

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 2528: 2010  
(Publicada por la ISO en 1995)

---

**MATERIALES EN LÁMINA — DETERMINACIÓN DE LA  
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN AL VAPOR DE AGUA —  
MÉTODO GRAVIMÉTRICO (DE LA CÁPSULA)  
(ISO 2528:1995, IDT)**

Sheet materials — Determination of water vapour transmission rate —  
Gravimetric (dish) method

---

ICS: 85.060

1. Edición      Mayo 2010  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

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



Cuban National Bureau of Standards

## NC- ISO 2528: 2010

### Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados 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 por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 5 de Envases y Embalajes, integrado por las entidades siguientes:
  - Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia
  - Oficina Nacional de Normalización
  - Ministerio de la Agricultura
  - Ministerio de la Industria Alimenticia
  - Centro Nacional de Inspección y Control de la Calidad
  - Unión Textil
  - Grupo Industrial Empaque
  - Empresa Industrial de Alimentos de la Pesca
  - Grupo Empresarial Cemento-Vidrio
  - Grupo Empresarial del Papel
  - Empresa Plinex
  - Empresa de Envases Occidente
  - EMI Cmdte. Ernesto Che Guevara
- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la norma internacional *ISO 2528: 1995 Sheet materials — Determination of water vapour transmission rate — Gravimetric (dish) method*
- Sustituye a la NC 97- 92: 1987 Envases y Embalajes. Determinación del coeficiente de transmisión de vapor de agua de materiales flexibles por el método gravimétrico. Método de ensayo.
- Consta de los anexos A, B y C.

#### © NC, 2010

**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.**

## 0 Introducción

Esta norma describe un método que puede aplicarse, en teoría, a cualquier material en forma de hoja. En la práctica, su empleo principal es en forma de materiales planos, generalmente, delgados que pueden procesarse para formar una barrera resistente al vapor, como la que se emplea en embalaje; por ejemplo, de papel, cartón, películas de materiales plásticos o laminados de papel recubiertos con hojas de materiales plásticos o metálicas y para tejidos recubiertos de elastómeros o plásticos.

El diferencial de presión de vapor de agua es la parte esencial de este ensayo y, en este sentido, no es posible adoptar las condiciones recomendadas en la norma ISO 554 *Atmosferas normales para acondicionamiento o ensayo. Especificaciones*. Además, los límites de control de la temperatura y la humedad son más precisos que los requeridos para el ensayo normal.

Este ensayo está destinado a la obtención de valores reales de la velocidad de transmisión del vapor de agua (VTVA) mediante un aparato simple. Sin embargo, el empleo de los resultados en cualquier aplicación particular debe basarse en la experiencia existente.

La velocidad de transmisión no es función lineal de la temperatura ni, generalmente, de la diferencia de humedad relativa. Por lo tanto, una determinación que se lleve a cabo en ciertas condiciones no tiene que ser, necesariamente, comparable con otra llevada a cabo en otras condiciones. Las condiciones del ensayo deberían ser lo más próximas posible a las condiciones de uso.

## MATERIALES EN LÁMINA — DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN AL VAPOR DE AGUA — MÉTODO GRAVIMÉTRICO (DE LA CÁPSULA)

### 1 Objeto

Esta norma establece un método para la determinación de la velocidad de transmisión de vapor de agua (erróneamente llamado con frecuencia “permeabilidad” de materiales en láminas.

Este método no se recomienda si la velocidad de transmisión esperada es menor que 1 g/(m<sup>2</sup>.d), ni para materiales con espesor mayor de 3 mm. En tales casos se prefiere el método especificado en ISO 9932.

El método no es aplicable a películas que son dañadas por la cera caliente o que contraen en una extensión apreciable bajo las condiciones de ensayo utilizadas.

Para algunos propósitos pudiera ser necesario determinar la velocidad de transmisión de material con dobleces, en este caso ver el Anexo A.

### 2 Referencias normativas

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma. En el momento de la publicación, las ediciones indicadas estaban en vigor. Todas las normas están sujetas a revisión, por lo que las partes que bases sus acuerdos en esta norma en esta norma deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de la IEC y la ISO poseen registros de las normas internacionales en vigor en todo momento.

NC-ISO 186:1999 Papel y Cartón — Toma de muestras para la calidad media.

NC-ISO 187:1999 Papel, cartón y pulpas — Atmósfera normal de acondicionamiento y ensayo y procedimiento para controlar la atmósfera y el acondicionamiento de muestras.

ISO 209-1:2007 Aluminio forjado y sus aleaciones — Composición química y formas de productos – Parte 1: Composición química.

NC-ISO 291: 2006 Plásticos — Atmósferas normalizadas para acondicionamiento y ensayo.

NC-ISO 471: 2005 Elastómeros — Temperaturas, humedades y duraciones para el acondicionamiento y ensayos.

ISO 2231: 1989, Goma o tejidos recubiertos de plásticos — Atmósferas normalizadas para acondicionamiento y ensayo.

ISO 2233 Envases y embalajes — Embalajes de expedición completos y llenos y unidades de carga — Acondicionamientos para ensayos.

ISO 9932: 1990 Papel y cartón — Determinación de la velocidad de transmisión de vapor de agua de materiales en hojas — Métodos de barrido dinámico y estático de gas.

### 3 Definición

Para los fines de esta norma se aplica la siguiente definición:

**3.1 Velocidad de la transmisión de vapor de agua (VTVA):** Masa de vapor de agua que atraviesa la unidad de superficie de un material dado, en un tiempo determinado, bajo condiciones especificadas de temperatura y humedad relativa.

Se expresa en gramos por metro cuadrado por 24 horas ( $\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ )

**NOTA 1:** La velocidad de transmisión de vapor de agua depende del espesor, composición y permeabilidad del material constituyente o materiales y de las condiciones de temperatura y humedad relativa bajo las cuales la prueba se lleva a cabo (Ver Anexo B).

### 4 Principio

Se colocan cápsulas conteniendo un desecante, tapadas con el material de ensayo, en una cámara a temperatura y humedad relativa controladas (véase Anexo B). Estas cápsulas se pesan a intervalos de tiempo determinados y la velocidad transmisión de vapor de agua (VTVA) se determina a partir del incremento en masa, cuando este incremento se hace proporcional al intervalo de tiempo.

### 5 Aparatos y materiales

La figura 1 muestra ejemplos del equipamiento el cual ha sido probado satisfactoriamente, pero otro equipo puede ser igualmente satisfactorio.

**5.1 Cápsulas de prueba:** cápsulas poco profundas de vidrio, aluminio o acero inoxidable con un diámetro que pueda ser acomodado en la balanza. Las cápsulas deben ser ligeras, pero rígidas y resistentes a la corrosión bajo las condiciones de ensayo. Se recomiendan cápsulas hechas de aluminio grado 99,5 como se especifica en la norma ISO 209-1 y protegida de la oxidación química o anódica.

Cada cápsula tiene una hendidura alrededor del borde para sellar la probeta con cera y delimitar exactamente la superficie de ensayo. Esta hendidura tiene un perfil tal que la probeta de ensayo puede ser sellada encima de la abertura de la cápsula y el vapor de agua no pueda escaparse, ni tampoco a través de los bordes de la probeta. Otro diseño del borde de la cápsula debe permitir las mismas exigencias en cuanto a la hermeticidad que brinda la parafina anteriormente expresada.

El diámetro interno de la cápsula debe ser igual o ligeramente mayor que el diámetro de las plantillas para encerado (5.3).

La profundidad interior de la cápsula por debajo de la probeta de ensayo no debe ser menor de 15 mm (cápsula profunda) u 8 mm, (cápsula poco profunda). No debe haber obstrucción en la cápsula que pueda interferir con el flujo de vapor de agua entre la probeta de ensayo y el desecante.

El área de la superficie del fondo de la cápsula la cual es llenada con el desecante debe ser similar a la expuesta por la probeta de ensayo.

A cada cápsula se le asignará un número diferente.

**5.2 Tapas:** que se utilizan para impedir la transmisión de vapor de agua cuando las cápsulas se extraen de las condiciones de ensayo para ser pesadas, deben corresponder con su respectiva cápsula debiendo ambas (cápsula y tapa) tener la misma enumeración y estar fabricadas con el mismo material.

**5.3 Plantillas para parafinar:** son para colocar el sellante fácilmente y permitir que sea definida exactamente el área de ensayo.

Su diámetro  $D$ , debe preferiblemente tener  $79,8 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$  (un área de  $50 \text{ cm}^2$ ).

Si se usa otro diámetro debe declararse en el informe, pero nunca menor de  $56,1 \text{ mm}$ . En cualquier caso, el diámetro no debe ser inferior a  $56,1 \text{ mm}$  y debe conocerse con una exactitud mejor del 1%.

Estas plantillas pueden ser:

**a) plantillas con anillo cruzado:** las cuales se mantienen en su lugar durante el ensayo y su diámetro,  $D$ , interno es el diámetro interno del anillo. Se requieren tantas plantillas como cápsulas; o

**b) plantillas cubiertas:** las cuales deben quitarse cuando la cera aplicada se enfríe; se componen de un disco con una agarradera central, taladradas con un huequito en un punto apropiado (ver figura 1), teniendo el borde chanfleado a un ángulo de  $45^\circ$  aproximadamente. Su diámetro  $D$ , es el diámetro de este círculo más pequeño.

Pueden fijarse pequeñas guías a la plantilla para centrarla de forma automática. Son suficientes unas cuantas plantillas.

**5.4 Sellante:** mezcla de parafina (ver Anexo C) que se usan para adherir fuertemente la probeta con la cápsula, la cual se requiere que no sea higroscópica, quebradiza y susceptible a la oxidación.

Una superficie de  $50 \text{ cm}^2$  de cera fresca fundida, expuesta durante 24 h a la condición B del ensayo (véase Anexo B), no tendrá una variación de masa mayor de 1 mg.

**5.5 Baño de agua:** para derretir la cera.

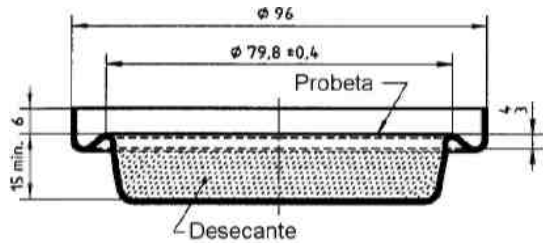
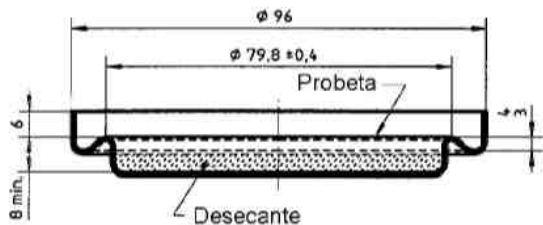
**5.6 Dispositivo para distribuir la cera:** de, al menos, 25 ml de capacidad y de descarga rápida, como por ejemplo, una pipeta con un tubo de descarga de 3 mm de diámetro interno, un embudo metálico con un asa aislada o un vertidor de metal de descarga rápida.

**5.7 Plantilla de corte o cuchilla para las probetas:** de un tamaño adecuado para cortar probetas circulares de un diámetro adecuado a las cápsulas que se van a emplear (véase la figura 1). Este diámetro es ligeramente inferior al diámetro interior de la parte superior de la cápsula (véase la figura 2).

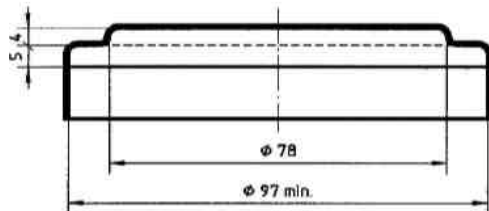
**5.8 Desecante:** gel de sílice o cloruro cálcico anhidro ( $\text{CaCl}_2$ ), en forma de gránulos de un tamaño comprendido entre 1,6 mm y 4 mm, o, en forma de escamas fácilmente desmenuzables de un tamaño comprendido entre 1,5 mm y 2,0 mm.

**NOTA 2:** El límite de saturación de 1 g de cloruro de calcio es 0,1 g de agua. El límite de saturación de 1 g de **sílica** gel es 0,04 g de agua.

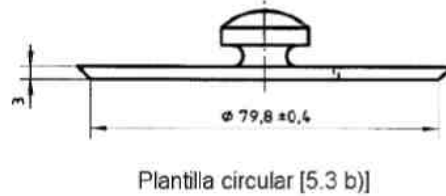
## Dimensiones en milímetros

Cápsula honda (5.1) para materiales con un índice de transmisión superior a  $100\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ , (forma de nido)

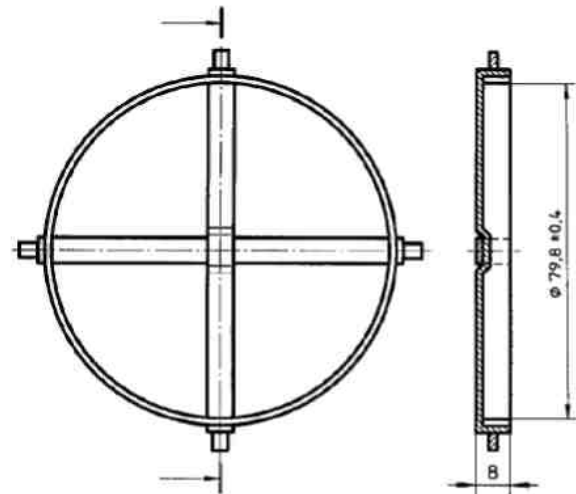
Cápsula plana (5.1) para materiales con un índice de transmisión normal



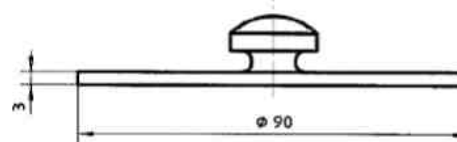
Tapa (5.2) ajustable al borde exterior de la cápsula



Plantilla circular [5.3 b)]



Plantilla anular [5.3 a)]



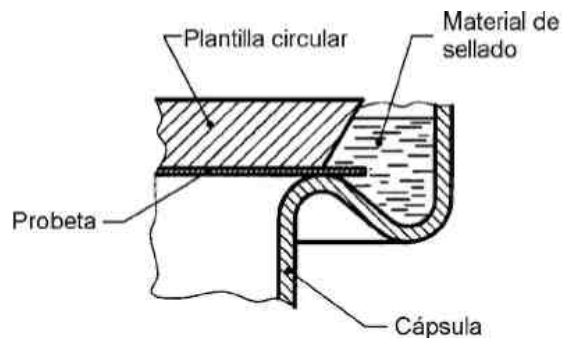
Plantilla de corte (5.7)

## NOTAS

1 Las medidas indicadas se refieren a un área de ensayo de  $50\text{ cm}^2$ . Los valores para cápsulas y tapas son los correspondientes a las medidas interiores, excepto el diámetro total de las cápsulas que es una medida exterior.

2 Únicamente deben respetarse estrictamente las dimensiones de  $79,8\text{ mm} \pm 0,4\text{ mm}$ ; el resto, son dimensiones aproximadas.

Figura 1 — Ejemplos de cápsulas y plantillas



**Figura 2 — Detalle del sellado de la probeta**

**5.9 Balanza:** para la determinación de la masa de cada cápsula (incluyendo la tapa) junto con su contenido, con una aproximación de 0,1 mg.

**5.10 Pinzas:** agarraderas u otro medio de manipular las cápsulas.

**5.11 Cámara climática:** con temperatura y humedad relativa regulable a las condiciones fijadas para el ensayo (véase Anexo B) y que deben ser controladas continuamente o preferiblemente registradas. Las variaciones de temperatura estarán limitadas a  $\pm 1$  °C y las de humedad relativa a  $\pm 2$  %. La velocidad de circulación del aire dentro del recinto se mantendrá entre 0,5 y 2,5 m/s (30 y 50 m/min.)

El dispositivo de regulación será tal que las condiciones fijadas se restablezcan como máximo 15 min. después de cerrada la puerta del recinto. (hasta aquí como ISO) Esta se mantendrá abierta el menor tiempo posible, sobre todo cuando se trabaja con materiales que tengan velocidades de transmisión al vapor de agua elevados.

## 6 Muestreo

Si se va a evaluar un lote de papel, seleccione las muestras de acuerdo a la norma ISO 186.

## 7 Acondicionamiento

Se recomienda que las muestras se acondicionen conforme a la ISO 187, ISO291, ISO 25329, o ISO 2231 dependiendo del material, antes de preparar las muestras de ensayo, especialmente si se conoce que la VTVA es muy elevada.

## 8 Preparación de las muestras de ensayo

Elimine las áreas dañadas. Corte de la muestra con una plantilla (5.7) tres probetas como mínimo de un diámetro que normalmente es 90 mm (véase figura 1), para cada cara a ensayar. Marque de alguna forma la cara de la probeta expuesta a la atmósfera de ensayo.

Si el material es higroscópico o si se requiere trabajar con mayor precisión (ver 10.2) deben emplearse además 2 probetas como testigo.



**NOTA 3:** Si el material objeto de ensayo ha sido fabricado por un proceso que incluye solventes, el resultado se puede afectar por presencia de solvente residual en la muestra de ensayo. Si dichas muestras fueran tratadas para remover el solvente residual, debe señalarse en el informe final.

## 9 Preparación de las cápsulas

El método de preparación de las cápsulas difiere ligeramente de acuerdo si la forma empleada es una plantilla cubierta o de anillo.

Siempre limpie cuidadosamente y seque las cápsulas y las plantillas.

Se introduce el desecante (5.8) en la cápsula (5.1), ponga a continuación la probeta de ensayo en la cápsula con la cara a probar hacia arriba y encima la plantilla para encerado (5.3) y haga un buen sello de cera entre la probeta y la cápsula. Esta operación debe hacerse con rapidez para mantener de forma de mantener la absorción de agua por el desecante a un mínimo.

**ADVERTENCIA - Debería tenerse cuidado cuando se maneje la parafina caliente, ya que pueden producirse quemaduras serias si la parafina salpica o se derrama. Debería utilizarse la ropa de protección necesaria; como por ejemplo, guantes, gafas, etc.**

### 9.1 Uso de la parafina y de la plantilla cubierta [5.3 b)]

Se llena cada cápsula con el desecante hasta que cubra entre 3 mm y 4 mm por debajo de la probeta, nivelando el contenido mediante un ligero movimiento.

Se funde la parafina (5.4) en un baño de agua (5.5) y se vierte en la hendidura de la cápsula (5.6).

Se coloca la probeta (capítulo 8) en position central, seguida de la plantilla. Se vierte la parafina fundida en la hendidura hasta que alcanza el nivel de la superficie superior de la plantilla y, una vez enfriada, se completa el sellado eliminando burbujas de aire y pequeñas grietas que hayan podido producirse, pasando una pequeña llama de gas. Puede pasarse una espátula caliente sobre la parafina para ayudar a este proceso, de tal forma que se reduzcan las grietas que pudieran haberse originado durante el enfriamiento.

Se retira la plantilla y se examina el conjunto para tener la certeza de que el sellado es satisfactorio. Para asegurarse de que la plantilla para parafinar se retira fácilmente, se aconseja untar una fina capa de vaselina alrededor del borde, eliminando cualquier exceso de parafina que pudiera contaminar la probeta.

Se cubre el conjunto de la cápsula y la probeta con una tapa (5.2) numerada con el mismo número de la cápsula correspondiente.

### 9.2 Uso de la parafina y de la plantilla anular [5.3 a)]

Se llena cada cápsula con el desecante hasta que cubra entre 3 mm y 4 mm por debajo de la probeta, nivelando el contenido mediante un ligero movimiento. Se funde la parafina (5.4) en un baño de agua (5.5) y se vierte en la hendidura de la cápsula (5.6) hasta que se produce un ligero menisco sobre el borde interior de la hendidura.

Se coloca la probeta (capítulo 8), en el centra de la cápsula, seguida de la plantilla anular y se carga con una pesa de 1 kg.

Se vierte mas parafina dentro del espacio anular así formado y, una vez enfriada, se completa el sellado, eliminando las burbujas de aire y pequeñas grietas que hayan podido producirse, pasando una pequeña llama de gas. Puede pasarse una espátula caliente sobre la parafina para ayudar a este proceso, de tal forma que se reduzcan las grietas que pudieran haberse originado durante el enfriamiento. Se retira la pesa y se deja el anillo en su position.

Se cubre el conjunto de la cápsula y la probeta con una tapa (5.2) numerada con el mismo número de la cápsula correspondiente.

## **10 Procedimiento**

### **10.1 Método general**

**10.1.1** Se pesan en la balanza (5.9) todas las cápsulas, con sus tapas, con una aproximación de 0,1 mg.

**10.1.2** Se colocan dentro de la cámara climática (5.11), controlada en las condiciones de ensayo (véase el anexo B), después de retirar las tapas.

**10.1.3** Se realizan sucesivas pesadas de las cápsulas, con sus tapas, a intervalos apropiados de tiempo.

Estas pesadas se efectuarán de la siguiente manera:

Se retiran las cápsulas de la cámara climática, con unas pinzas (5.10) y se tapan y dejarlas durante 15 min a temperatura ambiente. Se pesan con una precisión de 0,1 mg y se vuelven a colocar en las condiciones de ensayo, una vez retiradas las tapas.

Se tendrá cuidado de trabajar rápidamente, tomando las cápsulas en pequeños grupos, siempre conteniendo el mismo número, de tal forma que la operación total de pesada siempre consuma el mismo tiempo (que no exceda de 30 min).

También es posible efectuar las determinaciones sin emplear tapas, pero en este caso, es aconsejable efectuar un ensayo en blanco (véase el apartado 10.2) y el transporte y enfriamiento de la cápsula debe efectuarse en un desecador que contenga cloruro de calcio.

El intervalo de tiempo entre las pesadas será de 24; 48 ó 96 h, pero para materiales con velocidades de transmisión altos, los intervalos pueden ser más cortos (3; 4 u 8 h). La selección del intervalo de tiempo depende de la velocidad de transmisión de la película que se va a ensayar. La ganancia de masa entre dos pesadas sucesivas será al menos de 5 mg. Esta selección se hará al comienzo del ensayo.

Si la primera pesada muestra una ganancia de masa muy grande o muy pequeña, el intervalo de tiempo consecuente será modificado.

**10.1.4** Se continúan las pesadas hasta que el incremento en masa por unidad de tiempo de exposición en la atmósfera seleccionada, difiera solamente en 5 % en dos pesadas sucesivas.

**10.1.5** El ensayo será completado antes de que la eficiencia del desecante se reduzca apreciablemente. (En la práctica, el incremento total en masa no debe exceder a 1,2 mg en cápsulas poco profundas y 3,2 en las profundas).

## 10.2 Ensayo en blanco

Si la muestra a ensayar posee baja transmisión al vapor de agua y un espesor considerable, como es el caso del cartoncillo recubierto con polietileno, plásticos o elastómeros; o es apreciablemente higroscópico, es aconsejable efectuar dos o más ensayos en blanco. Este ensayo en blanco, se efectúa de forma idéntica a la descrita, pero sin desecante; junto con los tres conjuntos del ensayo normal. Todas las masas medidas se corrigen en cada intervalo de tiempo restando la variación de masa media en los conjuntos del ensayo en blanco, sometidos al mismo tratamiento.

## 10.3 Hojas dobladas

El Anexo A muestra un método para determinar la VTVA en hojas dobladas.

## 11 Expresión de los resultados

**11.1** Métodos para los cálculos. La velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA), se calcula mediante los métodos descritos en 11.1.1 o 11.1.2.

**11.1.1** Para cada cápsula, se representa gráficamente el incremento total en masa como función del tiempo de exposición, completándose el ensayo cuando tres o cuatro puntos sucesivos forman una línea recta (ver 10.1.4), lo que indica una proporción constante de paso de vapor de agua.

Utilizando esta línea recta, el VTVA, para cada cápsula, se calcula, en gramos por metro cuadrado por 24 h, por la fórmula:

$$\frac{240 \times m_1}{S}$$

Donde:

$m_1$  es la velocidad de incremento en masa por unidad de tiempo (mg/h) determinado a partir del gráfico,

$S$  es el área de la superficie ensayada de la probeta (normalmente 50 cm<sup>2</sup>),

**11.1.2** Si las pesadas se realizan a intervalos idénticos de tiempo, es posible calcular la velocidad de transmisión de vapor de agua para cada cápsula directamente a partir de los resultados, sin trazar un gráfico, utilizando la fórmula de (11.1.1) pero sustituyendo  $m_2/t$  en lugar de  $m_1$ :

$$\frac{240 \times m_2}{S \times t}$$

Donde:

$t$  duración total en horas, de los dos últimos períodos totales de exposición (ver 10.1.4)

$m_2$  incremento en masa, durante el tiempo  $t$ , en miligramos.

**11.2** Para varias probetas de la misma muestra del material que se ensaya, y para la misma cara, se calcula la media aritmética de los resultados obtenidos mediante 11.1 ó 11.2.

**11.3** Se anota el valor medio de la VTVA redondeando:

- los valores mayores que 100 g/(m<sup>2</sup>.d): se aproximan hasta 10 g/(m<sup>2</sup> .d)
- los valores comprendidos entre 10 g/(m<sup>2</sup> .d) y 100 g/(m<sup>2</sup> .d): se aproxima al número entero más próximo
- los valores menores que 10 g/(m<sup>2</sup>.d): se aproximan hasta el primer lugar decimal.

## **12 Precisión**

No hay suficientes datos disponibles para permitir hacer cualquier aseveración para tener en cuenta la repetitividad y la reproducibilidad.

## **13 Informe del ensayo**

En el informe se incluirán los datos siguientes:

- a) Referencia a esta norma;
- b) Todos los detalles necesarios para la identificación del material de ensayo, en particular, gramaje, espesor (si se requiere) y la identificación de la cara exterior durante los ensayos;
- c) Profundidad de la cápsula;
- d) Condiciones de ensayo (ver Anexo B);
- e) Tipo de desecante empleado;
- f) la media aritmética, si la diferencia entre dos resultados individuales de la VTVA no es superior al 10% del valor medio; o, en caso contrario, los resultados individual de la VTVA (ver capítulo 11);
- g) Si el ensayo se ha llevado a cabo con probetas con pliegues de acuerdo con el anexo A;
- h) Cualquier información que pueda ayudar a la interpretación de los resultados; por ejemplo, el tratamiento de eliminación del disolvente residual;
- i) Fecha de ejecución del ensayo;
- j) Nombre del analista.

## Anexo A (normativo)

### Método para determinar la velocidad de transmisión al vapor de agua de materiales doblados o plegados

#### A.1 General

Si se requiere la velocidad de transmisión al vapor de agua de un material doblado, el doblez o pliegue se debe realizar empleando uno de los procedimientos recomendados en este anexo.

#### A.2 Definiciones

Para el propósito de este Anexo en la ISO 2528 se aplican las siguientes definiciones:

**A.2.1 velocidad de transmisión de la lámina doblada:** Velocidad de transmisión, expresada en gramos por metro cuadrado por 24 horas, medido a una probeta de ensayo cortada después que la lámina ha sido doblada de forma normada y después que la lámina se ha restaurado a la condición de superficie plana.

**A.2.2 velocidad de transmisión de dobleces:** Diferencia entre el coeficiente de transmisión de la lámina doblada y la velocidad de transmisión de la lámina sin dobleces, ambos expresados en gramos por metro cuadrado por 24 horas, se expresa en gramos por 100 metros lineales (de dobleces) por 24 h. [g/(100 m.d)].

#### A.3 Principio

Se corta una probeta y se dobla para dar una doble serie de pliegues o dobleces en forma de acordeón, formando un patrón de cuadrados, con dobleces en ángulo recto.

El espaciamiento del patrón de cuadrados es tal que, en la probeta de ensayo final, el valor de la longitud total de los dobleces, en centímetros, localizados dentro del área S es el mismo número que el área, en centímetros cuadrados. Por ejemplo, la longitud total de los dobleces es 50 cm cuando el área de ensayo es 50 cm<sup>2</sup>

La probeta de ensayo se corta y se coloca en la cápsula de forma tal que el centro de la cápsula circular está en el centro de uno de los cuadrados formado por los dobleces.

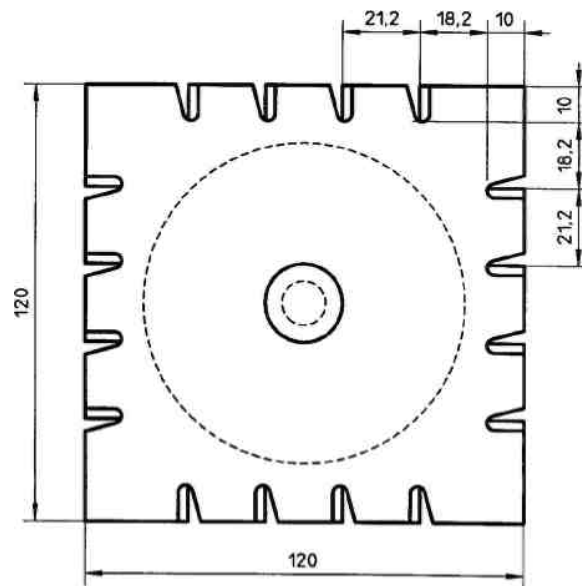
#### A.4 Aparato

**A.4.1** Tablero de doblado, en forma de plancha rectangular plana, donde el ancho es ligeramente mayor que la mayor dimensión de la probeta de ensayo.

**A.4.2** Plantilla de corte, de forma cuadrada y dimensiones de la probeta de ensayo antes de hacer los dobleces. Esta plantilla debe tener muescas que hagan posible marcar la posición de los dobleces (ver figura A1).

**A.4.3** Plancha presionadora, plancha rectangular plana y rígida, de una longitud alrededor de 175 mm y ancho 15 mm (Procedimiento A) o 30 mm (Procedimiento B), capaz de soportar una carga aplicada de 9,8 N por 10 mm de longitud doblada.

El doblado también se puede llevar a cabo empleando una presión apropiada.



Las medidas indicadas dan lugar a un área de ensayo de 50 cm<sup>2</sup>

**Figura A.1 — Ejemplo de plantilla de corte (A.4.2)**

**A.4.4** Plantilla de medir (o regla de madera) aproximadamente de 200 x 30 mm con bordes lisos rectos.

### **A.5 Preparación de las probetas de ensayo para doblarlas**

El número de piezas a preparar para el doblado es el mismo que el especificado en la cláusula 8 de esta norma.

Usando la plantilla (A.4.2) corte la probeta de ensayo de forma cuadrada y dimensiones de 120 x 120 mm si se aplicara el procedimiento A ó 170 x 170 mm si se aplicara el procedimiento B.

Si la hoja empleada tuviera una dirección particular (por ejemplo, la dirección máquina) el corte debe ser de forma tal que la dirección sea paralela a uno de los lados de la probeta de ensayo (a menos que se especifique que el corte debe hacerse diagonalmente, en tal caso debe haber un ángulo de 45° entre la dirección particular y el lado de la plantilla).

Si se usa una plantilla con muescas, marque cada doblez (con la muesca o lápiz) en la periferia de la probeta a doblar.

### **A.6 Acondicionamiento de las probetas antes del doblado**

Acondicione la probeta de ensayo en las condiciones usuales para el material, conforme a los requerimientos reportados en NC-ISO 187, NC-ISO 291, ISO 25329, o ISO 2231.

Si no hay ninguna recomendación particular, seleccione una de las normas mencionadas anteriormente.

## A.7 Doblado

### A.7.1 Espaciado de doblez y carga

El espaciado del patrón cuadrado (ver A.3) depende del área real de ensayo, S. (Cada lado cuadrado es de 21,2 mm para el área recomendada de 50 cm<sup>2</sup>).

La presión del doblez se lleva a cabo aplicando una carga de 9,8 N por 10 mm lineales de doblez, para un doblez sencillo o a varios dobleces al mismo tiempo.

### A.7.2 Plegado para hacer los dobleces

Los dobleces se pueden preparar de cualquier forma, no obstante se recomienda el procedimiento siguiente:

**A.7.2.1** Procedimiento A (120 x 120 mm de probeta de ensayo para un área de 50 cm<sup>2</sup>). Haga el primer pliegue doblando la probeta de ensayo por el par de marcas exteriores paralelas, coloque la regla (A.4.4) en la hoja y deslícela ligeramente hacia el primer doblez.

Abra la probeta de ensayo y haga el segundo, el tercero y cuarto doblez. Tenga cuidado al doblar la probeta de ensayo que cada 2 pliegues adyacentes abran en dirección opuesta (de manera tal de formar un acordeón).

Haga la segunda serie de dobleces llevando a cabo la misma operación, pero en dirección perpendicular a la primera.

**A.7.2.2** Procedimiento B (170 x 170 mm de probeta de ensayo para un área 50 cm<sup>2</sup>). Haga un acordeón de 8 rectángulos iguales de la forma siguiente:

a) haga un pliegue central, doblando la probeta de ensayo por el centro de forma que se superpongan sus lados paralelos y opuestos. Realice el doblez colocando la hoja en la mesa de doblado (A.4.1.). Coloque la regla (A.4.4) sobre la hoja doblada, verifique que los ángulos rectos opuestos de la hoja se superpongan exactamente, y los bordes y deslice la regla hacia el doblez.

b) Abra la probeta de ensayo, forme y haga el doblez a un cuarto de probeta llevando uno de los bordes de la probeta a coincidir con el doblez central ya realizado.

c) Haga el mismo doblez para el cuarto opuesto, estos 2 dobleces y el doblez central tienen su concavidad en el mismo lado de la hoja (ver figura A.2)

d) Abra la hoja y voltee el lado superior de la probeta hacia abajo.

e) Forme y haga los otros cuatro dobleces en acordeón colocando sucesivamente un borde de la probeta coincidiendo con el doblez del primer cuarto de hoja, el doblez del primer cuarto con el doblez del medio de la hoja, el doblez del medio con el doblez del tercer cuarto y el doblez del tercero con el borde de la probeta de ensayo (ver figura A.2).

Haga la segunda serie de dobleces llevando a cabo exactamente la misma operación, pero en dirección perpendicular a la primera.

### A.7.3 Presión de los pliegues

Los dobleces se pueden presionar doblar por doblar o presionando todos los dobleces simultáneamente.

En cualquier caso, coloque la probeta de ensayo en la mesa de doblado, y presione ésta alrededor de 30 s cubriendo el doblar o dobleces sistemáticamente con la plancha presionadora cargada con una carga de 9,8 N por 10 mm de doblar.

### A.8 Preparación de las probetas dobladas para el ensayo

Aplane las piezas dobladas y usando la plantilla de corte u otro medio disponible, corte de cada pieza de la probeta un círculo cuyo centro coincida con el centro del cuadrado central (formado por el procedimiento A) o un cuadrado adyacente al centro (procedimiento B) de la probeta de ensayo doblada.

### A.9 Determinación de la velocidad de transmisión de vapor de agua

Realizar la determinación del coeficiente de transmisión al vapor de agua mediante el método dado en la epígrafe 10 en ambas probetas de ensayo: las dobladas y las no dobladas.

### A.10 Expresión de los resultados

Tomando los 2 valores medios obtenidos (en las probetas de ensayo no dobladas y las dobladas) expresados en gramos por metro cuadrado por 24 h, calcule la diferencia, en gramos por 100 m por 24 h, el cual se nombra velocidad de transmisión de los dobleces.

Expresar los resultados dando

- la velocidad de transmisión de las probetas no dobladas y de aquellas dobladas, en gramos por metro cuadrado por 24 h ( $\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$ )
- la velocidad de transmisión de los dobleces, en gramos por 100 m por 24 h ( $\text{g}/100 \text{ m} \cdot \text{d}$ )

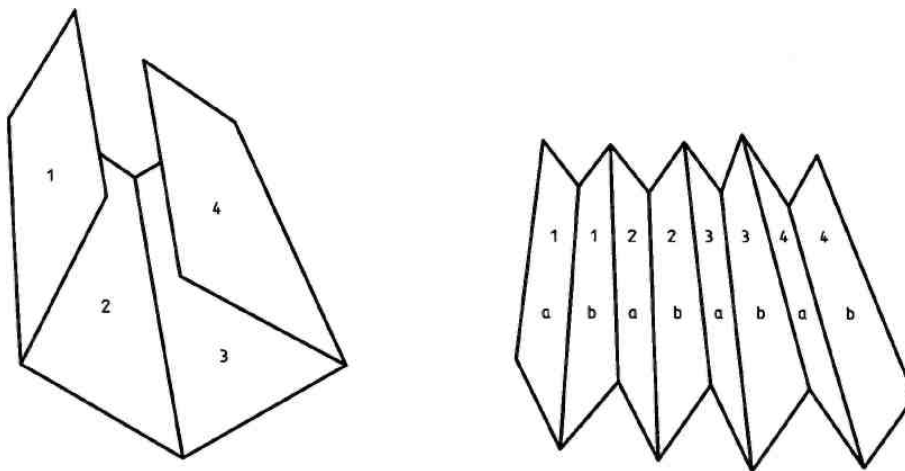


Figura A.2 — Realización de los pliegues (procedimiento B, apartado A.7.2.2)



**Anexo B**  
(normativo)

**Condiciones de ensayo**

Aunque otras condiciones atmosféricas pudieran requerirse para propósitos de pruebas especiales, ciertas temperaturas y humedades relativas normalizadas se han establecido para ensayos de papel y plásticos. Estas son:

<u>Condición</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Humedad Relativa (%)</u>
A	25 ± 1	90 ± 2
B	38 ± 1	90 ± 2
C	25 ± 1	75 ± 2
D	23 ± 1	85 ± 2
E	20 ± 1	85 ± 2

Las condiciones A y B pueden lograrse empleando solución saturada de nitrato de potasio. La condición C puede obtenerse usando solución saturada de cloruro de sodio. Las condiciones D y E pueden lograrse empleando solución saturada de cloruro de potasio

Para la determinación de la velocidad de transmisión de vapor de agua de materiales de envase bajo condiciones similares a las experimentadas durante el almacenamiento y la transportación, se recomienda las condiciones que aparecen en la norma NC 194.

**Anexo C**  
(informativo)

**Ceras sellantes**

La composición ceras recomendables para emplear como material sellante (epígrafe 9) son:

- a) 60 % de cera microcristalina y 40 % de parafina cristalina refinada
- b) 90 % de cera microcristalina y 10 % de plastificante
- c) 80 % de parafina y 20 % de poli isobutileno viscoso (grado de polimerización relativamente bajo)
- d) Mezcla de ceras con contenido de aceite 1,5 % a 3 %

Todas las combinaciones deben tener un punto de fusión en el rango entre 50 °C y 75 °C

Si la cera contiene trazas de agua, puede eliminarse mediante agitación y calentamiento entre 105 °C y 110 °C

El contenido de aceite de la cera microcristalina debe estar por debajo de 3 % y en el caso de la parafina refinada por debajo de 1 %.