

1 OBJETO

1.1 Esta Norma especifica un método para determinar el contenido de humedad en el papel, cartón y productos de cartón, al momento de tomar la muestra, a través de su secado total en estufa u horno de secado.

1.2 El método es aplicable a todos los papeles y cartones, incluidos el cartón ondulado y el de fibra sólida, siempre y cuando estos no contengan ninguna sustancia, distinta del agua, que pueda ser volátil o inflamable en las temperaturas indicadas para este método de ensayo.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

La siguiente norma contiene disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. La edición indicada estaba en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ella, que analicen la conveniencia de usar la edición más reciente de la norma citada seguidamente:

COVENIN 26:1979 Papel y Cartón. Método de Ensayo para Determinar la Dirección Máquina (Fibra)

COVENIN 241:1979 Papeles y cartones. Extracción de muestras.

COVENIN 1304:1978 Vocabulario para la industria papelera.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma se aplica las siguientes definiciones:

3.1 Contenido de humedad

Cantidad de agua presente en una pieza de papel, cartón o producto de cartón. En la práctica, se considera como la relación entre la pérdida de masa de una pieza de ensayo y su masa al momento de la toma de la muestra, cuando la pieza se seca aplicando un método de ensayo normalizado. Su valor es expresado como un porcentaje.

3.2 Dirección Máquina (Dirección longitudinal)

Es la dirección en la cual se desplaza la hoja de papel en la maquina papelera. También puede considerarse como el vector "velocidad" de la máquina.

NOTA: Para efectos de esta norma será denotado con las siglas DM

3.3 Dirección Transversal (Dirección contraria)

Es la dirección en el plano de un papel, perpendicular a la dirección de la maquina.

NOTA: Para efectos de esta norma será denotado con las siglas DC

3.4 Masa constante

Masa alcanzada por una pieza de ensayo de papel o cartón después del secado a la temperatura especificada hasta que la diferencia entre las dos mediciones de masa sucesivas no exceda el 0,1% de la masa inicial de la pieza de ensayo.

4 PRINCIPIO

Medición de la masa de la pieza de ensayo al momento de tomar la muestra y, nuevamente, después del secado hasta determinar la masa constante de la pieza.

5 APARATOS Y MATERIALES

5.1 Balanza, con una exactitud de 1 mg para piezas de ensayos menores o iguales a 2 g. Para piezas de mayor masa, usar una balanza con una exactitud mínima de 0,05% de la masa a ser medida.

5.2 Bolsas plásticas con cierre hermético, bolsas plásticas con bordes cerrados y cierre hermético, de un tamaño tal que las piezas de ensayo puedan ser colocadas en su interior sin sufrir daño alguno.

5.3 Recipientes, para piezas de ensayo, para el transporte y pesado de las piezas de ensayo, los cuales deben ser herméticos, de metal u otro material que no sea afectado por las temperaturas utilizadas en este método y que no absorba humedad. Sus dimensiones internas deben ser tales que permitan colocar las piezas para ensayo sin que queden muy apretadas.

5.4 Desecador, equipo de cierre hermético capaz de extraer humedad a través de una sustancia secante que es colocada en su parte interna. Como sustancia se recomienda el uso de Sílica Gel en forma de perlas, con indicador de humedad y libre de metales; con una capacidad mínima de absorción de agua de 25% y una temperatura de regeneración mínima de 105°C.

5.5 Estufa, u horno de secado capaz de mantener la temperatura del aire contenido en su volumen interno a $105 \pm 2^\circ \text{C}$, adecuadamente ventilado para mantener una temperatura uniforme mientras se evapora la humedad de las piezas de ensayo.

6 PREPARACIÓN DE LOS RECIPIENTES DE PIEZAS PARA ENSAYO (BOLSAS O RECIPIENTES)

Antes de tomar la muestra, se debe numerar o identificar una cantidad suficiente de recipientes o bolsas plásticas herméticas, los cuales deben estar limpios(as) y secos(as). Estos(as) se deben dejar alcanzar el equilibrio de temperatura, con la atmósfera a la cual está almacenado el lote. En el caso de usar recipientes, cada uno de estos debe ser pesado y cerrado, antes de tomar la muestra.

7 TOMA DE MUESTRAS

Se debe seleccionar las unidades a las que se les va a tomar muestra de acuerdo con la norma COVENIN 26.

NOTA 1: Si la atmósfera en el lugar de la muestra es cálida y húmeda, se deben tomar precauciones para la manipulación del producto sometido a muestreo, a fin de evitar la contaminación y cualquier ganancia o pérdida de humedad. En particular se recomienda utilizar guantes de goma limpios y secos. Para evitar los cambios de humedad debido a la exposición atmosférica, es importante también introducir las piezas de ensayo en sus recipientes o bolsas inmediatamente después de haberlas extraído.

NOTA 2: En el caso de usar bolsas plásticas herméticas, deben tomarse las mismas precauciones indicadas en la nota anterior. Las piezas de ensayo deben ser introducidas inmediatamente en las bolsas, las cuales deben ser cerradas con rapidez.

8 SELECCIÓN, PREPARACIÓN Y PESADO INICIAL DE LAS PIEZAS DE ENSAYO

8.1 Si la unidad es un paquete que puede y debe ser desenvuelto y cuando la unidad no está subdividida (con o sin paleta)

8.1.1 Determinación del valor promedio de contenido de humedad del lote.

a) Eliminar las tres hojas más externas y todas las hojas dañadas, tomar por lo menos cuatro hojas consecutivas.

- b) Rápidamente doblar o cortar y colocar en uno de los recipientes o bolsas. El contenido de un recipiente o bolsa constituye una pieza de ensayo, la cual debe tener una masa de por lo menos 50 g.
- c) Preparar duplicados de piezas de ensayo para cada unidad a la que se haya tomado muestra.

NOTA 3: Puede ser necesario aumentar el número de capas descartadas dependiendo de la eficiencia del envoltorio y la influencia de las condiciones de almacenamiento.

NOTA 4: Cuando el volumen de una pieza de ensayo de 50 g sea demasiado grande, como ocurre con los papeles muy livianos, se puede utilizar una masa menor, pero este hecho debe mencionarse en el informe del ensayo.

8.1.1 Determinación de la variación en el contenido de humedad entre el centro y los bordes de las unidades que conforman el paquete.

- a) Seleccionar una capa de hojas de cada sección del paquete (centro y bordes) eliminar las tres hojas más externas y todas las hojas dañadas, tomar por lo menos cuatro hojas consecutivas de cada sección para obtener dos piezas de ensayo, cada una de las cuales deben tener aproximadamente 50 g e incluye cortes de tiras como se describe a continuación:

- a.1) Eliminar aproximadamente 150 mm de los bordes en DM de las hojas originales (Figura 1) de la porción de hojas seleccionadas, cortar cuatro juegos de tiras de 100 a 150 mm de ancho (DM), una de cada borde y dos de cerca del centro, teniendo cuidado de no separar las hojas ni las tiras que formen parte de un mismo juego. Cortar las tiras con la dimensión más larga en sentido DC¹
- a.2) Descartar la tira superior e inferior de cada juego; combinar los dos juegos que representan el centro para formar una pieza de ensayo y las dos tiras de los bordes para formar otro. Cada pieza de ensayo debe tener una masa de por lo menos 50 g. Colocar inmediatamente cada pieza de ensayo en un recipiente o en una bolsa hermética.

- b) Preparar duplicados de las piezas de ensayo para cada unidad y posición examinada.

NOTA 5: Cuando el volumen de una pieza de ensayo de 50 g sea demasiado grande, como ocurre con los papeles muy livianos, se puede utilizar una masa menor, pero este hecho debe mencionarse en el informe de ensayo.

8.2 Cuando la unidad está formada por elementos (resmas, bultos, etc.) individuales o empacados juntos (con o sin paletas)

8.2.1 Determinación del valor promedio del contenido de humedad en un lote.

- a) Desde el centro de cada resma o bulto, tomar un número suficiente de hojas consecutivas y luego proceder como se describe en 8.1.1.
- b) Preparar duplicados de las piezas de ensayo para cada unidad y posición examinada.

8.2.2 Determinación de la variación del contenido de humedad entre el centro y los bordes de las hojas.

- a) Seleccionar una capa de hojas de acuerdo con lo descrito en los puntos 8.1.2.
- b) Preparar duplicados de las piezas de ensayo para cada unidad y posición examinada.

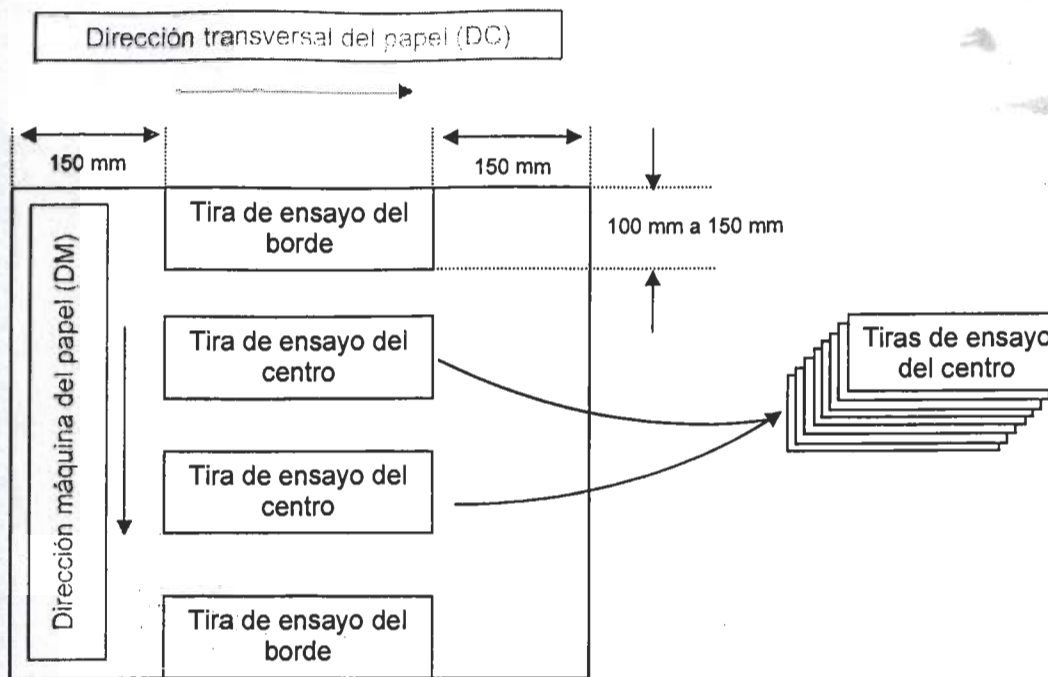


Figura 1

¹ Se ha escogido esta dirección de corte porque cualquier variación de la humedad a través del ancho de la máquina que quede en el papel, estará entonces igualmente representada en cada tira.

8.3 Cuando la unidad es una bobina.

8.3.1 Determinación del valor promedio de una bobina usando recipientes.

- Retirar y descartar todas las capas de **papel dañado** del exterior de la bobina. Descartar también por lo menos **tres** capas no dañadas si el gramaje es inferior o igual a 224 g/m^2 o por lo menos una capa no dañada si el gramaje es superior a 224 g/m^2 (El número de capas descartadas puede ser incrementado dependiendo de la eficiencia del embalaje y la influencia de las condiciones de almacenamiento)
- Tomar, cortando en DC, una capa de un grosor de por lo menos 5 mm y colocar en posición plana y cortar a la mitad. Tomar un juego de tiras, de 100 mm a 150 mm de ancho en DM, de la capa seleccionada; cortar un juego de tiras cerca del borde de cada bobina y otro juego de la región del punto medio entre los bordes. Tener cuidado de no separar las hojas que forman la capa o las tiras que forman el juego (Figura 2)
- Descartar la tira superior e inferior de cada juego de tiras; las restantes constituyen la **pieza de ensayo** y deben tener una masa de por lo menos 50 g. Rápidamente doblar o cortar las tiras que forman la **pieza de ensayo** y colocarlas juntas dentro del recipiente.
- Preparar duplicados de las piezas de ensayo para cada unidad y posición examinada.

NOTA 6: Cuando el volumen de una pieza de ensayo de 50 g sea demasiado grande, como ocurre con los papeles muy livianos, se puede utilizar una masa menor, pero este hecho debe mencionarse en el informe del ensayo.

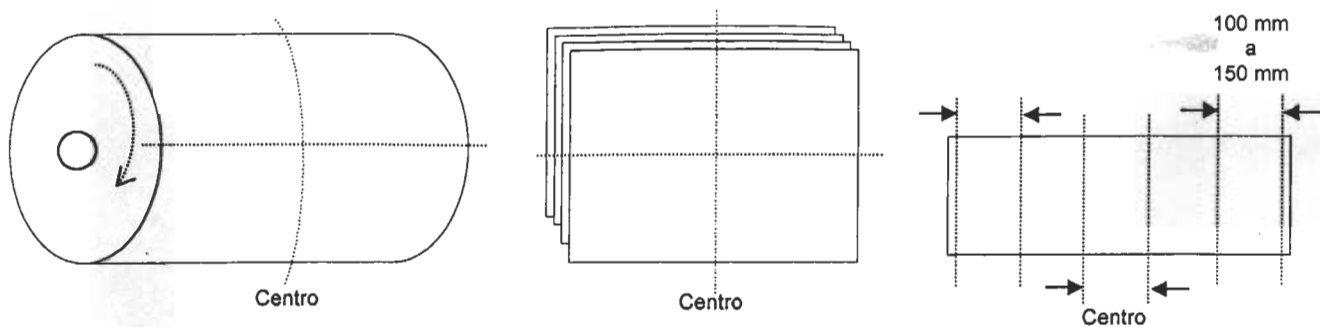


Figura 2

8.3.2 Determinación del valor promedio de una bobina usando bolsas plásticas herméticas

- Retirar y descartar todas las capas de papel dañado del exterior de la bobina. Descartar también por lo menos tres capas no dañadas si el gramaje es inferior o igual a 224 g/m^2 o por lo menos una capa no dañada si el gramaje es superior a 224 g/m^2 (El número de capas descartadas puede ser incrementado dependiendo de la eficiencia del embalaje y la influencia de las condiciones de almacenamiento)
- Cortar rectángulos de 100 mm a 150 mm de ancho en DC, y de por lo menos 150 mm en DM Cortar las hojas a una profundidad suficiente para obtener el número de rectángulos necesario. Después descartar por lo menos los dos rectángulos superiores, para formar una pieza de ensayo de por lo menos 50 g. Inmediatamente colocar la pieza de prueba en la bolsa plástica hermética (Figura 3)
- Preparar duplicados de las piezas de ensayo para cada unidad y posición examinada.

NOTA 7: Cuando el volumen de una pieza de ensayo de 50 g sea demasiado grande, como ocurre con los papeles muy livianos, se puede utilizar una masa menor, pero este hecho debe mencionarse en el informe del ensayo.

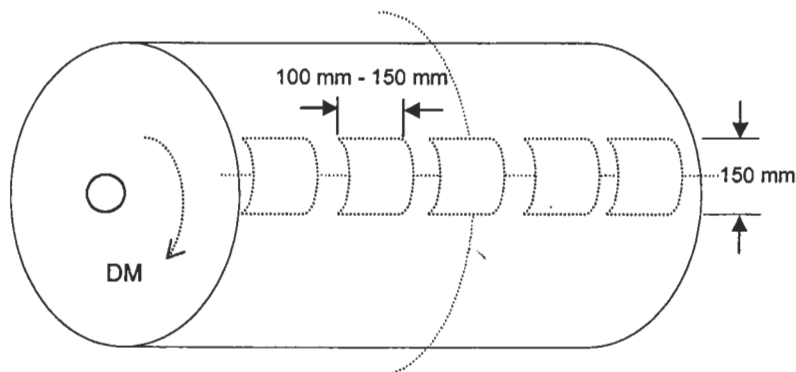


Figura 3

8.3.3 Determinación de la variación del contenido de humedad a través de la bobina

- Proceder como se especifica en el punto 8.3.2 tomar las piezas de ensayo de por lo menos tres posiciones a través de la bobina. Realizar el procedimiento de ensayo en las piezas de ensayo de cada posición y presentar los resultados en forma separada.
- Preparar duplicados de las piezas de ensayo para cada unidad y posición examinada.

8.4 Cuando la unidad es un paquete que no puede o no debe ser desempacado completamente (por ejemplo, bobinas, paletas o posiblemente resmas, almacenadas o seleccionadas por la aduana)

8.4.1 Determinación del valor promedio del contenido de humedad relativa en el lote

8.4.1.1 Si se conoce la dirección de máquina del papel o cartón.

- a) Cortar una ventana de 100 mm a 150 mm de ancho y por lo menos 150 mm de largo, con la dirección más corta en DC.
- b) Cortar las hojas a una profundidad suficiente para obtener el número de rectángulos necesario, después de descartar las tres tiras superiores o cualquier tira dañada, para formar una pieza de ensayo de por lo menos 50 g. Inmediatamente colocar la pieza de prueba en una bolsa plástica hermética o en un recipiente.
- c) Variar la posición de la ventana de una unidad a otra.
- d) Preparar duplicados de las piezas de ensayo para cada unidad y posición examinada.

NOTA 8: Cuando el volumen de una pieza de ensayo de 50 g sea demasiado grande, como ocurre con los papeles muy livianos, se puede utilizar una masa menor, pero este hecho debe mencionarse en el informe del ensayo.

8.4.1.2 Si no se conoce la dirección máquina del papel o cartón.

- a) Cortar ventana de aproximadamente 100 mm x 100 mm de manera que una dimensión sea paralela al lado largo de la hoja. Luego proceder como se indica en los puntos b, c y d; de 8.4.1.1.

NOTA 9: Cuando el volumen de una pieza de ensayo de 50 g sea demasiado grande, como ocurre con los papeles muy livianos, se puede utilizar una masa menor, pero este hecho debe mencionarse en el informe del ensayo.

8.5 Para todos los casos anteriores, después de haber extraído y almacenado convenientemente las piezas de ensayo, determinar la masa inicial como se describe a continuación:

8.5.1 Si se están usando recipientes, medir la masa del recipiente con su contenido y determinar la masa de la pieza de ensayo, restando la masa del recipiente vacío, previamente medida.

8.5.2 Si se están usando bolsas plásticas herméticas, abrir solo un poco el cierre hermético de la bolsa y extraer una parte de la pieza de ensayo medir inmediatamente su masa y cerrar rápidamente la bolsa. Al finalizar la medición de todas las piezas de ensayo, colocarlas nuevamente dentro de la bolsa plástica hermética.

9 PROCEDIMIENTO DE SECADO HASTA MASA CONSTANTE

9.1 Si se usan recipientes

9.1.1 Sacar las piezas de ensayo del recipiente y dispersar sobre una bandeja de malla de alambre. Colocar la bandeja y el recipiente dentro de la estufa u horno de secado a una temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por una hora. Si el gramaje es mayor a 224 g/m^2 , calentar las piezas por 2 horas.

9.1.2 Colocar nuevamente las piezas en su recipiente y cerrar, haga esto dentro de la estufa u horno de secado, si es posible. Permitir que el recipiente cerrado y su contenido se enfríen a temperatura ambiente en un desecador. Cuando se enfríe, abrir el recipiente por breves segundos para permitir que salga el aire caliente y entre aire frío. Volver a pesar el recipiente.

NOTA 10: Debe usarse equipo de protección personal para retirar y manipular las piezas y el recipiente dentro de la estufa u horno de secado.

9.2 Si se usaron bolsas plásticas herméticas

9.2.1 Sacar las piezas de ensayo de la bolsa plástica y dispersar sobre una bandeja de malla de alambre. Colocar dentro de la estufa u horno de secado a una temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por una hora. Si el gramaje es mayor a 224 g/m^2 , colocar las piezas de ensayo a la temperatura indicada, por 2 horas.

9.2.2 Sacar rápidamente las piezas y colocar dentro del desecador. Permitir que estas se enfríen a temperatura ambiente por un periodo mínimo de 10 min. Cuando se enfríen, abrir la tapa (o compuerta) del desecador extraer una pieza de ensayo, cerrar rápidamente la tapa (o compuerta) y pesar inmediatamente la pieza de ensayo.

9.3 Para todas las piezas de ensayo, después de un periodo inicial de secado como se especifica en 9.1 o 9.2, tomar un segundo periodo de secado igual que el primero y subsecuentes periodos de secado, cada uno de los cuales es por lo menos la mitad del periodo previo, hasta que dos mediciones de masa seca sucesivas no difieran más del 0,1%. Durante estos periodos no colocar dentro de la estufa u horno de secado ninguna pieza de ensayo, nueva.

10 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

10.1 Calcular la humedad de cada probeta como la pérdida porcentual del peso original de la probeta al 0.1 % más próximo.

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

Donde:

M1: masa inicial de la probeta, g.

M2: masa de la probeta seca, g.

10.2 Reportar como contenido de humedad, el promedio de los valores para las dos piezas de ensayo. Cualquier variación del método recomendado debe especificarse en el reporte.

11 PRECISIÓN

Los valores de repetibilidad y reproducibilidad mostrados abajo, fueron calculados para cada resultado de ensayo el cual es el promedio de dos determinaciones. Los valores están basados en la data obtenida a partir del CTS² Collaborative Reference Program of Paper and Paperboard, Reporte del 164G hasta el 192G, en los cuales el rango de los resultados de ensayo fue de 4% a 6%.

Repetibilidad (dentro de un laboratorio) = 0.075% (no % del porcentaje de humedad)

Reproducibilidad (entre laboratorios) = 0.93%

NOTA 11: Esto es para papel y cartón, solamente. Los datos de precisión son basados en ensayos actuales de molinos, laboratorios de ensayos, o ambos. Se desconoce el grado exacto de optimización de las destrezas del personal o del equipo durante la generación de los datos. La precisión citada brinda una estimación de variación típica en los resultados de una prueba que puede encontrarse cuando dos o más partes emplean este método rutinariamente.

NOTA 12: La precisión y la exactitud de los resultados se afectarán por: (a) variaciones en el contenido de humedad en todo la bobina; (b) La manipulación y la exposición atmosférica; y (c) la humedad relativa del ambiente del horno de secado. Se ha notado una diferencia entre los casos en donde el horno esta ubicado en una humedad relativa baja (menos de 15%) o a humedades estándar (50%) de hasta un 0.3% del contenido de humedad en el cartón. Hasta donde sea posible, se sugiere colocar el horno en un ambiente de laboratorio con un 50% de humedad relativa.

NOTA 13: Todos los datos, referentes a la precisión del método, fueron adoptados del método de ensayo de TAPPI (TAPPI T 412 om-02 Humedad en pulpa, papel y cartón)

BIBLIOGRAFÍA

TAPPI T 412 om-02 Humedad en pulpa, papel y cartón ("Moisture in pulp, paper and paperboard")

TAPPI TIP 0304-63 Determinación de humedad en el cartón usando un medidor de humedad operado manualmente ("Determination of moisture in containerboard using a hand-held moisture meter")

² CTS - Collaborative Testing Services. Organización encargada de coordinar programas interlaboratorios alrededor del mundo, desde 1971. En los campos de: papel o cartón, cartón ondulado, empaques, vinos, ensayos forenses, color y apariencia, metales, etc.

ISO 186:2002 Papel y Cartón. Muestreo para determinar la calidad promedio ("Paper and board. Sampling to determine average quality")

ISO 287:1985 Papel y Cartón. Determinación del contenido de humedad. Método del horno de secado ("Paper and board. Determination of moisture content. Oven-drying method")

TAPPI <http://www.tappi.org>

CTS <http://www.collaborativetesting.com>