

## **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 815: 2005  
(Publicada por la ISO, 1991)

---

**ELASTÓMEROS, VULCANIZADOS O TERMOPLÁSTICOS —  
DETERMINACIÓN DE LA DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN  
A LAS TEMPERATURAS AMBIENTE, BAJA O ELEVADA  
(ISO 815:1991, IDT)**

**Rubber, vulcanized or thermoplastic—Determination of compression  
set at ambient, elevated or low temperatures**

---

ICS: 83.060

1. Edición      Junio 2005  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048 Correo electrónico: nc@ncnorma.cu



Cuban National Bureau of Standards

**NC-ISO 815: 2005**

## **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

### **Esta Norma Cubana:**

- Ha sido elaborada a través del NC/CTN 73 Cauchos y Productos del Caucho, integrado por las entidades siguientes:

Ministerio de la Industria Básica  
Oficina Nacional de Normalización  
Ministerio de la industria Ligera  
Consejo de Estado (Cubalse)  
Ministerio de la Agricultura

Ministerio del Comercio Interior  
Ministerio del Interior  
Ministerio del Transporte  
Ministerio del Azúcar  
Ministerio de la Industria Sideromecánica

- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la Norma ISO 815:1991 Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of compression set at ambient, elevated or low temperatures.

**© NC, 2005**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba**

## ELASTOMERO, VULCANIZADO O TERMOPLASTICO— DETERMINACIÓN DE LA DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN A LAS TEMPERATURAS AMBIENTE, BAJA O ELEVADA

### 1 Objeto

Esta Norma especifica los métodos para la determinación de las características de deformación por compresión de elastómeros vulcanizados y termoplásticos a temperatura ambiente elevada o baja.

Los métodos están destinados a medir la habilidad de los elastómeros de dureza dentro del rango de 10 IRHD a 95 IRHD para retener las propiedades elásticas a temperaturas especificadas después de una compresión prolongada a deformación constante (25% donde sea posible) bajo uno de los alternativos juegos de condiciones descritos. Para elastómeros de dureza mayor que 80 IRHD, una deformación por compresión más baja es utilizada: 15% para una dureza nominal desde 80 IRHD a 89 IRHD y 10% para una dureza nominal desde 90 IRHD a 95 IRHD.

**NOTA 1:** Cuando el elastómero es mantenido bajo compresión, cambios físicos o químicos pueden ocurrir que evitan al elastómero retornar a sus dimensiones originales después de la liberación de la fuerza deformante. El resultado es una deformación remanente cuya magnitud depende del tiempo y la temperatura de compresión tan bien como del tiempo y la temperatura de recobrado. A elevadas temperaturas, los cambios químicos se tornan cada vez más importante y guían a una deformación permanente la cual puede ser medida dejando que las probetas se recuperen a temperatura normalizada. A bajas temperaturas, los cambios resultantes de los efectos del endurecimiento vítreo o cristalización se tornan predominantes y puesto que estos efectos son reversibles por aumento de la temperatura, es necesario que todas las mediciones se realicen a la temperatura de ensayo (véase ISO 6471).

**NOTA 2:** Una guía para el uso de los resultados de precisión se da en el anexo informativo A, y los resultados de deformación por compresión a -25 °C y 100 °C sin lubricante en el anexo informativo B.

### 2 Referencias Normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. (incluyendo todas las enmiendas).

NC 468:1982, Rugosidad superficial-Parámetros, sus valores y reglas generales para los requisitos de especificación.

ISO 471:1983, Elastómero-Temperaturas normalizadas, humedades y tiempos para acondicionamiento y ensayo de probetas.

ISO 1826:1981, Elastómero, vulcanizado-Tiempo-intervalo entre la vulcanización y el ensayo-Especificación.

ISO 3383:1985, Elastómero-Direcciones generales para alcanzar temperaturas elevadas o subnormales para propósitos de ensayo.

ISO 4648:1991, Elastómero, vulcanizado o termoplástico-Determinación de dimensiones de probetas y productos para propósitos de ensayo.

ISO 4661-1:1986, Elastómero, vulcanizado-Preparación de muestras y probetas – Parte 1: Ensayos físicos.

ISO 6471:1983, Elastómero, vulcanizado-Determinación de los efectos de cristalización bajo compresión.

ISO/TR 9272:1986, Elastómero y productos de elastómeros-Determinación de la precisión para normas de métodos de ensayo.

### 3 Principio

#### 3.1 Temperaturas ambiente y elevada

Una probeta de espesor conocido es comprimida a temperatura normalizada a una deformación definida, la cual es mantenida constante por un tiempo especificado a una temperatura elevada o normalizada fija. La deformación es liberada y después que la probeta haya sido dejada recuperar a la temperatura normalizada por un tiempo especificado, el espesor de la probeta es medido nuevamente.

#### 3.2 Temperaturas bajas

Una probeta de espesor conocido es comprimida a temperatura normalizada a una deformación definida, la cual es mantenida constante por un tiempo especificado a una baja temperatura fija. La deformación es liberada y la probeta es dejada recuperar a esta temperatura. El espesor es medido a intervalos después de liberar la deformación de manera que una evaluación de las características de deformación por compresión se obtenga de plotear del recobrado contra el tiempo a la baja temperatura.

### 4 Aparatos

**4.2 Aparato de compresión**, consta de platos de compresión, espaciadores de acero y dispositivo de sujeción.

**4.1.1 Platos de compresión**, consta de un par de platos lisos paralelos de acero cromado altamente pulido o de acero inoxidable altamente pulido, entre las caras en las cuales la probeta es comprimida.

El terminado de la superficie de los platos de compresión no será peor que  $0,4 \mu\text{m } R_a$  desde la línea media del perfil (vea ISO 468). Los platos serán:

- Suficientemente rígida para garantizar que, con una probeta bajo carga, ningún plato de compresión flexionará por mas de 0,01 mm;
- De suficiente tamaño para asegurar que toda la probeta, cuando se comprima entre los platos, permanezca dentro del área de los platos.

Se recomiendan los platos de acero con un diámetro de aproximadamente 115 mm y con un espesor de 6,5 mm y 12,5 mm respectivamente. Un aparato típico se muestra en la figura 1.

#### 4.1.2 Instrumento de medición de la temperatura

Para ensayos a baja temperatura, los platos incorporaran medios de medición de sus temperaturas directamente con una precisión de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

**4.1.3 Espaciadore(s) de acero suave**, para suministrar la compresión requerida. Los espaciadore(s) serán de tamaño y forma tal que no permita el contacto con la probeta comprimida.

La altura de los espaciadore(s) será como sigue: donde más de un espaciador sea utilizado en cualquier ensayo, las alturas coincidirán con  $\pm 0,01$  mm de la media.

Dimensiones del espaciador	Tipo de probeta
9,4 mm máx.	A
9,3 mm min.	
4,8 mm máx.	B
4,7 mm min.	

Cuando tengan que realizarse estudios de cristalización, es necesario controlar la deformación por compresión tan exactamente como sea posible, y son requeridos espaciadores de diferentes alturas. La altura de los espaciadores será elegida de manera que la compresión de la probeta es  $(25 \pm 1)$  % del espesor medido de la probeta.

Una deformación por compresión del 15% se usará para durezas entre 80 IRHD y 89 IRHD. La altura del espaciador será como sigue:

Dimensiones del espaciador	Tipo de probeta
10,7 mm máx.	A
10,6 mm min.	
5,4 mm máx.	B
5,3 mm min.	

Una deformación por compresión del 10% se usará para durezas sobre 90 IRHD. La altura del espaciador será como sigue:

Dimensiones del espaciador	Tipo de probeta
11,30 mm máx.	A
11,25 mm min.	
5,70 mm máx.	B
5,65 mm min.	

**NOTA 3:** Para estudios de cristalización, a fin de alcanzar la exactitud de la compresión requerida para cumplir las tolerancias permitidas en altura de la probeta, tres juegos de espaciadores para el tipo A y cuatro juegos de espaciadores para el tipo B se necesitan. Por ejemplo, espaciadores de altura 9,12 mm, 9,38 mm y 9,62 mm para el tipo A y espaciadores de altura 4,56 mm, 4,67 mm, 4,78 mm y 4,89 mm para el tipo B, todos a una tolerancia de  $\pm 0,005$  mm, cubriría el rango adecuadamente.

Donde no este disponible un rango de espaciadores, el uso de calzos o suplementos es recomendable para obtener la altura comprimida correcta. Debe tenerse cuidado que, con la probeta en estado comprimido, los platos de compresión estén paralelos.

#### 4.1.4 Dispositivo de sujeción

Para ensayos a temperaturas elevadas o normalizadas, un dispositivo de tornillo simple es adecuado. Para el ensayo a bajas temperaturas, un dispositivo de rápida liberación se requiere. Este puede ser mecánico o neumático.

**4.2 Estufa o cabina de baja temperatura**, que cumpla con los requerimientos especificados en ISO 3383, y sea capaz de mantener el aparato de compresión y las probetas a la temperatura de ensayo dentro de la tolerancia especificada en 6.2.

La cabina de baja temperatura puede ser mecánicamente refrigerada o puede ser enfriada directamente por hielo seco o nitrógeno líquido. La temperatura de ensayo será medida directamente en los platos del aparato de compresión con una exactitud de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

La cabina para ensayo a baja temperatura será equipada de forma que sea posible liberar las probetas y llevar a cabo subsiguientes mediciones sin contacto directo, ejemplo, por el uso de orificio de mano y guantes o un dispositivo de manejo remoto. La cabina será capaz de mantener su temperatura dentro de la variación permisible mientras que esas operaciones sean llevadas a cabo.

El tiempo para alcanzar una temperatura de estado estacionario depende del tipo de estufa o cabina y el contenido calórico de todo el aparato de compresión. Para obtener resultados comparables en el caso de una elevada temperatura de ensayo y una duración de ensayo de 24 h, es necesario alcanzar la temperatura del estado estacionario dentro de las tolerancias especificadas en el interior de las probetas al menos después de 3 h.

**4.3 Tenazas**, para el manejo de las probetas.

**4.4 Micrómetro de carátula** (para medir el espesor de la probeta), con un pie plano circular de 4 mm a 10 mm en diámetro y un plato base sólido plano (vea ISO 4648:1991, método A) ejerciendo una presión de  $22 \text{ kPa} \pm 5 \text{ kPa}$ . Será adecuado para utilizar a la temperatura de ensayo requerida y será calibrado para mediciones a esta temperatura. Para propósitos comparativos las mismas dimensiones del pie circular será usado.

**4.5 Instrumento de tiempo**, con una precisión de  $\pm 0,2 \text{ s}$  o  $\pm 1\%$ ,

## 5 Probetas

### 5.1 Dimensiones

Las probetas serán una de los dos tamaños, designadas tipo A y tipo B.

Una probeta tipo A será un disco cilíndrico de diámetro  $29 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  y espesor  $12,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ .

Una probeta tipo B será un disco cilíndrico de diámetro  $13 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  y espesor  $6,3 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ .

Estos dos tipos no necesariamente dan los mismos valores de deformación por compresión, y la comparación de los resultados obtenidos usando probetas de diferentes tamaños debe ser evitado.

Las probetas tipo A son preferidas para ensayos de elastómeros con baja deformación por compresión, a causa de la mayor exactitud alcanzable usando esas probetas mas grandes. Las probetas tipo B son preferidas cuando se requiere cortar las probetas de los productos. En este caso, las probetas se tomaran tan cerca del centro del producto como sea posible, a menos que se especifique otra cosa.

## **5.2 Preparación**

Las probetas serán preparadas por moldeo de cada disco, cuando sea posible. La preparación por corte de cada disco o por laminación se permite no más de 3 discos.

El corte se realizará acorde con ISO 4661-1.

Las probetas laminadas conformaran con las dimensiones especificadas en 5.1 y 6 serán preparadas laminando discos o corte de elastómero a partir de placas sin adhesivos.

## **5.3 Mediciones de espesor**

## **5.4 Número**

## **5.5 Tiempo-intervalo entre la vulcanización y el ensayo**

## **5.6 Acondicionamiento**

## **6 Condiciones de ensayo**

### **6.1 Duración del ensayo**

### **6.2 Temperatura del ensayo**

## **7 Procedimiento**

Se recomienda que el ensayo de resistencia al calor y de envejecimiento acelerado se realice en probetas preparadas y acondicionadas como se estipula por las pruebas de propiedad apropiadas, y no en productos completos o placas de muestra, y que sus formas sean tales que no se requieran tratamientos de calor o químicos, ni mecánicos después del envejecimiento.

Solamente probetas de dimensiones similares y que tengan aproximadamente las mismas áreas de exposición serán comparadas entre sí. El número de probetas estará en concordancia con la norma para los adecuados ensayos de propiedad. Las propiedades se medirán antes del calentamiento pero, cuando sea posible, el marcado se realizará después del calentamiento ya que algunas tintas de marcado pueden afectar el envejecimiento del elastómero.

Debe asegurarse que el marcado usado para identificar las probetas no se aplique en ninguna área crítica de la probeta y que no provoque daños en la probeta o desaparezca durante el calentamiento. Debe también asegurarse que las probetas tengan un buen acabado final y estén libres de daños y otros defectos.



## 7 Precisión

### 7.1 Generales

El programa de pruebas interlaboratorio (**PPI**) y los cálculos de precisión para expresar la repetibilidad y la reproducibilidad fueron llevados a cabo de acuerdo con ISO/TR 9272:1986, Elastómeros y productos de elastómeros- Determinación de la precisión para normas de métodos de ensayo. Consulte esto para nomenclatura y conceptos de precisión. El Anexo A da una guía del uso de los resultados de la repetibilidad y reproducibilidad.

### 7.2 Detalles de la precisión

**7.2.1** El PPI fue organizado en 1996 y los resultados analizados en 1997. Las probetas preparadas fueron enviadas a todos los laboratorios participantes utilizando cuatro compuestos (de tipo NR, NBR, EPDM y AEM). El envejecimiento se realizó por el método A y el método B.

El tiempo de envejecimiento fue de 148 h para todos los compuestos, a 70°C para los materiales de NR, 100°C para materiales de NBR, 125°C para materiales de EPDM y 150°C para materiales de AEM.

**7.2.2** Un total de 16 laboratorios participaron en este PPI. Once de los laboratorios realizaron el envejecimiento por el método A y diez laboratorios por el método B. Cinco de los laboratorios usaron ambos métodos A y B. En algunas de las pruebas llevadas a cabo después del envejecimiento, se perdieron valores de la data compilada y para esas pruebas se involucraron menos del número de esos laboratorios. El número real de cada prueba se lista en las tablas de precisión.

**7.2.3** La dureza fue medida acorde con ISO 48, método M, sobre capas de tres halterios antes y después del envejecimiento. Las tres propiedades de resistencia a la tracción fueron medidas acorde con NC 262 en cinco probetas antes y después del envejecimiento. Fueron empleadas probetas tipo 1 y tipo 2.

**7.2.4** Los parámetros de rendimiento para la dureza fue tomada como la diferencia en los valores de IRHD antes y después del envejecimiento. Los parámetros de rendimiento para las tres propiedades de fortaleza a la tensión fueron tomadas como el cambio en porcentaje en cada propiedad durante el envejecimiento.

**7.2.5** La precisión en este PPI es de tipo 1, o sea, probetas completamente preparadas fueron suministradas a todos los laboratorios. La precisión es también de período de tiempo intermedio o término intermedio, con un tiempo de 2 a 3 semanas entre las dos determinaciones de réplicas. Esto es en distinción a lo más usual de réplicas del día 1 al día 2 con unos pocos días entre las determinaciones.

Los símbolos utilizados en las tablas se definen como sigue:

r - repetibilidad (en unidades de medición);

(r)- repetibilidad (en por ciento del promedio);

R- reproducibilidad (en unidades de medición);

(R)- reproducibilidad (en por ciento del promedio);

(r) y (R) han sido solamente calculados para todos los materiales juntos.

### 7.3 Resultados de la precisión

**7.3.1** Los resultados de la precisión son dados de la tabla 1 a la tabla 4 para el método A (baja velocidad del aire) y en las tablas 5 a la 8 para el método B (alta velocidad del aire). En estas tablas, no se dan valores de la precisión relativa ( r ) y ( R ) para los materiales individuales porque muchos de los valores promedios de los parámetros de rendimiento son cercanos a cero y esto da valores muy grandes de ( r ) y ( R ) que tienen poco significado. Las tablas dan un valor promedio (similar pero no igual a un valor agrupado) para los cuatro materiales de conjunto. Estas medias totales son útiles en la comparación de la precisión relativa de los cuatro tipos de prueba desarrollados. La precisión relativa para estas medias totales facilita la comparación de los dos métodos (A y B).

**7.3.2** Revisando las tablas, se observa que hay solamente una pequeña diferencia entre la repetibilidad r y la reproducibilidad R, y en varios casos las dos son iguales. Este fenómeno ha sido observado en ensayos de precisión anteriores de envejecimiento ISO 188. esto demuestra que un componente muy grande de la variación observada en este tipo de ensayo no es debido a diferencia entre laboratorios, sino que es debido a alguna fuente de variación inherente que es tan probable que ocurra en base a “dentro” de un laboratorio como “entre” laboratorios. Esta fuente desconocida se vincula con el proceso de envejecimiento.

**Tabla 1 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en Dureza (IRHD)  
(Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		%	r	(r)	R	
<b>NR</b>	3,1	3,10		3,63		11
<b>NBR</b>	4,4	2,08		3,68		11
<b>EPDM</b>	22,0	5,50		10,30		11
<b>AEM</b>	3,9	6,78		7,78		11
<b>Promedio</b>	8,3	4,4		6,3		
<b>Precisión relativa</b>			53		76	

**Tabla 2 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en la resistencia a la tracción (Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		r	(r)	R	(R)	
NR	-8,7	8,43		9,34		11
NBR	6,6	9,26		11,83		11
EPDM	4,1	8,24		14,92		11
AEM	-9,3	8,13		10,71		11
Promedio	-1,8	8,5		11,7		
Precisión relativa			472		650	

**Tabla 3 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en el esfuerzo al 100% de alargamiento (Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		r	(r)	R	(R)	
NR	25,2		13,4	16,0		10
NBR	38,4		26,8	26,8		10
EPDM	247,1		78,9	135,3		10
AEM	0,4		15,4	22,7		10
Promedio	77,7		33,6	50,2		
Precisión relativa		43			65	

**Tabla 4 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en % del alargamiento a rotura (Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		r	(r)	R	(R)	
NR	-13,3	10,36		10,36		10
NBR	-17,7	14,00		14,00		10
EPDM	-66,5	4,85		7,44		10
AEM	0,8	7,72		17,12		10
Promedio	-24,2	9,2		12,2		
Precisión relativa			38		50	

**Tabla 5 — Precisión del envejecimiento a partir del cambio en Dureza (IRHD)  
(Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		%	r	(r)	R	
NR	4,1	5,14		5,14		10
NBR	8,7	3,20		5,29		10
EPDM	35,9	3,89		9,67		10
AEM	8,0	5,04		8,00		10
Promedio	14,2	4,3		7,0		
Precisión relativa			30		49	

**Tabla 6 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en la resistencia a la tracción (Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		%	r	(r)	R	
NR	-8,5	7,07		9,23		10
NBR	12,3	12,88		12,88		10
EPDM	7,9	11,88		11,88		10
AEM	-14,4	8,93		10,73		10
Promedio	1,8	10,2		11,2		
Precisión relativa			567		622	

**Tabla 7 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en el esfuerzo al 100% de alargamiento (Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		%	r	(r)	R	
NR	24,3	10,3		14,0		10
NBR	54,4	25,0		26,7		10
EPDM	3921	62,5		194,0		10
AEM	19,3	12,0		14,1		10
Promedio	122,5	27,4		62,2		
Precisión relativa			22		51	

**Tabla 8 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en % de alargamiento a rotura (Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		r	(r)	R	(R)	
<b>NR</b>	-14,8	6,86		9,65		10
<b>NBR</b>	-19,3	9,41		13,14		10
<b>EPDM</b>	-73,0	5,76		8,89		10
<b>AEM</b>	-3,3	9,39		11,80		10
<b>Promedio</b>	-27,6	7,9		10,9		
<b>Precisión relativa</b>			29		39	

## 8 Informe del ensayo

El informe del ensayo debe contener la información siguiente:

- a) Referencia a esta norma
- b) Detalles de la muestra:
  - 1) Descripción completa de la muestra y su origen,
  - 2) Detalles del compuesto y su condición de cura, si se conoce,
  - 3) El intervalo de tiempo entre la vulcanización y el ensayo,
  - 4) El método empleado para preparar las probetas (ej., moldeo, corte de la muestra) y la localización de las probetas en la muestra,
- c) Detalles del envejecimiento:
  - 1) El método y el tipo de estufa utilizado,
  - 2) Si se realizó un ensayo de envejecimiento acelerado o de resistencia al calor,
  - 3) Las propiedades determinadas y el tipo de probeta usada,
  - 4) La temperatura y duración del envejecimiento,
  - 5) Cualquiera condición y operación de ensayo no especificada en esta norma o considerada como opcional, tan bien como cualquier incidente que pueda haber afectado los resultados;
- d) Los resultados del ensayo:
  - 1) El número de probetas usadas,
  - 2) Los valores individuales antes y después del envejecimiento, expresados de acuerdo con la norma para los ensayos de propiedad apropiados,
  - 3) Los cambios en los valores de las propiedad, expresados como un porcentaje o, para la dureza, como la diferencia entre los valores;
- e) Fecha del ensayo.

**Anexo A**  
(informativo)

**Guía para el uso de los resultados de precisión**

**A.1** El procedimiento general para el uso de los resultados de precisión es como sigue, con el símbolo  $|x_1 - x_2|$  designando una diferencia positiva en cualquiera de los dos valores de medición (sin considerar el signo).

**A.2** Entre a la tabla de precisión apropiada (para cualquier parámetro de prueba que sea considerado) a un valor promedio (del parámetro medido) más cercano al promedio de la data de "prueba" bajo consideración. Esta línea aportará el aplicable valor de  $r$ , ( $r$ ),  $R$  o ( $R$ ) para usar en el proceso de decisión.

**A.3** Con estos valores de  $r$  y ( $r$ ), las siguientes declaraciones generales de repetibilidad pueden ser usadas para tomar decisiones.

**A.3.1** Para una diferencia absoluta: La diferencia  $|x_1 - x_2|$  entre dos (valores) promedios de prueba, hallados en muestras de material nominalmente idénticos bajo operación correcta y normal del procedimiento de ensayo, excederá la repetibilidad tabulada  $r$  como promedio no más de una vez en 20 casos.

**A.3.2** Para una diferencia en porcentaje entre dos (valores) promedios de prueba: La diferencia en porcentaje

$$\left[ |x_1 - x_2| / (x_1 + x_2) / 2 \right] \times 100$$

entre los dos valores de prueba, hallados en muestras de material nominalmente idénticos bajo operación correcta y normal del procedimiento de ensayo, excederá la repetibilidad tabulada  $r$  como promedio no más de una vez en 20 casos.

**A.4** Con estos valores de  $R$  y ( $R$ ), las siguientes declaraciones generales de reproducibilidad pueden ser usadas para tomar decisiones.

**A.4.1** Para una diferencia absoluta: La diferencia  $|x_1 - x_2|$  entre dos (valores) promedios de prueba medidos independientemente, hallados en dos laboratorios usando procedimientos correctos y normales en muestras de material nominalmente idénticos, excederá la reproducibilidad tabulada  $R$  como promedio no más de una vez en 20 casos.

**A.4.2** Para una diferencia en porcentaje entre dos (valores) promedios de prueba: La diferencia en porcentaje

$$\left[ |x_1 - x_2| / (x_1 + x_2) / 2 \right] \times 100$$

entre dos (valores) promedios de prueba medidos independientemente, hallados en dos laboratorios usando procedimientos correctos y normales en muestras de material nominalmente idénticos, excederá la reproducibilidad tabulada ( $R$ ) como promedio no más de una vez en 20 casos.