transparencia, cuando se somete a condiciones de bajas temperaturas.

#### **4.10 Líquido para frenos**

Es el líquido empleado como medio de transmisión de presión variable en los sistemas de frenos hidráulicos de los vehículos automotores.

#### **4.11 Lote**

Es la cantidad total del líquido para frenos fabricado esencialmente bajo las mismas condiciones.

#### **4.12 Menisco**

Es la curvatura de un fluido entre la pared del tubo y su nivel (para mediciones en tubo de vidrio graduado se toma la línea horizontal del fluido).

#### **4.13 Muestra**

Es la cantidad de líquido para frenos extraído de un recipiente o recipientes de un mismo lote, que sirve para verificar la calidad del mismo.

#### **4.14 Resistencia a la oxidación**

Es la propiedad que debe tener el líquido para frenos de neutralizar la corrosión que por desprendimiento de sustancias oxidantes, se puede causar en las partes metálicas que normalmente están en contacto con él.

#### **4.15 Temperatura de ebullición a reflujo en equilibrio**

Es la temperatura de ebullición alcanzada por un volumen determinado de líquido para frenos manteniendo una velocidad de reflujo constante.

#### **4.16 Temperatura de ebullición en húmedo a reflujo en equilibrio**

Es la temperatura de ebullición alcanzada por un volumen determinado de líquido para frenos, el cual ha sido sometido a un proceso de humidificación constante.

#### **4.17 Valor de pH**

Es el logaritmo decimal del recíproco de la concentración de iones hidrógeno  $H^+$  o hidróxilo  $OH^-$  libres o en exceso (grado de acidez o alcalinidad de un líquido).

#### **4.18 Vehículo automotor**

Medio de transporte diseñado y equipado para el servicio público o privado, y es impulsado mediante la fuerza de un motor eléctrico o diesel.

#### **4.18 Viscosidad cinemática**

Es la medida del tiempo que tarda en fluir un volumen dado de un fluido por acción de la gravedad a través de un tubo capilar de un viscosímetro normalizado y calibrado.

### **5 Símbolos y abreviaturas**

cSt	significa centistokes, unidad de viscosidad.
F	significa fuerza de aplicación.
h	significa hora.
°C	significa grados Celsius.
K	significa unidad Kelvin.
pH	significa el valor numérico de logaritmo decimal del recíproco de la concentración de iones, hidrógeno e hidróxido.
g	significa gramo masa.
mg	significa miligramo masa.
NaOH	significa hidróxido de sodio.
HCl	significa ácido clorhídrico.
GIDH	significa grados internacionales de dureza en hules.
máx.	significa máximo.
ml	significa mililitro.
cm <sup>3</sup>	significa centímetro cúbico.
cm <sup>2</sup>	significa centímetro cuadrado.

- mm significa milímetro.  
 mín. significa mínimo.  
 % significa por ciento.  
 P significa presión.  
 Patm significa presión atmosférica (760 mm de Hg en condiciones normales).  
 s significa segundos.

## 6 Clasificación

El líquido para frenos hidráulicos a que se refiere la presente Norma, se clasifica de acuerdo a sus características fisicoquímicas en cuatro tipos.

- Líquido para frenos LF3.
- Líquido para frenos LF4.
- Líquido para frenos LF5 (base de silicón).
- Líquido para frenos LF5.1 (base sin silicón).

## 7 Especificaciones

Los líquidos para frenos objeto de esta Norma, deben cumplir con las especificaciones de seguridad que se establecen en la tabla 1.

**TABLA 1.- Especificaciones de seguridad respecto al desempeño de los diferentes tipos de líquido para frenos empleados en vehículos automotores.**

Punto No.	Parámetros	Especificación	Método de prueba
7.1	Temperatura de ebullición a reflujo equilibrado, en unidades Kelvin (grados Celsius) LF3 LF4 LF5 y LF5.1	478K (205°C) mín. 503K (230°C) mín. 533K (260°C) mín.	9.1
7.2	Temperatura de ebullición en húmedo a reflujo equilibrado, en unidades Kelvin (grados Celsius) LF3 LF4 LF5.1	413K (140°C) mín. 428K (155°C) mín. 453K (180°C) mín.	9.2
7.3	Viscosidad cinemática, a una temperatura t = 233K (-40°C) LF3 LF4 LF5 y LF5.1 a una t=373K (100°C) LF3, LF4, LF5 y LF5.1	1 800 mm <sup>2</sup> /s máx. (1 800 cSt) 1 800 mm <sup>2</sup> /s máx. (1 800 cSt) 900 mm <sup>2</sup> /s máx. (900 cSt) 1,5 mm <sup>2</sup> /s mín. (1,5 cSt)	9.3
7.4	Valor del pH LF3, LF4 y LF5.1	de 7.0 a 11.5	9.4
7.5	Estabilidad del líquido		9.5
7.5.1	Estabilidad a alta temperatura.	La temperatura de ebullición a reflujo equilibrado no debe aumentar o disminuir en más de 5 K (5°C).	
7.5.2	Estabilidad química LF3, LF4 y LF5.1	La mezcla no debe mostrar reversión química evidenciada por un aumento o disminución de temperatura en más de 5 K (5°C).	
7.6	Fluidez y apariencia a bajas temperaturas. Para una temperatura de 233K (-40°C)		9.6
7.6.1	Tiempo de viaje de la burbuja para llegar a la superficie del líquido, en s.	10 s máx.	
7.6.2	Apariencia del líquido.	No debe mostrar estratificación, sedimentación, cristalización ni lodos.	
7.6.3	Fluidez y apariencia a temperatura ambiente.	Cuando se alcanza la temperatura ambiente, el líquido debe regresar a su fluidez, apariencia y claridad que tenía antes del enfriamiento.	
	Fluidez y apariencia a bajas temperaturas, a 223K (-50°C).		

7.6.4	Tiempo de viaje de la burbuja para llegar a la superficie del líquido, en s.	35 s máx.	
7.6.5	Apariencia del líquido.	No debe mostrar estratificación, sedimentación, cristalización ni lodos.	
7.6.6	Fluidez y apariencia a temperatura ambiente.	Cuando se alcanza la temperatura ambiente, el líquido debe regresar a su fluidez, apariencia y claridad que tenía antes del enfriamiento.	
7.7	Evaporación.		9.7
7.7.1	Pérdida por evaporación, en % en peso	80% máx.	
7.7.2	Apariencia del residuo después de la prueba.	No debe contener precipitado arenoso o abrasivo cuando se frota entre la yema de un dedo y el fondo de la caja Petri.	
7.7.3	Temperatura de escurrimiento del residuo, en °C.	Abajo de 268K ± 2K (-5°C ± 2°C).	
7.8	Comportamiento en servicio simulado.	Ver apéndice B	9.8
7.8.1	Apariencia de las partes metálicas.	No debe mostrar picaduras o ralladuras a simple vista, se permite manchado o decoloración.	
7.8.2	Cambio del diámetro inicial de cualquier cilindro o pistón durante la prueba.	0,13 mm máx.	
7.8.3	Apariencia de las gomas después de la prueba.	No deben mostrar ralladuras, desgaste, ampollamiento, grietas, descarapelado o cambio en la forma de la apariencia original.	
7.8.4	Pérdida de dureza de 7 de las 8 gomas probadas (6 de cilindro de rueda y 1 primaria del cilindro maestro, en GIDH).	15 GIDH máximo en promedio, no más de una de las 7 gomas podrá disminuir las de 17 GIDH.	
7.8.5	Aumento del diámetro de la base de las gomas, en mm.	Ninguna de las 8 gomas probadas deben tener más de 0,90 mm de aumento.	
7.8.6	Promedio de interferencia entre el diámetro del cilindro y el diámetro del labio de la goma, en las 8 gomas de prueba en %.	65% máx.	
7.8.7	Pérdida de líquido durante cualquier período de 24 000 ciclos, en cm <sup>3</sup> (ml).	36 cm <sup>3</sup> (ml) máx.	
7.8.8	Funcionamiento de los pistones del cilindro a lo largo de la prueba.	No deben deformarse, dañarse, agrietarse ni funcionar inadecuadamente.	
7.8.9	Pérdida del líquido durante 100 ciclos, al final de la prueba, en cm <sup>3</sup> (ml).	36 cm <sup>3</sup> (ml) máx.	
7.8.10	Apariencia del líquido al final de la prueba.	No debe presentar formación de lodos, geles o arenillas abrasivas.	
7.8.11	Contenido de sedimento, en % de volumen.	1,5% máximo, después de centrifugar.	
7.8.12	Estados del cilindro de freno.	Se permite sólo un ligero depósito de gomas en las paredes del cilindro de frenos y otras partes del metal. Debe estar libre de depósitos abrasivos que no puedan eliminarse al frotar moderadamente un trapo no abrasivo impregnado con alcohol etílico.	
7.9	Tolerancia al agua A 233 K (-40°C).		9.9

7.9.1	Apariencia del líquido.	No debe mostrar sedimentación, estratificación, cristalización ni lodos.	
7.9.2	Tiempo de viaje de la burbuja para llegar a la superficie del líquido, en segundos.	10 s máx.	
7.9.3	Apariencias de las líneas de contraste de la carta de poder de encubrimiento cuando éstas se observan a través del tubo de centrifugación conteniendo la muestra.	Deben ser claramente distinguibles.	
7.9.4	Fluidez y apariencia a temperatura ambiente. A 333K (60°C)	Si se ha desarrollado alguna nebulosidad, el líquido húmedo debe regresar a su claridad, fluidez original cuando alcance la temperatura ambiente.	
7.9.5	Apariencia del líquido.	No debe mostrar estratificación.	
7.9.6	Contenido de sedimento % en volumen.	0,05% máximo después de centrifugar para un líquido antes de envasar y 0,15% máximo después de centrifugar para un líquido envasado.	
7.10	Compatibilidad. A 233K (-40°C).		9.10
7.10.1	Apariencia del líquido.	No debe mostrar lodos, sedimentación ni cristalización.	
7.10.2	Apariencia de las líneas de contraste de la carta de poder de encubrimiento cuando éstas se observan a través del tubo de la centrífuga conteniendo la muestra. A 233K (-40°C)	Deben ser claramente distinguidas.	
7.10.3	Apariencia del líquido excepto del LF5.	No debe mostrar estratificación.	
7.10.4	Contenido de sedimento, % en volumen.	No mayor de 0,05 después centrifugar.	
7.11	Corrosión.		9.11
7.11.1	Cambio de peso en las láminas de prueba en mg/cm <sup>2</sup> de superficie. LF3, LF4 y LF5.1 Hierro estañado. Acero. Aluminio. Hierro de fundición. Latón. Cobre. Zinc. Cambio de peso en las láminas de prueba en mg/cm <sup>2</sup> de superficie. LF5 Hierro estañado. Acero. Aluminio. Hierro de fundición. Latón. Cobre.	0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,4 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,4 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,4 mg/cm <sup>2</sup> máx.  0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
7.11	Corrosión.		9.11
7.11.1	Cambio de peso en las láminas de prueba en mg/cm <sup>2</sup> de superficie. LF3, LF4 y LF5.1 Hierro estañado. Acero.	0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx.	

**[[Modificación publicada en el DOF del 4 de marzo de**

<b>2010].</b>	Aluminio.	0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Hierro de fundición.	0,4 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Latón.	0,4 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Cobre.		
	Cambio de peso en las láminas de prueba en mg/cm <sup>2</sup> de superficie.		
	LF5	0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Hierro estañado.	0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Acero.	0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Aluminio.	0,1 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Hierro de fundición.	0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Latón.	0,2 mg/cm <sup>2</sup> máx.	
	Cobre.		

7.11.2	Apariencia de las láminas después de la prueba.	Excluyendo el área de contacto entre ellas 13 mm ± 1 mm medida del orificio del tornillo al final de la lámina. Las láminas de metal no deben tener picaduras o rugosidad apreciables a simple vista, se permite manchado o decoloración.	
7.11.3	Apariencia de la mezcla líquido-agua, al final de la prueba.	No debe mostrar aspecto gelatinoso a 296K ± 5K (23°C ± 5°C).	
7.11.4	Depósitos.	No debe formarse depósitos cristalinos sobre las paredes del recipiente o sobre las laminillas.	
7.11.5	Contenido de sedimento en la mezcla líquido-agua, al final de la prueba, en % en volumen.	0,10 máx.	
7.11.6	Valor del pH de la mezcla líquido-agua, después de la prueba. Para LF3, LF4 y LF5.1	7 a 11,5	
7.11.7	Apariencia de las gomas después de la prueba.	No debe mostrar desintegración evidenciada por ampollamiento o descarapelado.	
7.11.8	Disminución de dureza en las gomas, después de la prueba, en GIDH.	No debe mostrar un decremento por más de 15 GIDH.	
7.11.9	Incremento de diámetro en la base de las gomas, después de la prueba, en mm.	No debe mostrar incremento por más de 1,4 mm.	
7.12	Oxidación.		9.12
7.12.1	Cambio de peso en las láminas de prueba en mg/cm <sup>2</sup> de superficie. Aluminio. Hierro de fundición.	0,05 mg/cm <sup>2</sup> máx. 0,30 mg/cm <sup>2</sup> máx.	

7.12.2	Apariencia de las tiras de metal después de la prueba.	Las tiras de metal, fuera de las áreas de contacto con la hoja de estaño, no debe tener picaduras ni rugosidades apreciables a simple vista. Se permite ligero manchado o decoloración.	
7.12.3	Cantidad de gomas depositadas en las láminas de metal.	Sólo se permiten huellas fuera de las áreas de contacto con las hojas de estaño.	
7.13	Efectos sobre el hule. Prueba a 343K (70°C).		9.13
7.13.1	Disminución de dureza en las gomas después de la prueba, en GIDH.	10 máx. Las gomas no deben mostrar aumento de dureza después de la prueba.	
7.13.2	Apariencia de las gomas después de la prueba.	No debe mostrar pegajosidad, ampollamiento o lodos formados por la separación de negro de humo depositados sobre la superficie de la goma.	
7.13.3	Incremento de diámetro en la base de la goma, después de la prueba, en mm.	De 0,15 a 1,40	
Prueba a 393K (120°C)			
7.13.4	Disminución de dureza en las gomas, después de la prueba, en GIDH.	15 máx. Las gomas no deben mostrar aumento de dureza después de la prueba.	
7.13.5	Apariencia de las gomas después de la prueba.	No deben mostrar pegajosidad, ampollamiento o lodos formados por la separación de negro de humo depositados sobre la superficie de la goma.	
7.13.6	Incremento del diámetro en la base de la goma, después de la prueba, en mm.	De 0,15 a 1,4	
7.13.7	Disminución de dureza en la placa de hule, véase 11.9, después de la prueba en GIDH.	10 máx., las placas no deben mostrar aumento de dureza después de la prueba.	
7.13.8	Apariencia de las placas después de la prueba.	No deben mostrar pegajosidad, ampollamiento o lodos formados por la separación de negro de humo depositados sobre la superficie de la placa.	
7.13.9	Incremento en volumen de la placa, después de la prueba.	Debe ser 10% máx. Nota: Estas pruebas son a 70°C y a 120°C, cambiando únicamente la disminución de dureza, la cual es en GIDH 10 máx., a 70°C y de 15 GIDH a 120°C	
7.14	Color LF3, LF4 y LF5.1 LF5	De cualquier color	

## 8 Muestreo

El muestreo que debe seguirse, es el que se establece a continuación:

### 8.1 Extracción de la muestra

Cuando el producto esté envasado en tambores, tomar una muestra de 4 dm<sup>3</sup> (litros) como mínimo por cada lote debidamente identificado. En caso de que el producto se presente en envases de pequeña capacidad, se deben tomar muestras de diferentes envases de cada lote debidamente identificado, hasta completar la muestra de 4 dm<sup>3</sup> (litros).

### 8.2 Criterio de aceptación

Los valores de las especificaciones citadas en la presente Norma, con excepción de lo establecido en el apéndice "B", representan una calidad mínima del producto y el incumplimiento de cualquiera de ellas es motivo de rechazo total del lote. Sin embargo, en las transacciones comerciales se podrán acordar especificaciones más exigentes que las establecidas en esta Norma.

## 9 Métodos de prueba

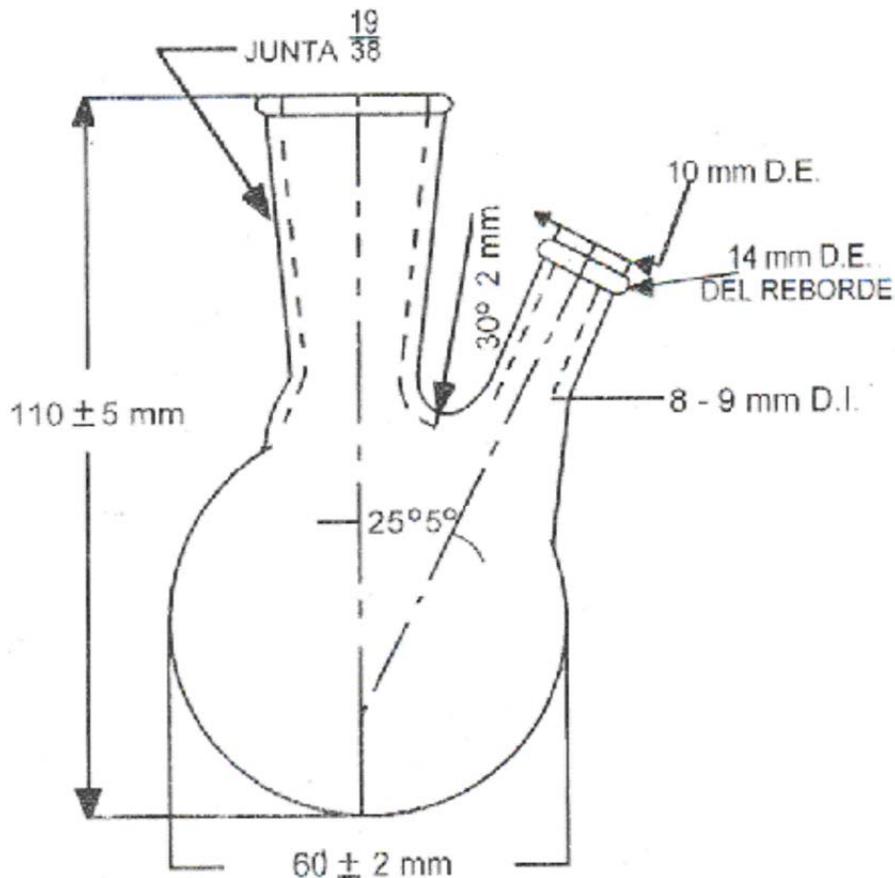
Se establecen los métodos de prueba siguientes:

**NOTA:** Todos los instrumentos de medición deben estar calibrados por un laboratorio acreditado ante el Sistema Nacional de Calibración.

**9.1** Determinación de la temperatura de ebullición a reflujo en equilibrio del líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.

**9.1.1** Aparatos y equipo.

**9.1.1.1** Matraz de 100 cm<sup>3</sup> (ml) de fondo redondo, de cuello corto, de cristal resistente al calor (ejemplo vidrio de borosilicato) que tenga cuello con junta esmerilada 19/38 (19 mm de diámetro mayor por 38 mm de largo de la parte esmerilada) y un tubo de entrada lateral de 10 mm de diámetro externo, localizado de tal manera que el tubo del termómetro esté directamente centrado en el matraz a aproximadamente 6,5 mm del fondo (véase figura 1).



**FIGURA 1.-** Matraz de 100 cm<sup>3</sup> (ml), de fondo redondo y cuello corto

**9.1.1.2** Condensador de reflujo enfriado por agua del tipo tubo de vidrio que tenga una chaqueta condensadora de 200 mm de longitud. La parte inferior del condensador debe tener una terminal que permita el goteo y una junta esmerilada de 19/38 (19 mm de diámetro mayor por 38 mm de largo de la parte esmerilada).

**9.1.1.3** Para líquidos cuya temperatura de ebullición sea menor de 573 K (300°C) se puede emplear un termómetro de 76 mm de inmersión calibrado a un rango de temperatura de 268 K a 573 K (-5°C a 300°C).

**9.1.1.4** Fuente de calentamiento, un mechero o una parrilla eléctrica con reóstato para controlar el suministro de calor y obtener la temperatura de ebullición dentro de los límites de reflujo especificados.

**9.1.1.5** Cronómetro (reloj).

**9.1.1.6** Cuerpos para regular la ebullición que pueden ser granos de carburo de silicio grado número 8 o perlas de vidrio de 3 mm de diámetro.

**9.1.2** Material y reactivos

**9.1.2.1** Material común de laboratorio.

**9.1.3** Procedimiento

Se lava y se seca cuidadosamente todo el equipo de vidrio para estar químicamente limpio antes de usarse. Se agregan al matraz 60 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar y tres o cuatro granos de carburo de silicio o bien tres o cuatro perlas de vidrio. Se inserta el termómetro de inmersión en la abertura lateral hasta que la punta del bulbo se encuentre a aproximadamente 6,5 mm del fondo del matraz. Se hace un sello alrededor del termómetro con un casquillo de hule.

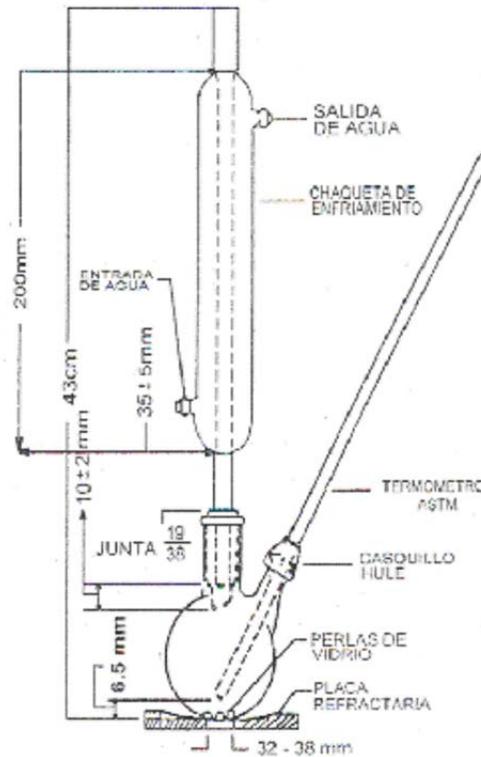
Se ensambla el matraz al condensador (véase figura 2). Cuando se use mechero, se coloca éste debajo del matraz, que debe sostenerse con un anillo de metal, con pinzas y un soporte en el que se sujeta todo el ensamble, con unas pinzas de laboratorio.

Cuando se emplee una parrilla eléctrica, se centra sobre el elemento de calentamiento una placa de porcelana o de asbesto duro refractario, que tenga un orificio de diámetro de 32 mm a 38 mm, el calor directo debe pasar solamente a través del orificio.

Cuando todo el aparato se encuentre listo, se hace pasar agua al condensador y se le aplica calor al matraz a un límite tal que el líquido se encuentre refluendo en un tiempo de 10 min ± 2 min, de 1 a 2 gotas/s, durante el calentamiento la velocidad del reflujo no debe exceder de 5 gotas/s. Inmediatamente, se ajusta el suministro de calor de tal manera que se obtenga un reflujo equilibrado a una velocidad de 1 a 2 gotas/s dentro de los siguientes 5 min ± 2 min.

Se mantiene una velocidad de reflujo medida y constante de 1 a 2 gotas/s por un tiempo adicional de 2 min y se anota el valor promedio de cuatro lecturas de temperatura, tomadas a intervalos de 30 s.

El aparato para la prueba debe estar en un lugar que se encuentre libre de corriente de aire y otros cambios bruscos de temperatura.



**FIGURA 2.-** Aparato de prueba para la determinación de la temperatura de ebullición a reflujo en equilibrio.

**9.1.4** Cálculos e interpretación de resultados

**9.1.4.1** Al valor promedio obtenido de la observación de las cuatro temperaturas se les corrige por presión, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C = 0,000095 (760 - P) (273 + t)$$

En donde:

C es el factor de corrección que se debe agregar a la temperatura observada.

P es la presión barométrica local en milímetros de mercurio.

t es el valor promedio de 4 lecturas de temperatura en °C.

**9.2** Determinación de la temperatura de ebullición en húmedo a reflujo equilibrado, en el líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.

**9.2.1** Aparatos y equipo.

Aparato de humidificación, que consiste de lo siguiente:

**9.2.1.1** Cuatro frascos de vidrio para pruebas de corrosión o sus equivalentes, con las partes superiores roscadas, de forma cilíndrica, con capacidad aproximada de 475 cm<sup>3</sup> (ml), altura interna de 100 mm y 75 mm de diámetro. Se deben usar tapas de acero estañado para proporcionar un sellado hermético.

**9.2.1.2** Dos humidificadores de vidrio en forma de tazón de 250 mm de diámetro interior, con tapa adecuada, provista de un respiradero tubular y tapón de hule del número 8.

**9.2.1.3** Dos placas de porcelana perforadas para humidificador de 230 mm de diámetro, vidriadas en la parte superior.

**9.2.2** Materiales y reactivos.

**9.2.2.1** Material común de laboratorio.

**9.2.2.2** Agua destilada.

**9.2.2.3** Líquido de referencia (véase 11.1, Apéndice A).

**9.2.3** Procedimiento.

**9.2.3.1** Preparación del aparato

Lubricar la brida del humidificador y la tapa. Cargar cada humidificador con 450 cm<sup>3</sup> (ml) ± 10 cm<sup>3</sup> (ml) de agua destilada y colocar la placa perforada de porcelana dentro de cada humidificador. Meterlos a un horno de ventilación forzada a 323 K ± 1 K (50°C ± 1°C). Inmediatamente colocar dos frascos conteniendo 350 cm<sup>3</sup> (ml) ± 5 cm<sup>3</sup> (ml) de líquido de referencia.

**9.2.3.2** Antes de empezar la prueba, ajustar el contenido de agua del líquido de referencia a 0,50% ± 0,05% en peso.

**9.2.3.3** Preparar las muestras del líquido para frenos y especímenes del líquido de referencia por duplicado.

Verter 350 cm<sup>3</sup> (ml) ± 5 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido a probar en cada uno de los otros dos frascos de vidrio, colocar rápidamente los cuatro frascos dentro de los humidificadores, un frasco conteniendo la muestra de líquido para frenos y el otro conteniendo el líquido de referencia (véase figura 3).

A intervalos regulares quitar el tapón de hule que se encuentra en la parte superior de cada humidificador. Usando una jeringa hipodérmica con aguja larga, tomar una muestra de no más de 2 cm<sup>3</sup> (ml) de cada frasco que contiene el líquido de referencia y determinar su contenido de agua.

No quitar más de 10 cm<sup>3</sup> (ml) de cada espécimen de líquido de referencia durante el proceso de humidificación.

Cuando el contenido de agua de líquido de referencia alcance 3,7% ± 0,05% en peso (promedio de los duplicados) retirar los dos frascos que contienen el líquido de referencia, de sus humidificadores y tapar rápidamente cada frasco apretando las tapas fuertemente. Medir el contenido de agua de los líquidos de prueba, y determinar su temperatura de ebullición a reflujo equilibrado (véase 9.1).

Si las dos temperaturas de ebullición a reflujo en equilibrio, coinciden dentro del intervalo de cuatro grados centígrados, promediarlos para determinar la temperatura de ebullición en húmedo a reflujo en equilibrio, de otro modo repetir la prueba y promediar las cuatro temperaturas de ebullición a reflujo en equilibrio obtenidos, siendo ésta la temperatura de ebullición en húmedo a reflujo en equilibrio del líquido para frenos.

**9.2.4** Cálculo e interpretación de resultados

El valor obtenido de la temperatura de ebullición en húmedo a reflujo en equilibrio, se corrige por presión, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C = 0,000095(760 - P) (273 + t)$$

En donde:

C es el factor de corrección que se debe agregar a la temperatura.

P es la presión barométrica local, en milímetros de mercurio.

t es la temperatura de ebullición alcanzada por la muestra, en °C.

**9.3** Determinación de la viscosidad cinemática del líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.

**9.3.1** Aparatos y equipos

**9.3.1.1** Viscosímetro de vidrio tipo capilar, calibrado y certificado, capaz de medir viscosidad cinemática a 373 K ± 0,01 K (100°C ± 0,01°C) y a 233 K ± 0,03 K (-40 °C ± 0,03 °C) y que puede ser de dos tipos:

a) Viscosímetro de nivel suspendido para la determinación de viscosidad a baja temperatura de 233 K ± 0,03 K (-40°C ± 0,03°C), calibrado y certificado.

b) Viscosímetro de rutina tipo ostwald o modificado para líquidos transparentes, calibrado y certificado para la determinación a temperaturas de 373 K ± 0,01 K (100°C ± 0,01°C) y 233 K ± 0,03 K (-40°C ± 0,03°C).

9.3.1.2 Soportes para viscosímetro capaz de mantener el viscosímetro en forma vertical y posición similar a cuando fueron calibrados.

9.3.1.3 Termómetros certificados, líquido en vidrio de una exactitud de 0,01 K (0,01°C) para viscosidad cinemática de acuerdo a la tabla siguiente:

Para prueba de	Intervalo de temperatura
233 K (-40oC)	De -41,4oC a -38oC
373 K (100oC)	De 97,5oC a 101,9oC

9.3.1.4 Cronómetro con subdivisiones de 0,2 s y con una resolución de 0,5% cuando se prueba a intervalos mayores de 15 min.

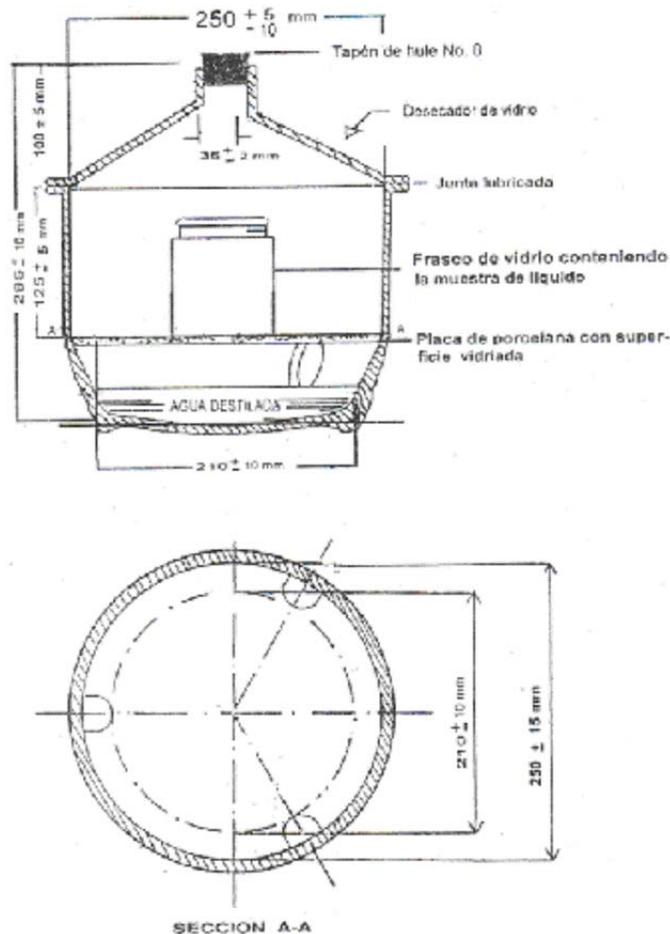


FIGURA 3.- Aparato humidificador para la prueba de la determinación de la prueba de ebullición en húmedo a reflujo equilibrado.

9.3.1.5 Baño para viscosímetro.- Baño con controlador de temperatura en el que se puede usar cualquier líquido transparente apropiado y con profundidad suficiente para que durante la medición se mantenga la muestra a no menos de 2 cm de la superficie del líquido del baño y el fondo del viscosímetro con la muestra, a no menos de 2 cm arriba del fondo del baño.

El baño debe tener agitación suficiente para controlar la temperatura en un intervalo de 288 K (15°C) a 373 K (100°C) no debe tener una variación mayor a 0,01 K (0,01°C) a lo largo del viscosímetro, fuera de este intervalo la variación no debe exceder de 0,03 K (0,03°C).

9.3.2 Materiales y reactivos

9.3.2.1 Equipo común de laboratorio

9.3.2.2 Solvente para limpieza de los viscosímetros, que sea completamente inofensivo al viscosímetro, tal como:

-Acetona.

- Acido crómico al 5%.
- Alcohol etílico.
- Alcohol isopropílico, cuando se use el viscosímetro para LF5.

#### **9.3.2.3 Aire limpio y seco.**

#### **9.3.3 Procedimiento**

**9.3.3.1** Mantener el baño a la temperatura de prueba entre los límites dados en 9.3.1.5.

**9.3.3.2** Seleccionar el viscosímetro necesario, limpio, seco y calibrado que cubra los límites de la viscosidad esperada.

**9.3.3.3** Cargar el viscosímetro en la forma indicada por el diseño del instrumento, de la misma manera que fue calibrado. Proteger el líquido contra contaminación del polvo y humedad durante el llenado y medición, cubriendo los tubos abiertos del viscosímetro.

**9.3.3.4** Cargar el viscosímetro de nivel suspendido por inclinación cercana a los 30 grados de su posición vertical y poner suficiente líquido para frenos a través del tubo de llenado dentro del depósito inferior, de tal manera que cuando el viscosímetro se coloca nuevamente en su posición vertical, el menisco queda entre las marcas de llenado.

Para temperaturas abajo de 273 K (0°C), antes de poner el viscosímetro lleno en el baño de temperatura constante, subir el líquido al bulbo de medición e insertar tapones de hule para mantener el líquido suspendido y evitar acumulación de agua condensada en las partes críticas de las paredes del viscosímetro.

**9.3.3.5** El viscosímetro de rutina se carga invirtiéndolo y sumergiendo el tubo pequeño dentro del líquido para frenos. Aplicar vacío por el tubo grande hasta que el líquido alcance la marca superior del bulbo de medición y retornar el viscosímetro a su posición vertical.

**9.3.3.6** Montar el viscosímetro en el baño en posición vertical cuidadosamente nivelado y dejar que permanezca 30 min para alcanzar la temperatura del baño.

**9.3.3.7** A temperaturas abajo de cero grados Celsius, llevar a cabo una corrida preliminar sin medir el tiempo, dejando que el líquido para frenos fluya a través del tubo capilar hasta el recipiente de abajo, después de que la temperatura ha sido estabilizada.

**9.3.3.8** Ajustar el nivel del líquido para frenos en el tubo capilar del viscosímetro a una posición cercana a los 5 mm por encima de la primera marca de medición.

**9.3.3.9** Dejar fluir libremente el líquido y medir el tiempo requerido para que el menisco pase de la primera marca de medición, a la segunda. Si este tiempo de fluido es menor al mínimo especificado para el viscosímetro o menor a 200 s, repetir la prueba usando un viscosímetro con un tubo capilar de menor diámetro.

**9.3.3.10** Si dos corridas difieren de más del 0,2% rechazar la prueba y repetirla, usando una muestra de líquido para frenos fresca.

#### **9.3.4 Limpieza de viscosímetros**

**9.3.4.1** Entre muestras sucesivas, enjuagar los viscosímetros con alcohol seguido de enjuagues de acetona. Pasar una corriente de aire seco filtrado a través del viscosímetro hasta eliminar las últimas trazas de solvente.

**9.3.4.2** Periódicamente limpiar el instrumento con ácido crómico para eliminar depósitos orgánicos. Enjuagar perfectamente con agua y acetona y secar con aire limpio y seco.

#### **9.3.5 Cálculos e interpretación de resultados**

**9.3.5.1** El promedio de las dos lecturas de la muestra multiplicado por el factor del viscosímetro a la temperatura de prueba, da el valor de viscosidad cinemática en cSt.

**9.3.5.2** El viscosímetro de rutina tiene un volumen fijo cargado a temperatura ambiente, y como consecuencia la constante de éste varía con la temperatura de prueba.

#### **9.4 Determinación del pH en líquido para frenos hidráulicos empleados en vehículos automotores.**

##### **9.4.1 Aparatos y equipo**

**9.4.1.1** Medidor de pH, capaz de medir pH en un intervalo de 0 a 14, con una resolución de  $\pm 0,05$  con un electrodo de vidrio y electrodo de calomel como referencia.

##### **9.4.2 Materiales y reactivos**

Se utiliza material común de laboratorio químico.

**9.4.2.1** Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico y cuando se hable de agua debe entenderse que se trata de agua destilada (véase 9.4.2.2).

**9.4.2.2** Agua destilada.- El agua destilada debe hervirse durante 15 min para remover el dióxido de carbono, protegerla con un tubo que contenga sal indicadora de azul-violeta o su equivalente, mientras se enfría y se almacena, el valor pH del agua debe estar entre 6,2 y 7,2 a una temperatura de 296 K  $\pm 5$  K (23°C  $\pm 5$ °C).

##### **9.4.2.3** Las siguientes soluciones reguladoras:

Solución Reguladora de pH 4,0 a 298 K  $\pm 5$  K (25°C  $\pm 5$ °C).

Solución Reguladora de pH 7,0 a 298 K  $\pm 5$  K (25°C  $\pm 5$ °C).

Solución Reguladora de pH 10,0 a 298 K  $\pm 5$  K (25°C  $\pm 5$ °C).

##### **9.4.2.4** Alcohol etílico absoluto.

**9.4.2.5** Solución saturada de cloruro de potasio (electrólito).

**9.4.2.6** Solución de NaOH 0,1N y solución de HCl 0,1N.

**9.4.2.7** Mezcla de alcohol etílico-agua. A 80 partes por volúmenes de alcohol etílico agregar 20 partes por volumen de agua destilada.

**9.4.2.7.1** Ajustar el pH de la mezcla alcohol etílico-agua a  $7,0 \pm 0,1$  usando solución de NaOH 0,1N, si se usan más de 4 cm<sup>3</sup> (ml) de solución de NaOH por litro de mezcla desecharla y volver a preparar nuevamente.

**9.4.3** Preparación del espécimen

A 50 cm<sup>3</sup> (ml) de la mezcla de líquido para frenos agregar 50 cm<sup>3</sup> (ml) de mezcla alcohol etílico-agua, agitar vigorosamente.

**9.4.4** Procedimiento.

Ajustar el medidor de pH de acuerdo a las instrucciones del fabricante usando las diferentes soluciones reguladoras de pH 7,0, 4,0 y 10,0 para verificar la respuesta de los electrodos.

Lavar los electrodos con agua destilada (véase 9.4.2.2), posteriormente enjuagarlos con una pequeña porción de la mezcla preparada (véase 9.4.3).

**9.4.5** Interpretación de resultados

Determinar el pH de la muestra a una temperatura de  $296 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ), considerando las indicaciones del manual del medidor de pH, leer directamente el valor en la carátula del medidor.

**9.5** Determinación de la estabilidad a alta temperatura y estabilidad química del líquido para frenos hidráulicos empleados en vehículos automotores.

**9.5.1** Aparatos y equipo

Aparato para determinar la temperatura de ebullición a reflujo equilibrado, como se establece en su método de prueba, 9.1.

**9.5.2** Materiales y reactivos.

**9.5.2.1** Material común de laboratorio químico.

**9.5.2.2** Líquido de compatibilidad (véase 11.2, Apéndice A).

**9.5.3** Procedimiento.

**9.5.3.1** Estabilidad a alta temperatura.

Calentar 60 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar, a una temperatura de  $458 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  ( $185^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ), siguiendo el procedimiento que se establece en el método de prueba (véase 9.1.3), mantener esta temperatura por  $120 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$  y por separado determinar la temperatura de ebullición a reflujo en equilibrio del líquido para frenos tal como se establece en el procedimiento de este método.

La diferencia entre la temperatura de ebullición a reflujo observada después del periodo de calentamiento y la temperatura de ebullición a reflujo en equilibrio determinada por separado es el cambio de la temperatura de ebullición a reflujo en equilibrio.

**9.5.3.2** Estabilidad química

Mezclar 30 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar con 30 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido de compatibilidad.

Determinar a la mezcla la temperatura de ebullición a reflujo en equilibrio, aplicando calor al matraz, de tal manera que la mezcla en un tiempo de  $10 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$ , refluya a una velocidad que no exceda de 5 gotas/s anotar la máxima temperatura observada en la mezcla, durante el primer minuto, después de que la mezcla empiece a refluir a una velocidad por encima de una gota/s.

Dentro de los siguientes  $15 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$ , ajustar y mantener la velocidad de reflujo de 1 o 2 gotas/s. Mantener esta velocidad de reflujo por 2 min más y anotar el valor promedio de cuatro lecturas tomadas a intervalos de 30 s, la diferencia entre la máxima temperatura observada y la temperatura promedio final es el cambio de la temperatura de ebullición a reflujo equilibrado.

**9.5.4** Interpretación de resultados

Expresar la diferencia entre las temperaturas de ebullición a reflujo en equilibrio, determinadas en 9.5.3.1 y 9.5.3.2.

**9.6** Determinación de la fluidez y apariencia a bajas temperaturas del líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.

**9.6.1** Aparatos y equipo

**9.6.1.1** Botella muestreadora de vidrio, con capacidad de 125 cm<sup>3</sup> (ml) aproximadamente, un diámetro exterior de  $37 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  y una altura total de  $165 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$ .

**9.6.1.2** Baño o cámara fría capaz de mantener una temperatura de  $233 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  ( $-40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) y  $223 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  ( $-50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ).

**9.6.1.3** Cronómetro, con subdivisiones en décimas de segundo.

**9.6.2** Materiales y reactivos

**9.6.2.1** Material común de laboratorio químico.

**9.6.2.2** Alcohol etílico y alcohol isopropílico.

**9.6.2.3** Acetona.

**9.6.3** Procedimiento

**9.6.3.1** A  $233 \text{ K}$  ( $-40^\circ\text{C}$ ) se colocan 100 cm<sup>3</sup> (ml) de líquido para frenos a probar en una botella muestreadora como la descrita en 9.6.1.1. Se tapa la botella con un tapón de corcho y se coloca en un baño o cámara fría con una temperatura mantenida a  $233 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  ( $-40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) durante  $144 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ . Al cabo de ese tiempo se saca la botella y rápidamente se limpia con un paño libre de pelusa y humedecido con alcohol etílico (alcohol isopropílico para el líquido LF5), o acetona. Se invierte la botella y se determina el número de segundos que tarda la burbuja de aire para llegar a la parte superior. A continuación se examina el líquido para observar si hay evidencia de estratificación y sedimentación.

**9.6.3.2** A  $223 \text{ K}$  ( $-50^\circ\text{C}$ ) se colocan 100 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar, en una botella muestreadora, como la descrita en 9.6.1.1. Se tapa la botella con un tapón de corcho y se coloca en un baño o cámara fría con una temperatura mantenida a  $223 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  ( $-50^\circ\text{C}$ ) durante 6 h. Se saca la botella

del baño y rápidamente se limpia con un paño libre de pelusa y humedecido con alcohol isopropílico o acetona. Se invierte la botella y se determina el número de segundos que tarda la burbuja de aire para llegar a la parte superior. A continuación se examina el líquido para observar si hay evidencia de estratificación y sedimentación. Debe evitarse hasta donde sea posible que el espécimen empleado en estas pruebas se contamine con humedad y otros agentes ambientales.

#### **9.6.4 Cálculos e interpretación de resultados**

En los procedimientos 9.6.3.1 y 9.6.3.2 se determina lo siguiente:

**9.6.4.1** Tiempo (en segundos) de viaje de la burbuja para llegar a la superficie del líquido, cuando se invierte la botella.

**9.6.4.2** Apariencia del líquido.

**9.6.4.3** Fluidez y apariencia a temperatura ambiente después de la prueba.

**9.7** Determinación de la evaporación del líquido para frenos hidráulicos empleados en vehículos automotores.

#### **9.7.1 Aparatos y equipo**

**9.7.1.1** Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg.

**9.7.1.2** Estufa de convección por gravedad capaz de mantener una temperatura a  $373\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

**9.7.1.3** Baño o cámara fría, capaz de mantener una temperatura de  $268\text{ K} \pm 1\text{ K}$  ( $-5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

**9.7.1.4** Cronómetro, con subdivisiones en 0,1 s.

#### **9.7.2 Materiales y reactivos**

**9.7.2.1** Material común de laboratorio químico.

**9.7.2.2** Pinzas (de níquel cromo), para manipular las cajas de Petri.

**9.7.2.3** Cuatro juegos de cajas Petri de un diámetro aproximado de 100 mm y una altura de 15 mm.

**9.7.2.4** Desecador con desecante adecuado.

**9.7.2.5** Botella muestreadora con una capacidad de 125 cm<sup>3</sup> (ml), de un diámetro exterior de 37 mm  $\pm$  0,5 mm y una longitud total de 165 mm  $\pm$  2,5 mm.

#### **9.7.3 Procedimiento**

**9.7.3.1** Llevar hasta masa constante cuatro cajas de Petri vacías (con sus tapas), debiéndose realizar la determinación de la masa con una resolución de 0,01 g, teniendo cuidado de manipular las cajas sólo con las pinzas. Se debe evitar hasta donde sea posible, que la muestra empleada en esta prueba se contamine con humedad u otros agentes ambientales.

**9.7.3.2** Transferir 25 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar a cada una de las cajas Petri. Determinar la masa del líquido por la diferencia de las cajas llenas y vacías con una resolución de 0,01 g.

Colocar las cajas dentro de sus cubiertas invertidas y meterlas en la estufa de convección por gravedad mantenida a  $373\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) por un periodo de  $46\text{ h} \pm 2\text{ h}$ .

**9.7.3.3** Sacar las cajas de la estufa, cubrirlas con sus respectivas cubiertas y meterlas en un desecador, dejar que se enfríen a  $296\text{ K} \pm 5\text{ K}$  ( $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) y determinar su masa. Poner nuevamente las cajas sobre sus respectivas cubiertas invertidas y meterlas nuevamente a la estufa y mantenerlas allí por un periodo de  $22\text{ h} \pm 2\text{ h}$ .

**9.7.3.4** Si al final de  $72\text{ h} \pm 4\text{ h}$  el promedio de la pérdida en masa es menor del 60%, suspender la prueba e informar el valor promedio. De otra forma continuar el procedimiento.

**9.7.3.5** Ya sea hasta que se alcance el equilibrio (manifestándose éste por una pérdida de masa de 0,35 g o menor, en 22 h en todas las cajas individuales), o bien hasta un máximo de 7 días.

**9.7.3.6** Examinar el residuo de las cajas una hora después de concluida la prueba, a  $296\text{ K} \pm 5\text{ K}$  ( $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ). Frotar el residuo con la yema de un dedo, con el objeto de determinar si existe material abrasivo o arenoso.

**9.7.3.7** Combinar en la botella muestreadora los residuos de las cuatro cajas y colocar ésta en posición vertical en el baño o cámara fría por  $60\text{ min} \pm 10\text{ min}$  a una temperatura de  $268\text{ K} \pm 1\text{ K}$  ( $-5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

Al cabo de este periodo, sacar la botella rápidamente y colocarla en posición horizontal. Observar si el residuo fluye a lo largo de la pared de la botella en los siguientes 5 s, e informar la distancia recorrida por éste.

#### **9.7.4 Cálculos e interpretación de resultados**

**9.7.4.1** Calcular el porcentaje de evaporación del líquido en cada caja, con la siguiente ecuación y promediar los porcentajes de las cuatro cajas para determinar la pérdida por evaporación.

$$\% \text{ de evaporación} = \frac{M_m - M_r}{M_m - M} \times 100$$

En donde:

$M_m$  es la masa de la caja Petri con la muestra del líquido para frenos.

$M_r$  es la masa de la caja Petri con el residuo de la evaporación una vez alcanzado el equilibrio.

$M$  es la masa de la caja Petri vacía.

**9.8** Determinación del comportamiento en servicio simulado del líquido para frenos hidráulicos empleados en vehículos automotores (véase apéndice "B")

#### **9.8.1 Aparatos y equipo**

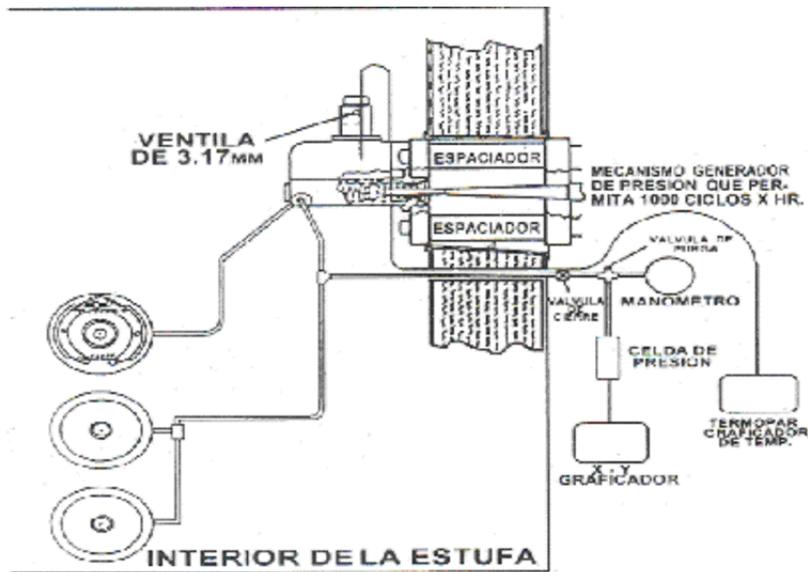
**9.8.1.1** Se emplea un aparato de tipo zapata-tambor con los componentes indicados, y dispuestos como se muestra en la figura 4, o el aparato tipo dispositivo de desplazamiento como se muestra en la figura 5. Con los componentes indicados y dispuestos como se muestran en la figura 6. Los siguientes componentes son necesarios.

**9.8.1.2** Conjunto de cilindro maestro, un cilindro para sistema de frenos hidráulicos, con carcasa de hierro de fundición, que tenga un diámetro de aproximadamente 28 mm (véase 11.4, Apéndice A) y equipado con un tubo de alimentación de acero sin recubrimiento.

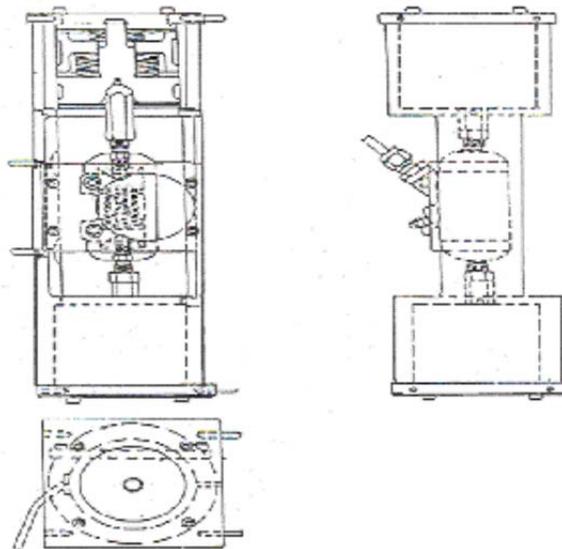
**9.8.1.3** Conjunto de frenos.- Tres conjuntos de cilindro de rueda, para frenos hidráulicos, con orificio recto y carcasa de hierro de fundición de aproximadamente 28 mm de diámetro (véase 11.5, Apéndice A).

Para el aparato de tipo zapata-tambor, se requieren tres conjuntos de frenos de rueda delantera y tres conjuntos de tambor de frenos de rueda trasera con las partes y componentes necesarios.

Para el aparato tipo dispositivo de desplazamiento, se requiere tres unidades, incluyendo las placas de adaptador, apropiadas para mantener los conjuntos de cilindro de rueda, en la forma como se muestra en la figura 5.



**FIGURA 4.-** Aparato tipo zapata-tambor, para la prueba de servicio simulado.



**FIGURA 6.-** Aparato tipo dispositivo de desplazamiento, para prueba de servicio simulado

**9.8.1.4** Mecanismo generador de presión.- Un mecanismo adecuado para aplicar una fuerza a la varilla de empuje del cilindro maestro sin presión lateral.

La magnitud de la fuerza aplicada por el mecanismo generador, debe ser ajustable y capaz de aplicar suficiente empuje al cilindro maestro para crear una presión de cuando menos 7 MPa (70 kgf/cm<sup>2</sup>).

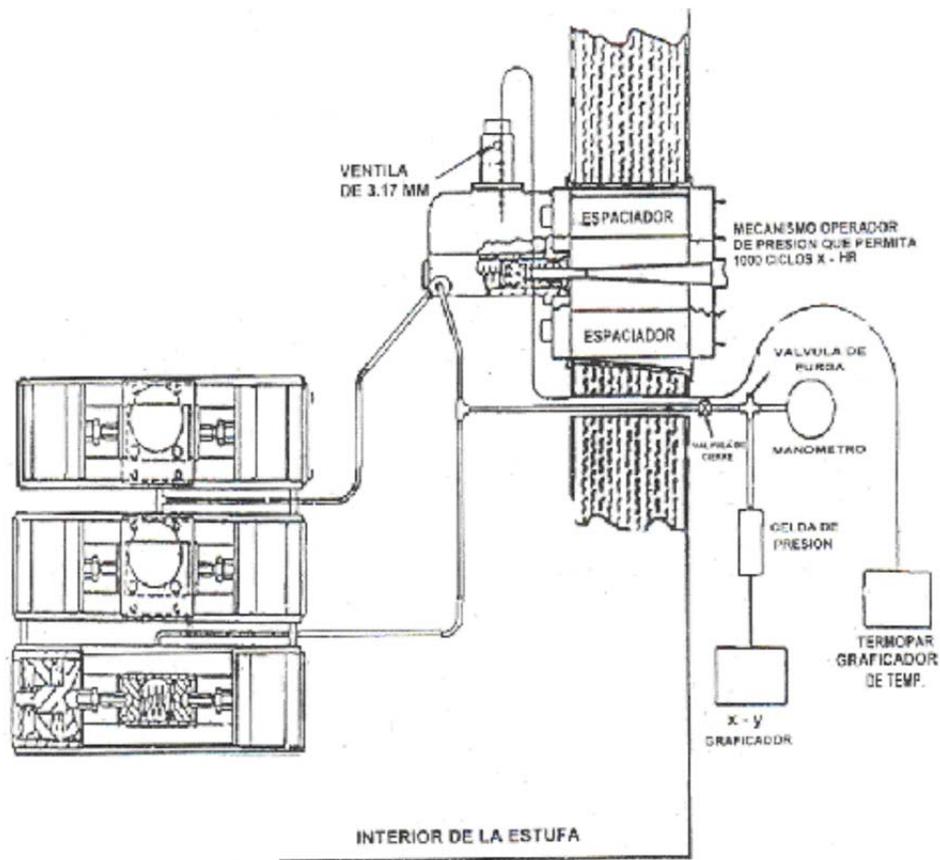
**9.8.1.5** Manómetro hidráulico que tenga límites de cuando menos 0 MPa a 10 MPa (0 kgf/cm<sup>2</sup> a 100 kgf/cm<sup>2</sup>) y registrador de presión que permita establecer una curva de presión del sistema y monitorear el desarrollo de la misma entre el cilindro maestro y los conjuntos para frenos, y debe estar equipado con una válvula de purga para eliminar el aire de las tuberías.

El mecanismo generador de presión debe permitir ajustar la frecuencia de desplazamiento a aproximadamente 1 000 ciclos por hora  $\pm$  100 ciclos por hora, debe usarse un contador mecánico o eléctrico para registrar el número total de ciclos. La relación del aumento de presión contra los ciclos y el tiempo corresponden a la gráfica de la figura 7.

**9.8.1.6** Gabinete o estufa de aire circulante.- Que tengan suficiente espacio para los tres conjuntos de cilindro de rueda montados, el cilindro maestro y las conexiones necesarias. Se requiere de un sistema adecuado de calentamiento controlado termostáticamente para mantener una temperatura de 393 K  $\pm$  5 K (120°C  $\pm$  5°C).

Los calentadores deben estar cubiertos para prevenir la radiación directa a los cilindros de rueda o maestro.

La temperatura de líquido para frenos del cilindro maestro debe ser monitoreada a intervalos aleatorios durante la prueba usando un registrador de temperatura.



**FIGURA 6.-** Aparato tipo dispositivo de desplazamiento y componentes para componentes para la prueba de servicio simulado.

**9.8.1.7** Micrómetro con una exactitud de 0,02 mm.

**9.8.1.8** Comparador óptico con una exactitud de 0,01 mm.

**9.8.1.9** Centrífuga de laboratorio, capaz de obtener una fuerza centrífuga relativa de 600 a 700 (véase tabla 2 del Apéndice C).

**9.8.1.10** Tubo de centrífuga con las características que se mencionan en el método de prueba que determina la compatibilidad del líquido para frenos hidráulicos (véase tabla 1, Apéndice C y figura 11).

**9.8.1.11** Reloj graduado en segundos.

**9.8.2** Material y reactivos.

**9.8.2.1** Material común de laboratorio.

**9.8.2.2** Gomas para frenos de hule estireno butadieno (véase 11,3).

**9.8.2.3** Alcohol isopropílico.

**9.8.3** Procedimiento.

### **9.8.3.1 Preparación del aparato de prueba.**

**9.8.3.1.1 Conjunto de cilindro de rueda.-** Se usan conjuntos nuevos de cilindros de rueda, que tengan los diámetros de 28 mm. Los pistones deben estar hechos de una aleación de aluminio sin anodizar. Se desensamblan los cilindros y se desechan las gomas de hule. Se limpian todas las partes metálicas con alcohol isopropílico y se secan con aire a presión limpio. Se inspeccionan las superficies de trabajo de todas las partes metálicas por si tuvieran ralladuras o picaduras y asperezas en el diámetro interior del cilindro y se desechan todas las partes defectuosas. Se quita cualquier mancha de las paredes del cilindro con manta de cielo y alcohol isopropílico. Si no se quitan las manchas se desecha el cilindro.

Se mide el diámetro interior de cada cilindro en puntos a aproximadamente 19 mm de cada extremo del interior del cilindro, tomando las mediciones en línea con la abertura de la admisión del líquido y en ángulos rectos de esta línea. Se desecha el cilindro si cualquiera de estas cuatro lecturas se encuentran fuera de los límites máximo o mínimo de 28,66 mm a 28,60 mm.

Se mide el diámetro exterior de cada pistón en dos posiciones en ángulo recto. Se desecha cualquier pistón si alguna lectura se encuentra fuera de los límites máximo o mínimo de 28,55 mm a 28,52 mm, se seleccionan las partes para asegurar que el claro entre cada pistón y su cilindro compañero estén dentro de 0,08 mm a 0,13 mm.

Para este procedimiento, se emplean gomas de hule estireno butadieno (véase 11.3, Apéndice A) nuevas (véase figura 8), se desechan todas las gomas que presenten defectos tales como cortaduras, defectos de moldeo o ampollamiento.

Se miden los diámetros del labio y de la base de todas las gomas de prueba con un comparador óptico o un micrómetro, con una exactitud de 0,025 mm, a lo largo de la línea de centro de las identificaciones marcadas en la goma y en ángulo recto de esta línea de centros. Se determinan las dimensiones del diámetro de la base dentro de 0,8 mm del extremo inferior y paralelas a la base de la goma. Se desechan si cualquiera de las medidas de los diámetros, el del labio y el de la base, difieren en más de 0,08 mm. Con las lecturas anteriores se obtienen los diámetros promedio de la base y del labio de cada goma. Se mide la dureza de las gomas de acuerdo a 9.11.3.6, soportando cada goma en un yunque o cilindro de hule que tenga sus extremos circulares, planos y de un diámetro de por lo menos 19 mm.

Se limpian las partes de hule con alcohol isopropílico y un trapo limpio libre de pelusa. Se secan con aire comprimido limpio, se humedecen las partes metálicas y de hule de los cilindros de rueda, con excepción de las carcizas y los cubrepolvos de hule, con el líquido que se va a probar y se instalan adecuadamente. Los cubrepolvos de hule podrán ser detenidos en el cilindro si una pequeña sección es removida para observar si hay fugas en su parte inferior.

Se accionan manualmente los cilindros para asegurarse que operan adecuadamente y se instalan en el sistema de frenos simulado.

**9.8.3.1.2 Conjunto del cilindro maestro,** se usa un cilindro maestro nuevo, cuyo pistón esté hecho de aleación de aluminio (véase 11.4, Apéndice A) y gomas de hule estireno butadieno (véase 11.3, Apéndice A) como las que se muestran en las figuras 9 y 10, las cuales han sido inspeccionadas, medidas y limpiadas de la manera como se describe en 9.8.3.1.1.

Sin embargo, antes de determinar los diámetros del labio y de la base de la goma secundaria se sumerge la goma en el líquido para frenos por probar, se ensambla en el pistón y se mantiene el conjunto en posición vertical a  $296\text{ K} \pm 5\text{ K}$  ( $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) cuando menos durante dos horas. Se inspeccionan los puertos de alivio y de admisión del cilindro maestro y se desecha el cilindro si los puertos tienen rebabas u orillas cortantes.

Se mide el diámetro interior del cilindro en dos puntos, uno aproximadamente a la mitad de los puertos de alivio y de admisión, y otro aproximadamente 19 mm del puerto de alivio, hacia el extremo inferior o de descarga del cilindro, tomando mediciones en cada posición sobre las líneas de centro vertical y horizontal del cilindro. Se desecha el cilindro si alguna lectura se encuentra fuera de los límites máximo o mínimo de 28,65 mm a 28,58 mm.

Se mide cada uno de los diámetros del pistón del cilindro maestro en dos puntos, aproximadamente a 90 grados uno de otro. Se desecha el pistón si cualquiera de estas cuatro lecturas se encuentra fuera de los límites máximo o mínimo de 28,55 mm a 28,52 mm.

Se humedecen las partes de hule y metálicas del cilindro maestro, con excepción de la carciza, el conjunto cubrepolvo y varilla de empuje, en el líquido que se va a probar y se instalan adecuadamente.

Se acciona manualmente el cilindro maestro para asegurar que todo opere correctamente. Se instala el cilindro maestro en el sistema de prueba.

**Ensamble y ajuste del aparato de prueba.-** Con los cilindros de rueda y maestro instalados cuando se use el aparato del tipo zapata-tambor, se ajustan los claros de zapata de freno a  $1,0\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$ , se llena el sistema con el líquido de prueba, purgando todos los cilindros de rueda y el manómetro, para eliminar el aire atrapado en el sistema.

Se opera el actuador manualmente para aplicar una presión mayor que la presión requerida de operación y se inspecciona el sistema para verificar que no existen fugas. Se ajusta el actuador y/o la válvula de alivio para obtener una presión de  $7\text{ MPa} \pm 0,35\text{ MPa}$  ( $70\text{ kgf/cm}^2 \pm 3,5\text{ kgf/cm}^2$ ).

Cuando se usa el aparato tipo zapata-tambor, la variación de la presión en función de la carrera del pistón, debe ser uniforme. Cuando se usa el aparato de tipo desplazamiento como se muestra en las figuras 5 y 6, la presión debe variar aproximadamente como se muestra en la figura 7.

La presión es relativamente baja durante la primera parte del desplazamiento hasta alcanzar  $7 \text{ MPa} \pm 0,35 \text{ MPa}$  ( $70 \text{ kgf/cm}^2 \pm 3,5 \text{ kgf/cm}^2$ ) al final del desplazamiento de aproximadamente 25 mm. Esto permite a la goma primaria pasar por el orificio compensador a una presión relativamente baja. El recorrido del pistón del cilindro de rueda, es de alrededor de  $4,8 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$ , cuando se ha alcanzado una presión de  $7 \text{ MPa} \pm 0,35 \text{ MPa}$  ( $70 \text{ kgf/cm}^2 \pm 3,5 \text{ kgf/cm}^2$ ).  
 Se ajusta la frecuencia de desplazamiento a  $1\ 000 \text{ ciclos/h} \pm 100 \text{ ciclos/h}$ .  
 Se registra el nivel del líquido en el tubo de alimentación del cilindro maestro.

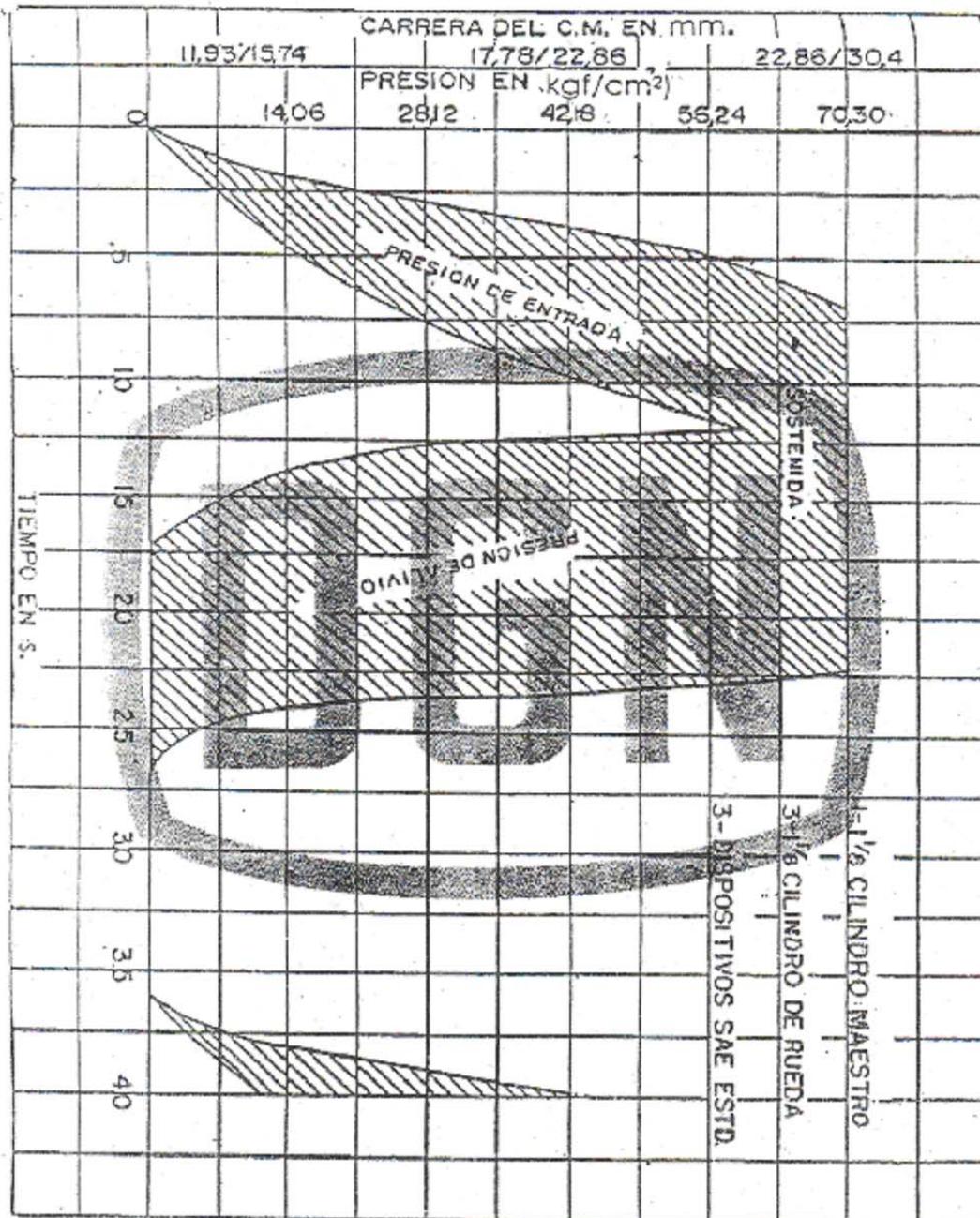


FIGURA 7.- Gráfica representativa de la carrera versus presión de un cilindro de prueba usando un conjunto compuesto de un cilindro maestro y tres cilindros de rueda.

### 9.8.3.2 Secuencia de la prueba.

Se opera el sistema por 16 000 ciclos  $\pm$  1 000 ciclos a 296 K  $\pm$  5 K (23°C  $\pm$  5°C). Se repara cualquier fuga y se reajusta el claro de la zapata de freno y se agrega líquido al tubo de alimentación del cilindro maestro, para volver a tener el nivel que se registró originalmente.

Se empieza la prueba nuevamente y se aumenta la temperatura de la estufa en 6 h  $\pm$  2 h, a 393 K  $\pm$  5 K (120°C  $\pm$  5°C). Durante la prueba, se observa la operación de los cilindros de rueda por si hubiese funcionamiento incorrecto y se registra la cantidad de líquido requerido para reponer cualquier pérdida a intervalos de 24 000 ciclos.

Se detiene la prueba al final de 85 000 ciclos registrados en total, los cuales deben incluir el número de ciclos en la operación a 296 K  $\pm$  5 K (23°C  $\pm$  5°C) y el número de ciclos requeridos para llevar el sistema a la temperatura de 393 K  $\pm$  5 K (120°C  $\pm$  5°C).

Se deja que el equipo enfríe a temperatura ambiente. Se examinan los cilindros de rueda, para ver si hay fugas excesivas.

Se acciona el conjunto por 100 ciclos adicionales; se examinan los cilindros de rueda por si tuviesen fugas y se registra la pérdida del líquido en volumen.

Dentro de las 16 h siguientes, se quitan del sistema los cilindros de rueda y maestro, reteniendo el líquido en los cilindros, taponando inmediatamente las partes. Se desensamblan los cilindros, vaciando el líquido en un recipiente de vidrio.

Cuando se esté recolectando el líquido sometido a prueba, todo el residuo que se haya depositado en las partes de hule y metálicos internos, debe quitarse, enjuagando y agitando dichas partes en el mismo líquido sometido a prueba, utilizando un cepillo suave para asegurar que todo el sedimento adherido se suelte y se recolecte.

Se limpian las gomas de hule con alcohol isopropílico y se secan con aire comprimido seco y limpio. Se inspeccionan las gomas por si hay pegajosidad, ralladuras, ampollamiento, excoriaciones, rupturas y cambio en la apariencia de la forma original.

Dentro de la primera hora después del desensamble, se miden los diámetros de la base y del labio de cada goma del cilindro por el procedimiento especificado en 9.8.3.1.1, con la excepción de que los diámetros del labio y de la base de las gomas, pueden diferir en más de 0,08 mm. Se determina la dureza de cada goma por el procedimiento especificado en 9.8.3.1.1.

Se registra cualquier tipo de lodo, gelatinosidad o sedimentos abrasivos presentes en el líquido de prueba. Dentro de la primer hora después de drenar los cilindros se agita el líquido contenido en el recipiente de vidrio con el fin de poner en suspensión y uniformizar el sedimento disperso y se transfieren 100 cm<sup>3</sup> (ml) de este líquido a un tubo de centrifuga en forma de cono como se muestra en la figura 11, y se determina el porcentaje de sedimento centrifugando el tubo durante 10 min en la centrifuga, a una fuerza centrífuga relativa de 600 a 700 (véase tabla 2 Apéndice C), repitiendo esta operación hasta que el volumen de sedimento permanezca constantemente a lecturas consecutivas.

Se inspeccionan las partes de los cilindros, registrando cualquier resto de gomas o picaduras sobre los pistones y las paredes de los cilindros. Se desprenden los depósitos adheridos a las paredes de los cilindros con un trapo humedecido con alcohol isopropílico para determinar la abrasividad y la facilidad con que son desprendidos. Se limpian las partes de los cilindros en alcohol isopropílico y se secan con aire comprimido, limpio y seco, se miden y registran los diámetros de los cilindros por los procedimientos especificados en 9.8.3.1 y 9.8.3.2. Se calcula la interferencia del diámetro del labio (véase 9.8.4.6).

### 9.8.4 Cálculo e interpretación de resultados.

Cuando se prueba el líquido para frenos, como se indica en 9.8.3, se determina lo siguiente:

**9.8.4.1** Apariencia de las partes metálicas después de la prueba.

**9.8.4.2** Cambio de dimensiones del diámetro, de cualquier pistón o cilindro, durante la prueba.

**9.8.4.3** Cambio de dureza de las gomas.

**9.8.4.4** Apariencia de las gomas después de la prueba.

**9.8.4.5** Aumento del diámetro de la base de las gomas.

**9.8.4.6** Promedio de interferencia entre el diámetro del cilindro y el diámetro del labio de la goma, calculándose de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\frac{D1 - D2}{D1 - D3} \times 100 = \% \text{ de interferencia del diámetro del labio}$$

En donde:

D1 es el diámetro original del labio.

D2 es el diámetro final de labio.

D3 es el diámetro interior del cilindro.

**9.8.4.7** Pérdida del líquido durante cada periodo de 24 000 ciclos.

**9.8.4.8** Funcionamiento de los pistones del cilindro a lo largo de la prueba.

**9.8.4.9** Pérdida de líquido en los 100 ciclos adicionales al final de la prueba.

**9.8.4.10** Apariencia del líquido después de la prueba.

**9.8.4.11** Contenido de sedimento en volumen.

**9.8.4.12** Apariencia de los cilindros después de la prueba. Se repite la prueba, si durante la misma ocurre alguna falla mecánica que afecte la evaluación del líquido.

9.9 Determinación de la tolerancia a la acción del agua en el líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.

9.9.1 Aparatos y equipo.

9.9.1.1 Tubo de centrífuga, de 100 cm<sup>3</sup> (ml) (véase tabla 1 Apéndice C y figura 11).

9.9.1.2 Centrífuga de laboratorio capaz de obtener una fuerza centrífuga relativa de 600 a 700 (véase tabla 2 del Apéndice C).

9.9.1.3 Baño o cámara fría, capaz de mantener una temperatura de 233 K  $\pm$  2 K (-40°C  $\pm$  2°C).

9.9.1.4 Estufa con regulador de temperatura, capaz de mantener ésta a 333 K  $\pm$  2 K (60°C  $\pm$  2°C).

9.9.1.5 Carta de prueba de poder de encubrimiento (véase 11.7, Apéndice A).

9.9.2 Materiales y reactivos.

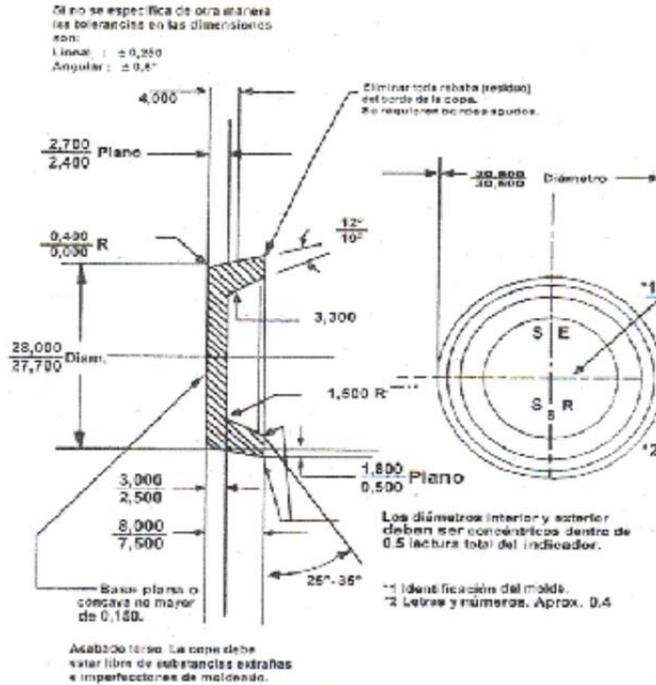


FIGURA 8.- Goma SAE para cilindro de rueda para prueba de servicio simulado.

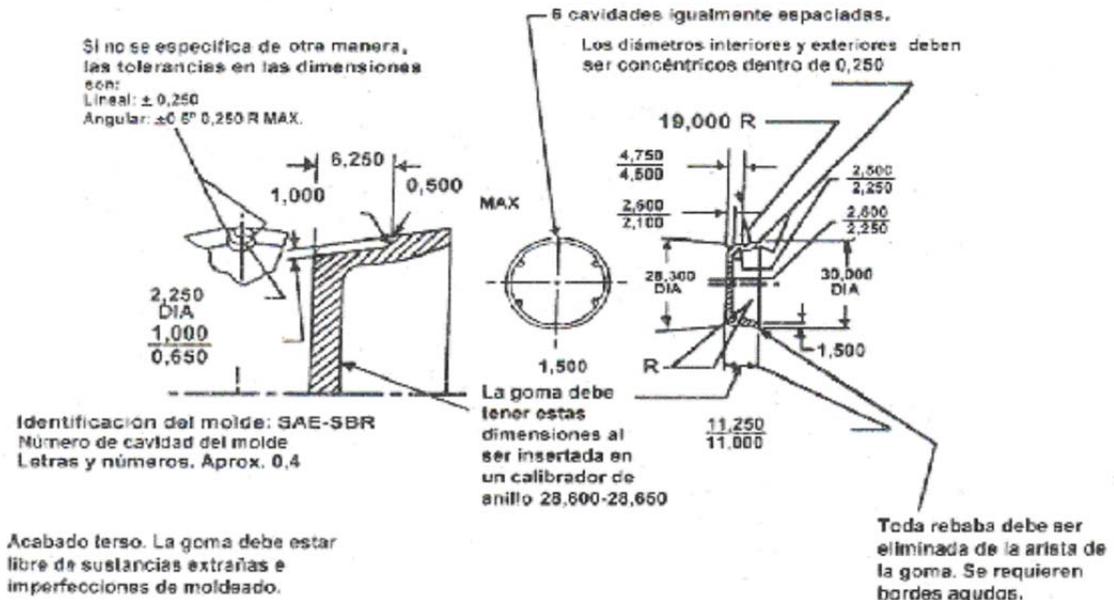


FIGURA 9.- Goma primaria para cilindro maestro para prueba de servicio simulado.

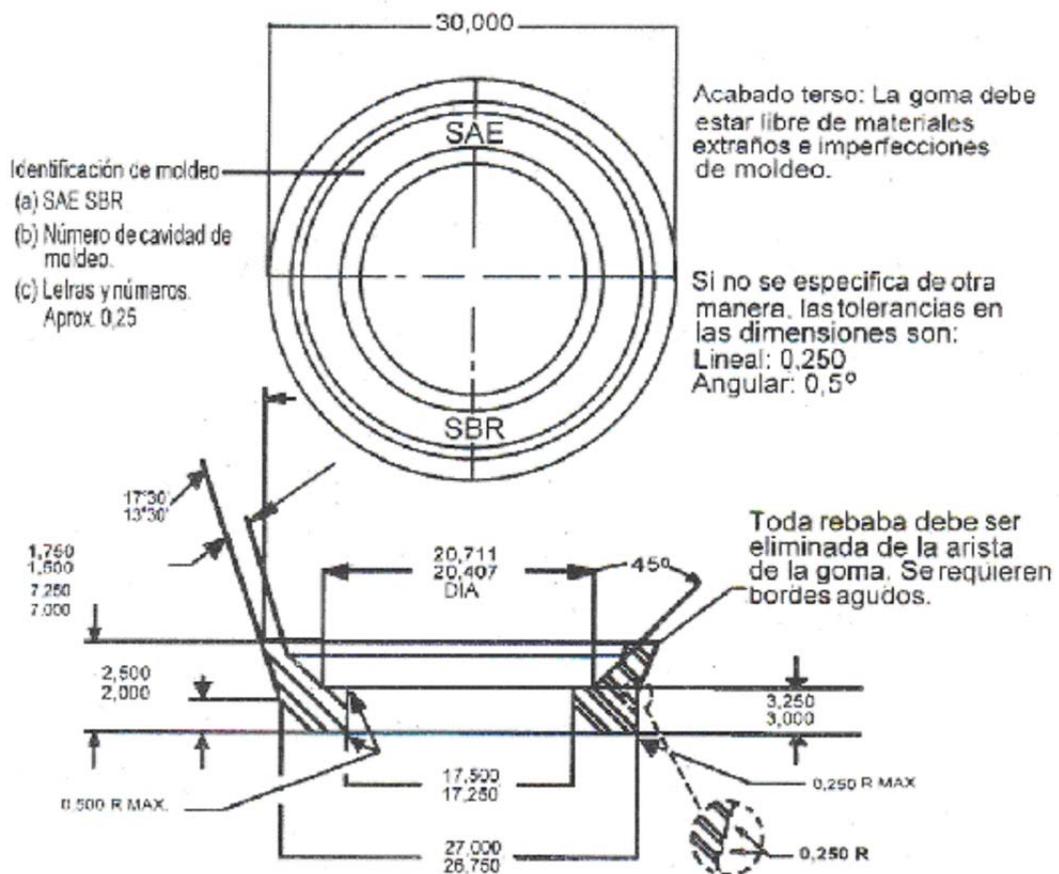
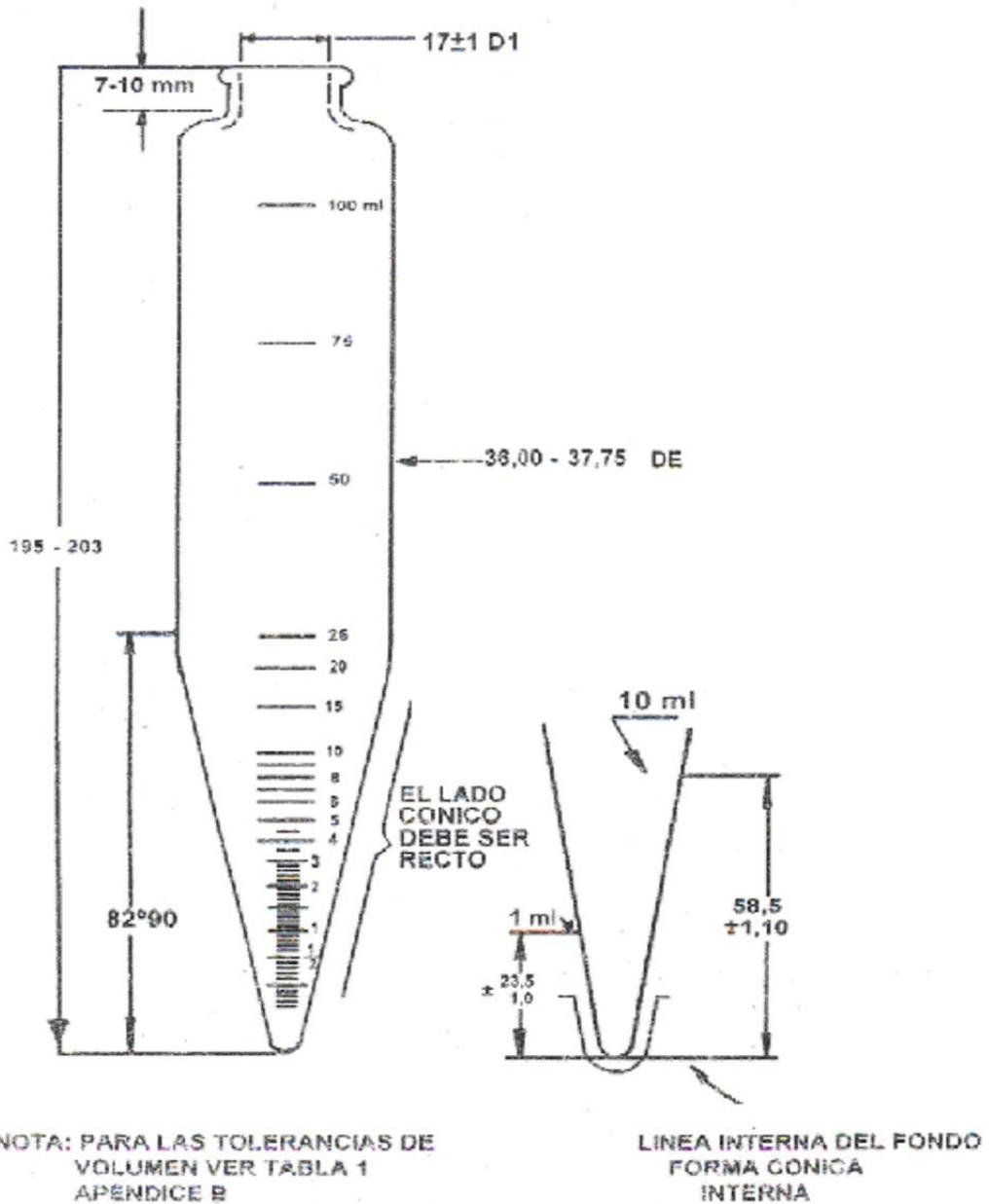


FIGURA 10.- Goma secundaria para cilindro maestro para la prueba de servicio simulado.



- 9.9.2.1 Material común de laboratorio químico.
- 9.9.2.2 Acetona.
- 9.9.2.3 Alcohol etílico y alcohol isopropílico.
- 9.9.2.4 Agua destilada.
- 9.9.3 Procedimiento.
- 9.9.3.1 Prueba a 233 K (-40°C).

Se mezclan 3,5 cm<sup>3</sup> (ml) de agua destilada, con 100 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos por probar (excepto para el líquido LF5) y se vierten en el tubo de centrifuga. Se tapa el tubo con el corcho y se coloca dentro de un baño o cámara fría a una temperatura de 233 K ± 2 K (-40°C ± 2°C) durante 22 h ± 2 h.

Para el líquido LF5, humidificar 100 cm<sup>3</sup> de este líquido, de acuerdo a 9.2.

Al cabo de este tiempo, se saca el tubo de centrifuga y rápidamente se limpia con un paño limpio libre de pelusa, humedecido con alcohol etílico o acetona (alcohol isopropílico para muestra de líquido LF5); se determina la transparencia del líquido, colocando el tubo de centrifuga contra la carta de prueba de poder de encubrimiento y se ve la claridad de las líneas de contraste, observándolas a través del líquido. Al mismo tiempo se examina el líquido del tubo, para ver si hay evidencia de estratificación y sedimentación. Se invierte el tubo y se determina el número de segundos que tarda la burbuja de aire en llegar a la parte superior del líquido. Se considera que la burbuja de aire ha llegado a la parte superior del líquido, cuando éste alcanza la marca de 2 cm<sup>3</sup> (ml) en la graduación del tubo.

#### **9.9.3.2 Prueba a 333 K (60°C).**

El mismo tubo con la muestra que se empleó en 9.9.3.1 se coloca en una estufa a una temperatura de 333 K ± 2 K (60°C ± 2°C) por un tiempo de 22 h ± 2 h, al cabo de las cuales se saca el tubo y se examina para observar si hay evidencia de estratificación. Se determina el porcentaje de sedimento en volumen, centrifugando el tubo con la muestra en una centrifuga de laboratorio a una fuerza centrífuga relativa de 600 a 700 (ver tabla 2 Apéndice C), durante 10 min, repitiendo esta operación hasta que tres lecturas consecutivas sean iguales.

#### **9.9.4 Expresión de resultados.**

Cuando se prueba el líquido para frenos de acuerdo a 9.9.3.1, se expresa:

**9.9.4.1** Apariencia de las líneas de contraste de la carta de poder de encubrimiento cuando éstas se observan a través del tubo de centrifuga que contienen la mezcla de líquido para frenos-agua.

**9.9.4.2** Apariencia del líquido (estratificación y sedimentación).

**9.9.4.3** Tiempo de viaje de la burbuja, en segundos, para llegar a la superficie del líquido.

Cuando se prueba el líquido por el procedimiento especificado en 9.9.3.2, se expresa:

**9.9.4.4** Apariencia del líquido (estratificación).

**9.9.4.5** Contenido de sedimento, reportándolo en % en volumen.

#### **9.10 Determinación de la compatibilidad entre líquidos para frenos hidráulicos empleados en vehículos automotores.**

##### **9.10.1 Aparatos y equipo.**

**9.10.1.1** Tubo de centrifuga, conforme las dimensiones y graduación (véase figura 11), con las tolerancias de error de la escala (véase tabla 1, Apéndice C).

**9.10.1.2** Centrifuga de laboratorio capaz de dar una fuerza centrífuga relativa de 600 a 700 (véase tabla 2, Apéndice C).

**9.10.1.3** Baño o cámara fría, capaz de mantener una temperatura 233 K ± 2 K (-40°C ± 2°C).

**9.10.1.4** Estufa con regulador de temperatura capaz de mantener ésta a 333 K ± 2 K (60°C ± 2°C).

**9.10.1.5** Carta de prueba de poder de encubrimiento (véase 11.7).

##### **9.10.2 Materiales y reactivos.**

**9.10.2.1** Material común de laboratorio químico.

**9.10.2.2** Alcohol etílico o alcohol isopropílico.

**9.10.2.3** Líquido de compatibilidad (véase 11.1).

##### **9.10.3 Procedimiento**

Prueba de compatibilidad a 233 K (-40°C).

**9.10.3.1** Mezclar 50 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar con 50 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido de compatibilidad. Verter en el tubo de centrifuga y tapar con un corcho.

**9.10.3.2** Colocar el tubo de centrifuga en un baño o cámara fría a 233 K ± 2 K (-40°C ± 2°C), por un periodo de 24 h ± 2 h.

**9.10.3.3** Sacar el tubo de centrifuga del baño y rápidamente limpiarlo con un trapo limpio y libre de pelusa humedecida con alcohol etílico (alcohol isopropílico para muestra de líquido LF5).

**9.10.3.4** Determinar la transparencia del líquido para frenos, colocando el tubo contra una carta de poder de encubrimiento, y observar la claridad de las líneas de contraste en la carta, cuando se ven a través del líquido.

**9.10.3.5** Examinar el líquido para determinar si se tienen evidencias de estratificación.

Prueba de compatibilidad a 333 K (60°C).

**9.10.3.6** A continuación de la prueba a 233 K (-40°C), colocar el tubo de centrifuga en una estufa durante 24 h ± 2 h a una temperatura de 333 K ± 2 K (60°C ± 2°C).

**9.10.3.7** Sacar el tubo de centrifuga de la estufa e inmediatamente examinar su contenido para determinar si se tienen evidencias de estratificación.

**9.10.3.8** Determinar el contenido de sedimento, centrifugando el tubo por 10 min a una fuerza centrífuga relativa de 600 a 700 (véase tabla 2 Apéndice C), repetir esta operación hasta que se obtengan tres lecturas consecutivas iguales.

##### **9.10.4 Expresión de resultados.**

**9.10.4.1** Apariencia de las líneas de contraste de la carta de poder de encubrimiento, cuando éstas se ven a través del tubo de centrifuga contenido de mezcla de líquidos, determinada en 9.10.3.4.

**9.10.4.2** Apariencia del líquido contenido en el tubo de centrifuga después de la prueba, determinada en 9.10.3.5. y 9.10.3.7.

9.10.4.3 El % en volumen de sedimento, determinado en 9.10.3.8.

9.11 Determinación de la corrosión en especímenes metálicos causada por el líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.

9.11.1 Aparatos y equipo.

9.11.1.1 Balanza analítica con resolución de 0,1 mg.

9.11.1.2 Desecador con desecante adecuado.

9.11.1.3 Pinzas de níquel - cromo, para crisol.

9.11.1.4 Comparador óptico con resolución de 0,02 mm o micrómetro con resolución de 0,02 mm.

9.11.1.5 Durómetro Shore A.

9.11.1.6 Recipiente de vidrio de paredes rectas, de 475 cm<sup>3</sup> (ml) de capacidad aproximadamente, 100 mm de altura interna y 75 mm de diámetro, con tapas de acero estañado, que posean un orificio de ventilación de 0,8 mm ± 0,1 mm de diámetro.

9.11.1.7 Estufa con regulador de temperatura, capaz de mantener ésta a 373 K ± 2 K (100°C ± 2°C).

9.11.1.8 Tubo de centrifuga de 100 cm<sup>3</sup> (ml).

9.11.1.9 Centrifuga capaz de dar una fuerza centrífuga relativa de 600 a 700 (véase tabla 2 Apéndice C).

9.11.1.10 Potenciómetro para realizar la determinación de pH.

9.11.2 Material y reactivos.

9.11.2.1 Material común de laboratorio químico.

9.11.2.2 Gomas para frenos de hule estireno butadieno (véase 11.3, Apéndice A) (véase figura 8).

9.11.2.3 Para el líquido LF3, LF4 y LF5, dos láminas, de cada uno de los siguientes materiales: acero, acero estañado, aluminio, hierro de fundición, latón y cobre que tengan una superficie total por las 2 caras de 25 cm<sup>2</sup> ± 5 cm<sup>2</sup> aproximadamente de 8 cm de largo, 1,3 cm de ancho y no más de 0,6 cm de espesor, con un orificio de 3 mm a 5 mm de diámetro y aproximadamente a 6 mm de uno de los extremos de cada lámina (véase 11.6, Apéndice A). **[Modificación publicada en el DOF del 4 de marzo de 2010].**

9.11.2.4 Lija de agua No. 320 A.

9.11.2.5 Lana de acero, grado 00.

9.11.2.6 Cuando se hable de agua debe entenderse que se trata de agua destilada.

9.11.2.7 Alcohol etílico.

9.11.2.8 Alcohol isopropílico.

9.11.3 Procedimiento.

9.11.3.1 Preparar dos juegos de láminas de cada uno de los metales que se mencionan en 9.11.2.3. Con excepción de las láminas de acero estañado, limpiar mediante pulido todas las superficies con la lija y alcohol etílico o alcohol isopropílico hasta que éstas no muestren imperfecciones, debiéndose usar una hoja nueva de lija para cada tipo de metal. Con excepción de las láminas de acero estañado, pulir con lana de acero. Lavar las láminas con alcohol etílico incluyendo las de acero estañado, secar con un paño limpio, libre de pelusa.

Con unas pinzas transferir las láminas a un desecador y mantenerlas allí a 296 K ± 5 K (23°C ± 5°C).

9.11.3.2 Determinar la masa con una aproximación de 0,1 mg y medir el área total de cada lámina en cm<sup>2</sup> y registrar estos valores.

9.11.3.3 Ensamblar cada juego de láminas en una chaveta de acero sin recubrimiento, o bien, en un tornillo, de tal manera que las láminas estén en contacto electrolítico en el orden siguiente:

Acero estañado.

Acero.

Aluminio.

Hierro de fundición.

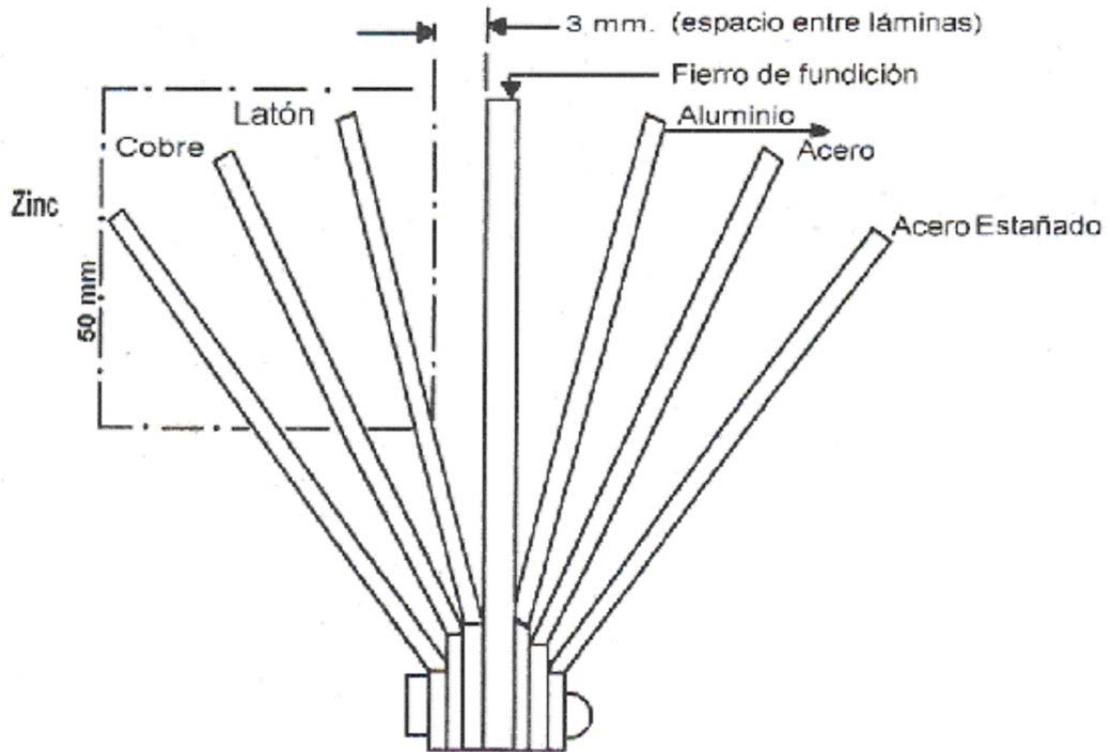
Latón.

Cobre.

**[Modificación del inciso 9.11.3.3 en el DOF del 4 de marzo de 2010]**

9.11.3.4 Doblar todas las láminas, excepto la de hierro de fundición de tal manera que exista una separación de por lo menos 3 mm entre las láminas adyacentes a una distancia de 5 cm del extremo libre de las láminas (véase figura 12).

Sumergir las láminas ensambladas en alcohol etílico (en alcohol isopropílico cuando se trate de líquido LF5), para eliminar las huellas digitales. A partir de este momento manipular sólo con pinzas.



**FIGURA 12.- Ensamble de juego de láminas para prueba de corrosión**

**9.11.3.5** Determinar el diámetro de la base de dos gomas de hule, para frenos con el comparador óptico o micrómetro, debiendo hacer dos mediciones a  $90^\circ$  una con respecto a la otra. Rechazar cualquier goma que en sus dos mediciones del diámetro difiera en más de 0,08 mm.

**9.11.3.6** Determinar la dureza de la goma de acuerdo al método de prueba NMX-D-085-1977.

**9.11.3.7** Colocar una goma con los labios hacia arriba en cada uno de los dos recipientes. Colocar un juego de láminas de metal dentro de cada goma con el extremo atornillado descansando en la cavidad de la goma y los extremos libres extendidos hacia arriba del recipiente.

**9.11.3.8** Mezclar 760 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar, con 40 cm<sup>3</sup> (ml) de agua, cuando se trate de líquido LF5 humidificar 800 cm<sup>3</sup> de acuerdo a 9.2, eliminando la determinación de la temperatura de ebullición. Agregar una cantidad suficiente de la mezcla a los recipientes, de tal manera que se cubra el ensamble de las láminas hasta 10 mm arriba de los extremos libres de las tiras (véase figura 13).

**9.11.3.9** Tapar perfectamente los recipientes con sus tapas, transferirlos a una estufa, mantenerlos ahí por  $120 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$  a una temperatura de  $373 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  ( $100^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ).

**9.11.3.10** Retirar los recipientes de la estufa, dejar enfriar, a temperatura de  $296 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ) durante un tiempo de 60 min a 90 min. Sacar mediante pinzas las láminas de los recipientes, agitándolas dentro del líquido, con el objeto de desprender el sedimento adherido.

**9.11.3.11** Examinar las láminas y los recipientes para verificar si hay adherencia de depósitos cristalinos.

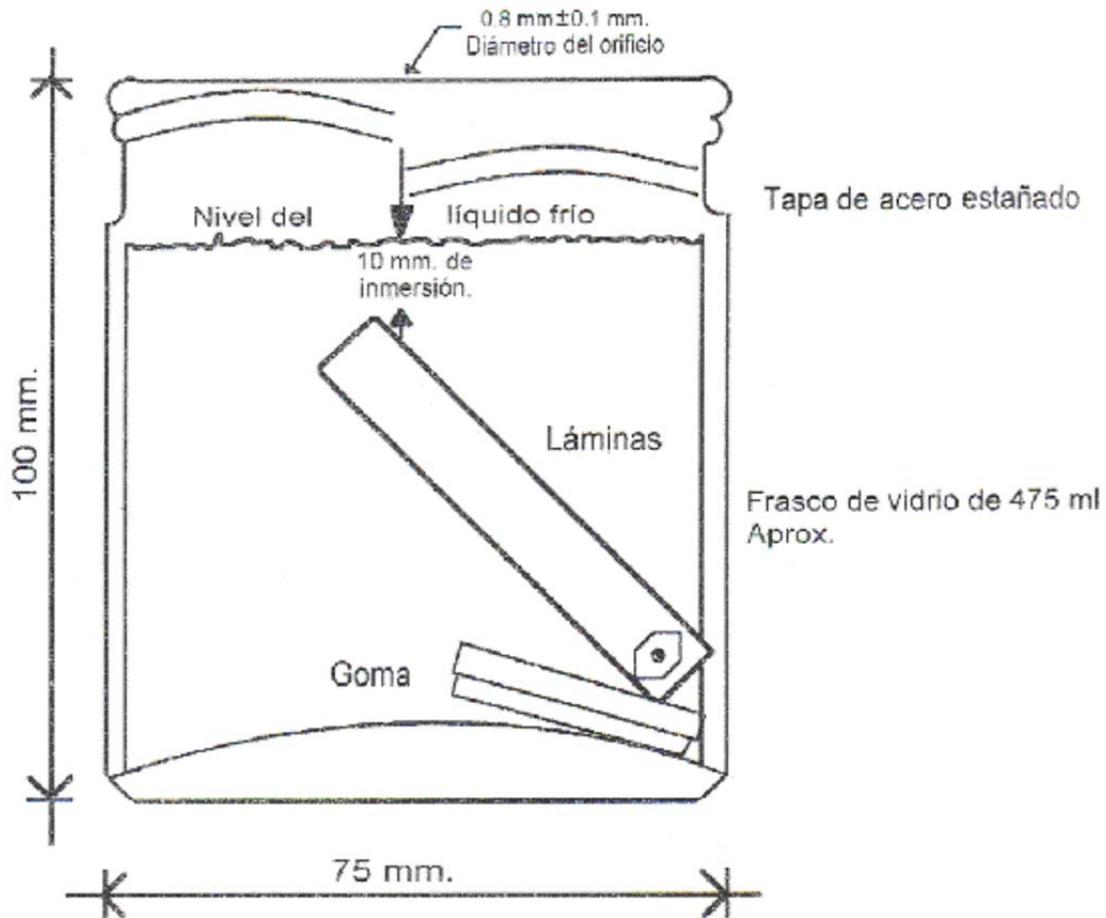


FIGURA 13.- Aparato para prueba de corrosión

**9.11.3.12** Desensamblar las láminas, eliminar el líquido adherido a ellas lavándolas con un chorro de agua y limpiándolas individualmente con un trapo limpio y libre de pelusa, humedecido en alcohol etílico (alcohol isopropílico para el líquido LF5).

**9.11.3.13** Examinar las láminas, con el objeto de observar si existe evidencia de corrosión o picaduras. Colocar éstas en el desecador a una temperatura de  $296 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ).

**9.11.3.14** Sacar mediante pinzas las gomas del recipiente al concluir el periodo de enfriamiento, sacudiéndolas dentro del recipiente para eliminar cualquier sedimento adherido. Lavar las gomas con alcohol etílico (alcohol isopropílico para líquido LF5) y secar al aire.

**9.11.3.15** Examinar las gomas para ver si existen evidencias de desprendimiento de negro de humo, pegajosidad, ampollamiento u otras formas de desintegración.

**9.11.3.16** Determinar el diámetro de la base y la dureza de las gomas dentro de los 15 min siguientes a partir del momento de haberlas sacado del líquido.

**9.11.3.17** Examinar la mezcla líquido para frenos-agua en los recipientes, observar si hay gelatinosidad. Agitar el líquido en los recipientes, para suspender todo sedimento. Transferir  $100 \text{ cm}^3$  (ml) a un tubo de centrifuga para determinar el porcentaje en volumen de sedimento, debiéndose centrifugar durante 10 min a una velocidad centrífuga relativa de 600 a 700 (véase tabla 2, Apéndice C), repetir esta operación hasta que se obtengan tres lecturas consecutivas iguales.

**9.11.3.18** Determinar el pH de la mezcla con el procedimiento que se establece en 9.4, excepto para el líquido LF5.

**9.11.4** Cálculos e interpretación de resultados.

**9.11.4.1** Determinación de la corrosión de las láminas.

Determinar la corrosión de las láminas, a partir de la diferencia en masa, con la siguiente ecuación:

$$\text{Corrosión en mg/cm}^2 = \frac{M_2 - M_1}{A}$$

En donde:

M1 es la masa inicial, en mg.

M2 es la masa final, en mg.

A es el área total de la lámina en cm<sup>2</sup>.

**9.11.4.2** La apariencia de las láminas, si se presentan picaduras, rugosidades, manchado o decoloración observable a simple vista, y su corrosión expresado en diferencia en masa (mg/cm<sup>2</sup>).

**9.11.4.3** La apariencia del líquido para establecer si éste muestra gelatinosidad.

**9.11.4.4** Si existe formación de depósitos cristalinos tanto en los recipientes como en las láminas.

**9.11.4.5** Si existe formación de sedimentos y su porcentaje en volumen.

**9.11.4.6** El pH de la mezcla líquido para frenos-agua.

**9.11.4.7** La apariencia de la goma de hule, si presenta ampollamiento, pegajosidad, desprendimiento de negro de humo o cualquier otro tipo de desintegración.

**9.11.4.8** El cambio de dureza de las gomas, así como el cambio en el diámetro de la base.

**9.12** Determinación de la resistencia a la oxidación del líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.

**9.12.1** Aparatos y equipo.

**9.12.1.1** Botella de vidrio de una capacidad aproximada de 120 cm<sup>3</sup> (ml).

**9.12.1.2** Estufa con regulador de temperatura capaz de mantener ésta a  $343\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ).

**9.12.1.3** Tubos de ensaye, de vidrio de 22 mm de diámetro y 175 mm de longitud.

**9.12.1.4** Pinzas de níquel-cromo para crisol.

**9.12.1.5** Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg.

**9.12.1.6** Desecador con desecante.

**9.12.1.7** Micrómetro con una exactitud de 0,02 mm.

**9.12.2** Materiales y reactivos.

**9.12.2.1** Material común de laboratorio químico.

**9.12.2.2** Cuando se hable de agua, debe entenderse por agua destilada.

**9.12.2.3** Peróxido de benzoilo, grado reactivo 96% de pureza.

**9.12.2.4** Alcohol etílico.

**9.12.2.5** Dos juegos de tiras metálicas, formados cada uno por una tira de hierro de fundición y otra de aluminio (véase 11.8, Apéndice A), con un separador de hoja de estaño.

Las dimensiones de las tiras y del separador de estaño son las siguientes:

Dimensiones de tiras.

Las tiras de hierro de fundición y aluminio deben tener aproximadamente las siguientes dimensiones:

Longitud 8,0 cm.

Ancho 1,3 cm.

Espesor 0,6 mm máximo.

Dimensiones del separador de estaño.

Superficie aproximadamente 12 mm<sup>2</sup>.

Espesor 0,02 mm a 0,06 mm.

Pureza 99,9% mínimo de estaño y  
0,025% máximo de Pb (plomo).

**9.12.2.6** Lija de agua No. 320 A.

**9.12.2.7** Lana de acero grado 00.

**9.12.2.8** Dos secciones de 3,2 mm de diámetro, de goma de hule estireno butadieno (véase 11.3, Apéndice A) (véase figura 8).

**9.12.3** Procedimiento.

Las tiras de metal de los dos juegos, se pulen en todas sus superficies con la lija y con alcohol etílico, hasta que todos los cortes, rayones o picaduras, se eliminen.

Se debe usar una nueva pieza de lija para cada tipo de metal. Posteriormente se pulen con lana de acero. Se lavan las tiras con alcohol etílico y se secan con un paño limpio, libre de pelusa y se ponen, por lo menos durante una hora, en un desecador, que se encuentre a  $296\text{ K} \pm 5\text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ). Las tiras de metal, una vez pulidas, deben manejarse con pinzas, con el fin de no contaminarlas con los dedos.

Determinar el área de cada tira, haciendo uso del micrómetro. Se pesa cada tira con aproximación de 0,1 mg y se ensamblan una tira de cada metal, sobre una chaveta de acero sin recubrimiento, separando las tiras en cada extremo con el separador de estaño.

Poner 30 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar, en la botella de vidrio. Se le agregan 60 mg  $\pm$  2 mg de peróxido de benzoilo y 1,5 cm<sup>3</sup> (ml)  $\pm$  0,05 cm<sup>3</sup> (ml) de agua destilada (excepto para el líquido LF5 el cual es humidificado de acuerdo a 9.2, eliminando la determinación de la temperatura de ebullición y agregar solamente el peróxido de benzoilo). Se tapa la botella y se agita su contenido, evitando que la solución llegue al tapón. Se pone la botella en una estufa a  $343\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) durante 120 min  $\pm$  10 min, agitándola cada 15 min con el objeto de obtener la solución de peróxido. Al final del periodo de calentamiento, se saca la botella de la estufa y se mantiene a  $296\text{ K} \pm 5\text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ) durante 22 h  $\pm$  2 h.

Poner una sección de una goma para frenos, en el fondo de cada uno de los tubos de ensaye.

Agregar a cada uno 10 cm<sup>3</sup> (ml) de la solución preparada. Se pone un juego de tiras de metal en cada tubo con el extremo de los mismos descansando sobre el pedazo de la goma de hule. La solución debe cubrir la mitad de la longitud de las tiras y el extremo que tiene la chaveta de acero debe permanecer fuera de la solución. Se tapan los tubos de ensaye con tapones de corcho y se colocan en posición vertical por un periodo de 70 h  $\pm$  2 h a una temperatura de  $296\text{ K} \pm 5\text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ). Al final de este tiempo se aflojan los tapones y se ponen los tubos en una estufa a  $343\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) durante un

periodo de 168 h  $\pm$  2 h. Al finalizar el periodo de calentamiento, se sacan los tubos, se desensamblan las tiras y se examinan con el fin de ver si contienen depósitos gomosos. Se limpian las tiras con un paño empapado con alcohol etílico y se examinan con el fin de ver si tienen picaduras o superficies rugosas. Se colocan en el desecador, mantenido a 296 K  $\pm$  5 K (23°C  $\pm$  5°C), por lo menos una hora. Se pesa cada tira con aproximación de 0,1 mg.

**9.12.4 Cálculos e interpretación de resultados.**

**9.12.4.1** Se determina el cambio en masa producida por corrosión, dividiendo la diferencia en peso de cada tira de metal, entre el área total en cm<sup>2</sup>, de cada una. Se promedian los resultados.

**9.12.4.2** Cambio en peso en las tiras de metal, en mg/cm<sup>2</sup>.

**9.12.4.3** Apariencia de las tiras de metal después de la prueba.

**9.12.4.4** Cantidad de goma depositada sobre las tiras de metal.

**9.13 Determinación del efecto sobre el hule, causado por el líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores.**

**9.13.1 Aparatos y equipo.**

**9.13.1.1** Durómetro Shore A.

**9.13.1.2** Micrómetro o comparador óptico calibrados, capaces de dar lecturas con una resolución de 0,02 mm.

**9.13.1.3** Dos recipientes de vidrio, de aproximadamente 250 cm<sup>3</sup> (ml) de capacidad, de 125 mm de altura y 50 mm de diámetro aproximadamente, con tapa de acero estañado.

**9.13.1.4** Estufa con regulador de temperatura, capaz de mantener ésta a 343 K  $\pm$  2 K (70°C  $\pm$  2°C) y 393 K  $\pm$  2 K (120°C  $\pm$  2°C).

**9.13.1.5** Balanza analítica con una resolución de  $\pm$  0,1 mg.

**9.13.2 Materiales y reactivos.**

**9.13.2.1** Material común de laboratorio químico.

**9.13.2.2** Alcohol etílico o alcohol isopropílico.

**9.13.2.3** Agua destilada.

**9.13.2.4** Gomas para frenos de estireno butadieno (SBR) (véase figura 8) (véase 11.3, Apéndice A).

**9.13.2.5** Placa de un terpolímero de etileno y un dieno (EPDM) de 14 cm por lado (véase 11.9, Apéndice A).

**9.13.2.6** Un agente humectante (véase 11.10, Apéndice A).

**9.13.3 Procedimiento.**

Procedimiento para gomas de estireno butadieno.

**9.13.3.1** Determinar el diámetro de la base a 2 gomas con un micrómetro o comparador óptico. Promediar dos lecturas efectuadas a 90° una con respecto a la otra. Rechazar cualquier goma en el que sus dos mediciones del diámetro difieren en más de 0,08 mm.

**9.13.3.2** Determinar la dureza de las gomas de acuerdo al método de prueba establecido en la NMX-D-085-1977.

**9.13.3.3** Lavar rápidamente con el alcohol etílico (con alcohol isopropílico para el líquido LF5), las gomas para frenos que no presentan ningún defecto. Limpiar con trapo libre de pelusa, para eliminar todas las partículas extrañas. Las gomas no deben permanecer en contacto con el alcohol por más de 30 s.

**9.13.3.4** A uno de los recipiente de vidrio (véase 9.13.1.3) transferir 75 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido a probar. Introducir dos gomas ya medidas. Cerrar perfectamente el recipiente.

**9.13.3.5** Calentar el recipiente en la estufa a 343 K  $\pm$  2 K (70°C  $\pm$  2°C) durante 70 h  $\pm$  2 h.

**9.13.3.6** Al finalizar el periodo de calentamiento, sacar el recipiente de la estufa, dejar enfriar durante un periodo de 60 min a 90 min, sin abrir el recipiente, hasta que éste alcance la temperatura de 296 K  $\pm$  5 K (23°C  $\pm$  5°C).

**9.13.3.7** Sacar las gomas del recipiente, lavar rápidamente con alcohol etílico o alcohol isopropílico y secar las gomas al aire.

**9.13.3.8** Examinar la apariencia de las gomas y determinar la dureza a cada una de ellas, así como su diámetro de la base en los 15 min siguientes después de sacar las gomas del recipiente.

Se debe evitar hasta donde sea posible que las gomas se contaminen con humedad u otros agentes ambientales.

**9.13.3.9** Repetir el procedimiento descrito en los párrafos 9.13.3.1 a 9.13.3.8 calentando el recipiente a 393 K  $\pm$  2 K (120°C  $\pm$  2°C).

Procedimiento para sellos de un terpolímero de etileno propileno y un dieno.

**9.13.3.10** Cortar dos especímenes de prueba de 25 mm por lado, de la placa.

Determinar la dureza de los especímenes de acuerdo al método de prueba establecido en la NMX-D-085-1977.

Determinar la masa (M1) de los especímenes en el aire con una resolución de  $\pm$  0,1 mg, luego determinar la masa (M2) de los especímenes sumergidos en agua destilada, que contenga no más de 0,2% de un agente humectante, a temperatura ambiente.

**9.13.3.11** En otro recipiente de vidrio, transferir 75 cm<sup>3</sup> (ml) del líquido para frenos a probar, introducir los dos especímenes ya pesados y cerrar perfectamente el recipiente.

**9.13.3.12** Calentar el recipiente en la estufa a 343 K  $\pm$  2 K (70°C  $\pm$  2°C) durante 70 h  $\pm$  2 h.

Al finalizar el periodo de calentamiento, sacar el recipiente de la estufa, dejar enfriar durante un periodo de 60 min a 90 min, hasta que alcance la temperatura de 296 K  $\pm$  5 K (23°C  $\pm$  5°C).

**9.13.3.13** Sacar los especímenes del recipiente, lavarlos rápidamente con alcohol etílico (alcohol isopropílico para el líquido LF5) y secar al aire.

**9.13.3.14** Examinar la apariencia de los especímenes y determinar su masa (M3) en el aire con una resolución de  $\pm 0,1$  mg, luego determinar la masa (M4) de los especímenes sumergidos en agua destilada que contenga no más de 0,2% de un agente humectante a temperatura ambiente.

**9.13.3.15** Determinar la dureza de cada uno de los especímenes, todas las determinaciones se deben efectuar dentro de los 15 min siguientes después de sacar los sellos de los recipientes.

**9.13.3.16** Repetir el procedimiento descrito en 9.13.3.10 a 9.13.3.15 calentando el recipiente a  $393 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  ( $120^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) durante  $70 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ .

**9.13.4** Cálculos e interpretación de resultados.

Para las gomas de estireno butadieno.

**9.13.4.1** Determinar el cambio de diámetro de la base en mm, a  $343 \text{ K}$  ( $70^\circ\text{C}$ ) y  $393 \text{ K}$  ( $120^\circ\text{C}$ ).

**9.13.4.2** Determinar el cambio de dureza a  $343 \text{ K}$  ( $70^\circ\text{C}$ ) y  $393 \text{ K}$  ( $120^\circ\text{C}$ ).

**9.13.4.3** Cualquier cambio de apariencia de las gomas tales como tipo de desintegración, pegajosidad, ampollamiento, grietas o separación de negro de humo en la superficie a  $343 \text{ K}$  ( $70^\circ\text{C}$ ) y  $393 \text{ K}$  ( $120^\circ\text{C}$ ).

Para los especímenes de un terpolímero de etileno propileno y un dieno.

**9.13.4.4** Determinar el porcentaje del cambio de volumen de los especímenes con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de cambio de volumen} = \frac{(M3-M4)-(M1-M2)}{(M1-M2)} \times 100$$

Donde:

M1 es la masa inicial en el aire.

M2 es la masa inicial en el agua.

M3 es la masa final en el aire.

M4 es la masa final en el agua.

**9.13.4.5** Determinar el cambio de dureza de los especímenes a  $343 \text{ K}$  ( $70^\circ\text{C}$ ) y  $393 \text{ K}$  ( $120^\circ\text{C}$ ).

**9.13.4.6** Determinar cualquier cambio de apariencia de los especímenes, tales como tipo de desintegración, pegajosidad, ampollamiento, grietas o separación de negro de humo en la superficie a  $343 \text{ K}$  ( $70^\circ\text{C}$ ) y  $393 \text{ K}$  ( $120^\circ\text{C}$ ).

## **10 Información comercial**

### **10.1 Envase.**

Cada recipiente de líquido para frenos debe estar provisto con una tapa removible, que tenga un sello inviolable. En su defecto, la tapa del recipiente debe incluir un caracter distintivo a prueba de adulteración que debe destruirse o alterarse substancialmente cuando el recipiente se abre por primera vez.

### **10.2 Marcado.**

**10.2.1** El recipiente que contiene al producto objeto de esta Norma y que se encuentre en punto de venta, debe ostentar en la superficie principal de exhibición, como mínimo, la información que a continuación se indica de manera clara y permanente en idioma español, sin perjuicio de que pueda aparecer además en otros idiomas.

- Nombre y tipo del producto.
- Nombre o razón social y domicilio del fabricante, importador y/o envasador.
- Contenido neto conforme a la NOM-030-SCFI.

**10.2.2** Los siguientes datos pueden aparecer en cualquier parte del recipiente:

- Un número de serie que identifique el lote.
- Designación de acuerdo a su aplicación; "Para usarse en frenos hidráulicos de disco, tambor y mixto.
- Identificación LF3, LF4, LF5 base de silicón o LF5.1 base de no silicón, según del líquido de que se trate.
- La designación del país de origen.
- Advertencias.

Las siguientes advertencias en letras mayúsculas y minúsculas deben mostrarse en el envase textualmente como se indica a continuación, aunque el orden de las mismas pueda ser alterado:

**"Al cambiarlo siga las recomendaciones del fabricante del vehículo"**

**"Contaminación con polvo, agua, productos del petróleo u otros materiales puede ocasionar fallas en el sistema de frenos o reparaciones costosas"**

**"Almacene el líquido para frenos hidráulicos en su envase original, mantenga el recipiente limpio y bien cerrado para prevenir absorción de humedad"**

**"Precaución: destruya el envase vacío, no lo rellene con líquido u otros productos"**

**"Este producto es peligroso si se ingiere, no se deje al alcance de los niños"**

**"Evite derramar líquido sobre las balatas o pintura del vehículo".**

### **10.3 Embalaje.**

El embalaje de los envases de líquido para frenos debe ser de material resistente y seguro, de tal manera que garantice el buen manejo del producto.

## **11 Apéndice "A"**

### **11.1 Líquido de referencia.**

Se debe usar éter monometílico del trietilen glicol grado líquido para frenos, con las siguientes características:

**ETER MONOMETILICO DEL TRIETILEN GLICOL (EMTEG)\*, GRADO LIQUIDO PARA FRENOS**

PROPIEDADES	REQUERIMIENTOS
CROMATOGRAFIA	94% DE AREA, mín. Ninguno de los materiales precedentes, que sigan al EMTEG a través de la columna podrán exceder 4% del área que sigan EMTEG
CONTENIDO DE AGUA	0,3% por peso, máx
ACIDEZ	0,2% por peso, máximo como ácido acético
MATERIA SUSPENDIDA	Substancialmente libre
APARIENCIA	Líquido claro, 100 unidades APHA, máx.
PUNTO DE EBULLICIÓN A REFLUJO EQUILIBRADO	513 K(240°C) mín.

\*Se estabiliza adicionando 1 a 4% en peso de 4,4 isopropilideno difenol.

**11.2 Líquido de compatibilidad.**

Se debe usar el líquido de compatibilidad, una mezcla de líquido para frenos de composición fija. Este líquido es una mezcla de seis marcas de líquido para frenos a base de poliglicoles, en partes iguales por volumen.

- a. DOW HD50-4
- b. Delco Supreme II
- c. DOW BF2000
- d. Wagner-Cooper H-112
- e. Toyota BF2500H
- f. Hoechst BF-6-M

**11.3 Gomas para cilindro de rueda, goma primaria y goma secundaria para cilindro maestro (véase figura 8).**

Se deben usar gomas para cilindro de rueda y gomas para cilindro maestro a base de estireno butadieno. Formulación del compuesto de hule de estireno butadieno.

Ingredientes	Partes por peso
SBR 1503	100
Negro de humo	40
Oxido de zinc	5
Azufre	0,25
Acido esteárico	1
N-terciario butyl-2-Benzotiazol sulfenamida	1
Dibetanafil-p-fenilen Diamina	1,5
Peróxido de dicumilo (40% de CaCO3)*2	4,5
<b>TOTAL</b>	<b>153,25</b>

Usar solamente dentro de los 90 días después de fabricación y almacenarlo a temperatura abajo de 300 K (27°C).

Propiedades de los compuestos de hule: el tiempo de vulcanizado es de 12 min a 453 K (180°C) y deben cubrir los siguientes requisitos:

**Requisitos del compuesto de hule.**

PROPIEDADES	REQUERIMIENTO
Dureza shore A	63+-3
Resistencia a la tensión	17,5 MPa
Elongación	350% mínimo
Tensil, después de 70 h a 125°C	30% de decremento máx.
Elongación después de 70 h a 125°C	50% de decremento máx.
Dureza, después de 70 h a 125°C	De 0 a 10 GIDH, incremento
Compresión residual, después de 22 h a 125°C (Método B)	15 a 20%
Temperatura de fractura	313 K (-40°C), máx.

Gomas para frenos preparadas a partir del compuesto para hule.

Las gomas deben ser preparadas a partir del compuesto de hule por vulcanización bajo condiciones requeridas para obtener las propiedades dadas en la tabla anterior. Las dimensiones de la goma deben ser las adecuadas para el cilindro de frenos usado para la prueba de servicio simulado en 9.8.

Las gomas pueden ser usadas para las pruebas del líquido para frenos, en el transcurso de 36 meses a partir de fecha de fabricación cuando son almacenadas en ausencia de luz, a temperatura ambiente que no exceda de 311 K (38°C) y estar protegidas adecuadamente de la contaminación atmosférica y otros contaminantes. Después sacar las gomas de su almacenamiento deben ser acondicionadas, poniéndolas sobre una superficie lisa, por un periodo de 12 h a temperatura ambiente con objeto de que las gomas tomen su configuración original antes de medirlas.

**11.4 Ensamble de cilindro maestro.**

Para la mejor realización de la prueba se debe usar un cilindro maestro con un diámetro interior entre 28,58 mm a 28,65 mm o equivalente, con pistón de aluminio de un diámetro entre 28,52 mm y 28,55 mm con la siguiente composición: cobre 4,5%, manganeso 0,6%, magnesio 1,5% y 93,4% de aluminio, y gomas de estireno butadieno, ver figuras 9 y 10.

**11.5 Ensamble de cilindro de rueda.**

Para mejor realización de la prueba se debe usar un cilindro de rueda, con un diámetro interior entre 28,60 mm y 28,66 mm cuyos diámetro de pistones estén entre 28,52 mm y 28,55 mm, estén fabricados de una aleación de aluminio con la siguiente composición: cobre 4,5%, manganeso 0,6%, magnesio 1,5% y 93,4% de aluminio y gomas de estireno-butadieno, ver figura 8.

**11.6 Tubo de acero.**

Se debe usar un tubo de acero bundy, de 6,35 mm de diámetro nominal de doble pared, que tenga las siguientes propiedades mecánicas:

Esfuerzo a la deformación 170 MPa mínimo.

Esfuerzo a la tensión 290 MPa mínimo

Elongación en 50 mm 14% a 40%

Dureza 65 escala Rockwell 30T

1 Pa = 1N/m<sup>2</sup>

Conectar la tubería desde la salida del cilindro maestro a los cilindros de rueda, éste debe ser reemplazado en cada prueba (longitud mínima 915 mm).

Se requiere una uniformidad en el tamaño de la tubería, el tubo de 6,3 mm de diámetro se adapta mejor a los conectores.

**11.7 Carta de prueba de poder de encubrimiento.**

Se debe usar la carta de prueba de poder de encubrimiento (véase figura No. 14).

**11.8 Láminas para prueba de corrosión. [Eliminado este inciso: DOF del 4 de marzo de 2010]**

**11.9 Placa de hule de terpolímero de etileno y un dieno (EPDM).**

Formulación de compuesto de hule de estireno butadieno y un dieno.

INGREDIENTES	PARTES POR PESO
Hule EPDM 1320	100
Oxido de zinc	5
Negro de humo	43
2,2,4-Trimetil quinolina 1,2-Dihidro polimerizada	2
Peróxido de dicumilo (40% DE CaCO <sub>3</sub> precipitado) *2	10
total	160

Usar solamente dentro de los siguientes 90 días a partir de su fabricación y almacenarlo a una temperatura inferior a 300k (27°C).

Propiedades de los compuestos de hule: El tiempo de vulcanizado es de 25 minutos a 448k (175°C).

Propiedades del compuesto de hule.

PROPIEDAD	REQUERIMIENTO
Dureza, en GIDH	70±3
Resistencia a la tensión	13,8 MPa
Ultima elongación	225% Mín.
Resistencia a la tensión, Mín., después de 22h a 448K (175 C)	15% de decremento Máx.
Elongación después de 22 h a 448K (175 C)	30% de decremento Máx.
Dureza, incremento después de 22 h a 448 K (175 C)	De 0 a 10
Compresión residual, después de 22 h a 448K (175 C) (Método B)	20% Máx.
Temperatura de fractura	219,2K (-53,8 C) Máx.

Tapetes lisos preparados a partir del compuesto de hule. Las laminillas de prueba de aproximadamente 150 mm x 150 mm x 1,9 mm deben ser preparados a partir del compuesto de hule, por vulcanización. Estos tapetes pueden ser usados en las pruebas de líquido para frenos dentro de los 36 meses a partir de

su fecha de manufactura, siempre y cuando se almacene en ausencia de luz a temperatura que no exceda a 311K (38°C) y estar protegidos contra la contaminación atmosférica y otros contaminantes. Cuando se almacene a otra temperatura diferente a 300K (23°C ± 5°C), el material deberá dejarse estabilizar a la temperatura del laboratorio antes de medir.

#### 11.10 Agente Humectante.

Se deben usar como agente humectante un glicol polioxialquilénico o equivalente.

#### APENDICE “B”

En virtud de que los requisitos establecidos en el punto 7.8 “Comportamiento en servicio simulado” y su método de prueba en 9.8, se consideran como una prueba complementaria, estos puntos no serán exigibles cuando se demuestre el cumplimiento de los demás requisitos dados en los demás puntos de la presente Norma.

#### APENDICE “C”

TABLA 1.- Tolerancia de calibración para los tubos de centrífuga.

Límites en cm3 (ml)	Subdivisiones en volumen cm3 (ml)	Tolerancia en cm3 (ml)
De 0 a 0,1	0,05	± 0,02
De 0,1 a 0,3	0,05	± 0,03
De 0,3 a 0,5	0,05	± 0,05
De 0,5 a 1,0	0,10	± 0,05
De 1,0 a 2,0	0,10	± 0,10
De 2,0 a 3,0	0,20	± 0,10
De 3,0 a 5,0	0,5	± 0,20
De 5,0 a 10	1,0	± 0,50
De 10 a 25	5,0	± 1,00
De 25 a 100	25	± 1,00

TABLA 2.- Velocidad de rotación para centrífugas de varios diámetros

Diámetro del área de centrifugación en cm*	r/min a 600 de F.C.R	r/min a 700 de F.C.R **
48,26	1 490	1 610
50,80	1 450	1 570
53,34	1 420	1 530
55,55	1 380	1 500

\* Medida entre la punta de los tubos opuestos estando en posición de rotación.

\*\* F.C.R es la fuerza centrífuga relativa.

**Nota.-** Para obtener revoluciones por minuto emplear la ecuación siguiente:

$$r / \text{min} = 265 \left[ \sqrt{\frac{F.C.R}{d}} \right]$$

donde:

*d* es el diámetro de la parte de centrifugación medida entre las puntas de los tubos opuestos cuando están en posición de rotación.

#### APENDICE “C”

Las unidades kgf/cm<sup>2</sup> están en desuso con base a la NOM-008-SCFI-1993. En el cuerpo de esta NOM aparecen entre paréntesis sólo para fines prácticos, ya que las unidades para presión que deben emplearse son pascales “Pa”.

#### 12 Vigilancia

La Procuraduría Federal del Consumidor es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

#### 13 Bibliografía

13.1 Federal Motor Vehicle Standard National Highway Traffic Safety Administration DOT Standard No. 116 Motor vehicle Brake Fluid, Edition 10-1-94.

13.2 SAE Handbook 1996

SAE J 1703 Motor vehicle brake fluid.

SAE J527 Brazed double wall low carbon steel tubing.

13.3 ASTM American Society for testing and materials

ASTM D 91-92 Standard test method for precipitation number of lubricating oils.

ASTM D 344-89 Standard test method for relative hiding power of paints by the visual evaluation of brushouts.

ASTM D 395-89 Standard test method for rubber property - compression set.

ASTM D 412-92 Standard test methods for vulcanized rubber and thermoplastic rubbers and thermoplastic elastomers - tension.

ASTM D 445-94 Standard test method for kinematic viscosity of transparent and opaque liquids (the calculation of dynamic viscosity).

ASTM D-664 95 Standard test method for acid number of petroleum products by potentiometric titration.

ASTM D 746-95 Standard test method for brittleness temperature of plastics and elastomers by impact.

ASTM D 865-88 (Reapproved 1994) Standard test method for rubber deterioration by heating in air (test tube enclosure).

ASTM D 1120-94 Standard test method for boiling point of engine coolants.

ASTM D 1209-93 Standard test method for color of clear liquids (platinum - cobalt scale).

ASTM D 1364-95 Standard test method for water in volatile solvents (Karl Fischer reagent titration method).

ASTM D 1415-88 Standard test method for rubber property international hardness.

ASTM D 1613-96 Standard test method for acidity in volatile solvents and chemical intermediates used in paint, varnish, lacquer, and related products.

ASTM D 2240-95 Standard test method for rubber property - durometer hardness.

ASTM D 3182-89 Standard practice for rubber - materials, equipment, and procedures for mixing standard compounds and preparing standard vulcanized sheets.

ASTM D 3185-88 Standard test methods for rubber - evaluation of SBR (styrene - butadiene rubber) including mixtures with oil.

ASTM E 1 95 Standard specification for ASTM thermometers.

ASTM E145-94 Standard specification for gravity - convection and forced-ventilation ovens.

ASTM E 260-96 Standard practice for packed column gas chromatography.

#### **14 Concordancia con normas internacionales**

Esta Norma Oficial Mexicana concuerda parcialmente con la norma internacional ISO 4925-1978 Road vehicles - Non - Petroleum based brake fluid, en los puntos siguientes:

- 5.1.1 Punto de ebullición a refluo equilibrado.
- 5.1.2 Punto de ebullición en húmedo.
- 5.3 Valor de pH.
- 5.5 Corrosión.
- 5.6 Fluidez y apariencia a bajas temperaturas.
- 5.7 Evaporación.
- 5.8 Tolerancia al agua.
- 5.9 Compatibilidad.
- 5.10 Resistencia a la oxidación.
- 5.11 Efecto sobre hule.
- 5.12 Comportamiento de servicio simulado.

México, D.F., a 9 de diciembre de 1997.- La Directora General de Normas, **Carmen Quintanilla Madero**.- Rúbrica.