



**Autorización para utilizar o aplicar materiales, equipos, procesos, mecanismos, métodos de prueba, procedimientos o tecnologías alternativos para la evaluación de la conformidad con la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, con la opinión del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, en cumplimiento con lo establecido por los artículos: 63, 131 y 133 de la Ley de Infraestructura de la Calidad; 36 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; publica la autorización al tenor de los siguientes:

**CONSIDERANDOS**

Que el 18 de marzo de 2025, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Ley de Planeación Transición Energética (LPTE), en la que estipula las facultades de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee), específicamente en los artículos 10 y 11 fracciones I, VI, y XII, para expedir Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética, (NOM-ENER), así como promover el uso óptimo de la energía y realizar actividades relativas al Aprovechamiento Sustentable de la Energía, dentro de su competencia.

Que el 11 de junio de 2024, se publicó en el DOF, el Manual de Organización General de la Conuee, en el que estipula en la fracción X inciso A numerales 1,2,11, en correlación con el inciso D, numerales 6 y 9, las facultades de la Conuee para emitir el presente documento respecto de la debida aplicación de las NOM-ENER y su Evaluación de la Conformidad, así como para participar en el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos.

Que el 21 de julio del 2014, se publicó en el DOF, el Acuerdo por el que se delegan en el Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía las facultades que se indican; que destacan llevar a cabo los actos necesarios que se deriven o sean consecuencia directa o indirecta de la representación ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y certificar, verificar e inspeccionar que los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades cumplan con las normas oficiales mexicanas, que en materia de eficiencia energética se expidan.



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

Que el 01 de julio de 2020, se publicó en el DOF, la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), en la que le otorgan facultades a la Conuee, por ser una Autoridad Normalizadora, una de estas es, el aprobar la utilización de metodologías alternativas, previa opinión favorable del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos; siempre y cuando estas propuestas demuestren que los resultados de su aplicación son equivalentes a los descritos en las NOM-ENER.

Que derivado de lo anterior, la Conuee recibió a representantes de la Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación, A.C., del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., del laboratorio de Normalización y Certificación NYCE, S.C. y del Laboratorio de Entornos Sostenibles de la Universidad Nacional Autónoma de México, interesados en evaluar la conformidad de productos sujetos al cumplimiento con la "**NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba**" (NOM-ENER), quienes propusieron un método alternativo que permite llegar a los valores del método oficial considerado en la NOM-024-ENER-2012.

Que la LIC, tiene por objeto fijar y desarrollar las bases de la política industrial en el ámbito del Sistema Nacional de Infraestructura de la Calidad, a través de las actividades de normalización, estandarización, acreditación, Evaluación de la Conformidad y metrología, promoviendo el desarrollo económico y la calidad en la producción de bienes y servicios, a fin de ampliar la capacidad productiva y el mejoramiento continuo en las cadenas de valor.

Que el artículo 63, de la LIC, establece que *los destinatarios de una Norma Oficial Mexicana o sujetos obligados bajo la misma podrán solicitar a la Autoridad Normalizadora que la hubiere expedido utilizar o aplicar materiales, equipos, procesos, mecanismos, métodos de prueba, procedimientos o tecnologías alternativos a los previstos en la Norma Oficial Mexicana. Para esos efectos, deberán acompañar a su solicitud la evidencia científica u objetiva necesaria que compruebe que con la alternativa planteada se da cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana y protegen los objetivos legítimos de interés público que tutela.*

*La Autoridad Normalizadora turnará copia de la solicitud al Comité Consultivo Nacional de Normalización que corresponda dentro de los cinco días siguientes a que la reciba, el cual deberá emitir su opinión.* Que, para confirmar la propuesta de dicha metodología, la Conuee estableció un Grupo de Trabajo, con el fin de desarrollar y comprobar los resultados del método propuesto.



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

Que la Autoridad Normalizadora deberá resolver dentro de los cuarenta y cinco días siguientes a la recepción de la solicitud, debiendo justificar su decisión atendiendo la opinión del Comité Consultivo Nacional de Normalización. Este plazo será prorrogable una sola vez por igual periodo y se suspenderá en caso de que la Autoridad Normalizadora requiera al interesado mayores elementos de prueba o justificación, reanudándose el día hábil siguiente al que se cumpla el requerimiento. La autorización se otorgará dejando a salvo los derechos protegidos en las leyes en materia de propiedad intelectual y se considerará que es negativa si no se emite dentro del plazo correspondiente.

Que el artículo 36 del Reglamento de la Ley Federal de Metrología y Normalización, establece que *deberá presentarse una solicitud por escrito ante la dependencia que haya publicado la Norma Oficial Mexicana, en original y dos copias simples, acompañándose de la siguiente documentación en idioma español:*

- I. Domicilio en donde se aplicarán los materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativos;*
- II. Actividad en la que se utilizarán los materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativos;*
- III. Descripción de los materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativos y en caso de que la dependencia lo requiera, el personal responsable de su aplicación;*
- IV. Cuadro comparativo de los resultados de las pruebas realizadas con los materiales, equipos, procesos, métodos de pruebas, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativos en relación con aquellos previstos en las normas oficiales mexicanas;*
- V. Metodología para la aplicación de materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativos, y*
- VI. Copia del comprobante de pago de derechos por la evaluación de la solicitud.*

*La dependencia podrá requerir del fabricante o prestador del servicio, cualquier otra documentación para comprobar que los materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativos de que se trate cumplen con las finalidades de la norma.*



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

*El documento a que se refiere el inciso VI anterior podrá presentarse junto con una copia simple para su cotejo, y una vez realizado el mismo, el original será devuelto al interesado.*

Que se ha identificado que no ha sido posible evaluar la conformidad de los productos sujetos al cumplimiento de la NOM-024-ENER-2012, al no existir la infraestructura de Organismos de Certificación de Producto y Laboratorios de Prueba (Organismos de Evaluación de la Conformidad).

Que los sujetos destinatarios de la NOM-024-ENER-2012, desean evaluar la conformidad sus productos, pero ante la falta de infraestructura esto no les es posible.

Que el método descrito en la NOM-024-ENER-2012 en su Capítulo 7, incluye el uso de equipos que, por su costo, resulta difícil implementar y por ende no hay laboratorios que puedan acreditarse y aprobarse, y esto a su vez dificulta que organismos de certificación de producto puedan certificar de acuerdo con la NOM.

Que, la autorización se publicará en la Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad y surtirá efectos en beneficio de todo aquél que la solicite, siempre que compruebe ante la Autoridad Normalizadora que se encuentra en los mismos supuestos de la autorización otorgada. La Autoridad Normalizadora resolverá esta solicitud dentro de los quince días siguientes, en caso contrario, se considerará que la resolución será en sentido negativo.

Que conforme al artículo 131 de la LIC, corresponde a la Secretaría de Economía establecer y operar la Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad en los términos previstos en dicha Ley y en su Reglamento.

Que, mediante comunicado de fecha 24 de enero de 2024, emitido en la página oficial de la Secretaría de Economía se puso a disposición del público en general la Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad, mejor conocida como PLATIICA, en la cual se administrarán y ejecutarán de manera sistematizada los datos, proceso, trámites, servicios y actividades de normalización, estandarización, acreditación, Evaluación de la Conformidad y metrología del Sistema Nacional de Infraestructura de la Calidad.



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

Que por todo lo anteriormente señalado, se emite la siguiente:

**AUTORIZACIÓN PARA UTILIZAR O APLICAR MATERIALES, EQUIPOS, PROCESOS, MECANISMOS, MÉTODOS DE PRUEBA, PROCEDIMIENTOS O TECNOLOGÍAS ALTERNATIVOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON NOM-024-ENER-2012, CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS Y ÓPTICAS DEL VIDRIO Y SISTEMAS VIDRIADOS PARA EDIFICACIONES. ETIQUETADO Y MÉTODOS DE PRUEBA.**

**Primero:** La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, ha resuelto otorgar su autorización en los términos siguientes:

Procedimiento autorizado	Empresa
Se autoriza utilizar, aplicar materiales, equipos, procesos, mecanismos, métodos de prueba, procedimientos y tecnologías alternativas para demostrar el cumplimiento del Capítulo 7 de la NOM-024-ENER-2012, en los términos del Anexo 1 de la presente Autorización.	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., a través del Laboratorio de Pruebas de Normalización y Certificación Electrónica, S.C. y el Laboratorio de Entornos Sostenibles de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**Segundo:** Se insta al Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., a través del Laboratorio de Pruebas de Normalización y Certificación Electrónica, S.C. y el Laboratorio de Entornos Sostenibles de la Universidad Nacional Autónoma de México a actualizar su acreditación y aprobación correspondiente.

**TRANSITORIOS**

**Primero.** El presente método alternativo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en la Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad.

**Segundo.** La autorización otorgada, únicamente podrá ser aplicada por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., a través del Laboratorio de Pruebas de Normalización y Certificación Electrónica, S.C. y el Laboratorio de Entornos Sostenibles de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

**Tercero:** En cumplimiento al artículo 63 de la LIC, los destinatarios o sujetos obligados que deseen aplicar esta metodología podrán solicitar a la Conuee su autorización para aplicar esta metodología.

**Cuarto:** Los Organismos de Evaluación de la conformidad que deseen aplicar esta metodología además deben actualizar o solicitar su acreditación y/o aprobación correspondiente en los términos de la LIC.



## ANEXO 1

### **Método de Prueba Alternativo para evaluar la conformidad con la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

#### **Índice de Contenido**

1. Objetivo y Campo De Aplicación
2. Abreviaturas y Definiciones
3. Referencias
4. Equipos, Instrumentos y Materiales
5. Desarrollo

#### **1. Objetivo y campo de aplicación**

Establecer el procedimiento de prueba alternativo para evaluar y calcular la transmitancia visible, el coeficiente de ganancia de calor solar, el coeficiente de sombreado, el coeficiente global de transferencia de calor y el coeficiente visible térmico. Aplica a los vidrios y sistemas vidriados homogéneos transparentes y translúcidos, de fabricación nacional o de importación, para su utilización en las edificaciones que se construyan en el territorio nacional.

#### **2. Abreviaturas y definiciones**

Se deben considerar las definiciones contenidas en el Capítulo 4 de la NOM-024-ENER-2012; así como, las que se presentan a continuación:

- 2.1 **Vidrio con Película:** Vidrio con película polimérica adherida
- 2.2 **Vidrio a capa:** Vidrio con capas metálicas o minerales depositadas en superficie a través de pulverización catódica (capas suaves) o pirólisis (capas duras).
- 2.3 **Reflectancia solar:** Fracción de la radiación incidente reflejada en un material con relación a la radiación incidente, en este caso, considerando el intervalo de longitudes de onda de 300 nm a 2500 nm equivalentes a la radiación solar.



**2.4 Emitancia Infrarroja o emisividad:** Proporción de radiación térmica emitida por una superficie u objeto debido a una diferencia de temperatura determinada.

### 3. Referencias

- 3.1 NOM-024-ENER-2012 Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba
- 3.2 NOM-008-SE-2021 Sistema general de unidades de medida.

### 4. Equipos, instrumentos y materiales

Para la correcta ejecución de los ensayos, es necesario emplear los siguientes equipos y materiales de referencia, los cuales deben estar calibrados y certificados respectivamente con trazabilidad al Sistema General de Unidades de Medida. Los equipos calibrados deben contar como mínimo con la resolución indicada, intervalo de medida y exactitud requerida.

- 4.1 Micrómetro para exteriores, resolución de 0.01 mm, con un intervalo de 0.01 mm a 50.0 mm y una exactitud de 0.1 mm.
- 4.2 Bascula de mesa digital, resolución de 1 gr, con intervalo de 0.05 g a 8000 g y una exactitud de 0.1 g.
- 4.3 Refractómetro solar bajo norma ASTM C1549-2016 con esfera integradora, lámpara y detectores. El instrumento debe tener una resolución de 0.001 unidades y una repetibilidad de  $\pm 0.003$  unidades.
- 4.4 Material de referencia de alta reflectancia tipo F31 para reflectómetro,  $\rho_s = 0.857$ , valor nominal de reflectancia solar acorde con los valores de irradiancia provistos por la norma ASTM G173-23.
- 4.5 Cuerpo negro de baja reflectancia solar, de valor nominal menor que 0.01, para ajuste del reflectómetro.
- 4.6 Superficie negra opaca de transmitancia solar igual a 0 y muestra de vidrio de transmitancia nominal  $\tau_s = 0.671$ .
- 4.7 Emisómetro infrarrojo de termopila, bajo norma ASTM C1371-15, con material de referencia de alta emitancia nominal ( $\varepsilon = 0.87$ ) y baja emitancia nominal ( $\varepsilon = 0.05$ ) y sumidero de calor con resolución de 0.01 unidades y una repetibilidad de  $\pm 0.01$  unidades.
- 4.8 Medidor de flujo de calor de tipo placa bajo norma ASTM C518 - 21 con baño térmico.



**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

- 4.9 Material de referencia certificado de fibra de vidrio con especificaciones equivalentes al material NIST 1450D, proporcionado por el fabricante.
- 4.10 Termopares tipo K, con una resolución de  $\pm 0.01\%$ .
- 4.11 Cinta adhesiva polimérica, con adhesivo de silicón, temperatura de operación:  $-40^{\circ}$  a  $177^{\circ}\text{C}$ .
- 4.12 Cinta adhesiva de aluminio, con respaldo de papel de aluminio con adhesivo acrílico, temperatura de operación:  $-54^{\circ}\text{C}$  a  $149^{\circ}\text{C}$ .
- 4.13 Protecciones térmicas de silicón, de conductividad térmica conocida.
- 4.14 Cámara de exposición con lámparas UVB 313 nm, con o sin paredes interiores en color negro mate.
- 4.15 Espectrofotómetro de ultravioleta y visible con elemento multifibra (espectrofotómetro-lámpara-muestra) y adaptador para pruebas de reflectancia (la sonda de iluminación/sensado se ajustó a una distancia de 1.8 mm de la muestra).
- 4.16 Lámpara dual de halógeno-deuterio.

## 5. Desarrollo

Es importante mencionar que todas las mediciones se deben realizar considerando la NOM-008-SE-2021.

### 5.1 Condiciones de prueba y preparación de las muestras

- 5.1.1 Se deben presentar las muestras con las características del producto final (Tratamientos térmicos, laminación, insulación, pintura, cuando aplique). Previa ejecución de cualquiera de los métodos de prueba se deben limpiar las muestras en ambas caras con alcohol isopropílico al 70%, las mismas deben secarse con papel absorbente la manipulación de las muestras limpias debe realizarse con guantes de nitrilo desechables.
- 5.1.2 La temperatura del recinto de prueba debe mantenerse en  $23^{\circ}\text{C} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ , y una humedad relativa (H.R.) de  $50\% \pm 5\%$ .
- 5.1.3 En todos los métodos, las muestras deben colocarse en un lugar donde puedan entrar en contacto con la temperatura del recinto de pruebas, por al menos 24 horas antes, para que las muestras alcancen el equilibrio térmico del ambiente en donde se realizará el ensayo, con el fin de evitar variaciones por expansión térmica.



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

## Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.

5.1.4 Dos muestras objeto que cuenten con las siguientes dimensiones: 0.20 m de largo x 0.20 m de ancho, con una tolerancia de  $\pm 0.005$  m en las medidas de largo y ancho. Para las pruebas ópticas no se requiere un espesor de manera particular, para las pruebas térmicas, el espesor de la muestra debe ser mínimo de 0.005 m y máximo de 0.04 m; aquellos vidrios que se fabriquen en espesores menores a 0.005 m, el solicitante podrá optar por lo siguiente:

5.1.4.1 Presentar una muestra constituida de los especímenes necesarios en la que la suma de sus espesores sea por lo menos de 0.005 m de espesor, las cuales se pueden presentar empalmadas, dicho empalme debe presentar características uniformes, y evitar desprendimientos, burbujas de aire entre sus superficies de contacto, dichas superficies no deben contar con ningún tipo de pintura o película; o

5.1.4.2 Elaborar una muestra con un espesor de por lo menos 0.005 m de espesor.

5.1.5 Las muestras proporcionadas serán sometidas por el Organismo de Evaluación de la Conformidad (OEC) a un ciclo de exposición de 24 horas de luz ultravioleta (UV) en una cámara de exposición con lámparas UVB 313 nm, para estabilizar todas las muestras y tener igualdad de condiciones. En caso de que las muestras cuenten con película, si durante la ejecución de cualquiera de las pruebas presentan burbujas o desprendimiento de la película que las recubre, se determinará un no cumplimiento.

Nota 1: las muestras de vidrio deben venir previamente cortadas para el envejecimiento.

Nota 2: la prueba de envejecimiento aplica a todas las muestras.

## 5.2 Métodos de prueba

5.2.1 Se debe considerar como frontal, la cara que ostenta un identificador de la muestra (el declarado por el solicitante o bien, la que indique la etiqueta correspondiente) y posterior la cara contraria a la frontal.

5.2.2 Determinación del espesor y peso de las muestras.

5.2.2.1 Para determinar el espesor de las muestras, se deben marcar cuatro puntos de medición, mismos que deben ubicarse en las esquinas de la





**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

muestra a una distancia de  $0.01 \text{ m} \pm 0.002 \text{ m}$ , como se observa en la Figura 1.

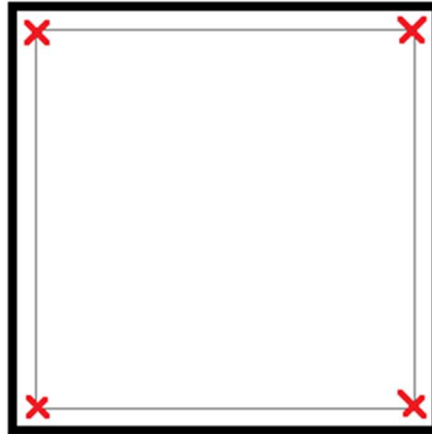


Figura 1 – Esquema para la determinación del espesor de la muestra.

5.2.2.2 Una vez marcados los puntos de medición descritos en el punto anterior, se procede a medir el espesor con el micrómetro, abriendo las mordazas del instrumento y cerrándose hasta que ésta hiciera contacto las caras de la superficie y ajustando el micrómetro hasta que el trinquete de éste diera tres pasos.

5.2.2.3 El espesor de la muestra será el resultado de la media de las cuatro mediciones realizadas.

5.2.2.4 Para determinar el peso de las muestras, se debe colocar la muestra sobre la báscula y esperar a que el indicador no muestre fluctuaciones en el valor indicado en su lectura, el peso de la muestra será el resultado de la media de tres mediciones realizadas.

### 5.2.3 Medición de reflectancia solar

5.2.3.1 Previo a realizar el ensayo, se debe ajustar el refractómetro, para lo cual debe realizarse un calentamiento de al menos 5 minutos de las lámparas del equipo; con ayuda del cuerpo negro, dicho ajuste debe ser en  $\rho_s = 0.0001$  y una incertidumbre expandida de  $\pm 0.0002$ , por un tiempo de 3 minutos. Una vez que se ha realizado dicho ajuste, se procede a emplear el material de referencia de alta reflectancia (revisar



**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

listado de materiales de referencia del numeral 4) para realizar otro ajuste adicional al equipo, por un tiempo de 3 minutos.

5.2.3.2 Puesto que se medirá la reflectancia solar de un cuerpo transparente y que la reflectancia solar de la base sobre la que se coloca la probeta afecta la reflectancia solar final del vidrio medido, se debe montar la probeta a medir sobre un cuerpo negro de baja reflectancia solar de valor conocido. La medición se debe realizar por 15 segundos, realizando 3 lecturas, tanto en la cara frontal como la posterior.

5.2.3.3 Los resultados de las medidas de reflectancia solar de las muestras se presentan como una fracción del total de la radiación incidente que es reflejada por el material.

5.2.4 Medición de emitancia infrarroja o emisividad.

5.2.4.1 Se debe acondicionar el emisómetro infrarrojo de termopila previo a su utilización, este debe alcanzar una estabilidad, que se corrobora cuando en un lapso de 1 minuto no se observe una variación de 1.15 % entre sus lecturas, no obstante, el equipo debe ser operado por lo menos 40 minutos, para garantizar la estabilidad entre sus lecturas, misma que no debe diferir de 10%. Posteriormente se realiza el ajuste correspondiente al equipo con los materiales de referencia de alta y baja emitancia, durante 15 minutos para cada material.

5.2.4.2 Para determinar el valor de emitancia en las muestras a ser probadas, se debe medir al menos 2 veces en cada superficie de cada muestra, colocando la muestra sobre el sumidero de calor con una gota de agua en la región de contacto entre la muestra y el sumidero de calor; después se coloca la termopila sobre la fracción de superficie de la muestra que se posiciona encima del material de referencia de baja emitancia durante un minuto. Al terminar la medición, se coloca la termopila del emisómetro infrarrojo en contacto con el aire a temperatura ambiente del recinto de pruebas de  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a fin de que la termopila se equilibre térmicamente hasta que arroje un valor de emitancia térmica de entre 0.93 y 0.95. Finalmente, se repite la medición de la emitancia térmica en la cara contraria de la muestra ensayada.



**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

5.2.4.3 Los resultados de las medidas de emitancia térmica de las muestras se deben presentar como una fracción de la radiación que sería emitida por un cuerpo negro (al haberse realizado dos medidas, se presenta como resultado el promedio de éstas).

5.2.5 Medición de conductividad térmica

5.2.5.1 Se debe realizar el ajuste del medidor de flujo de calor con el material de referencia de fibra de vidrio de conductividad térmica conocida. Una vez que se ha realizado el ajuste, se procede a acondicionar las muestras a ensayar, para ello se debe colocar los termopares en el centroide de ambas caras de la muestra a medir fijándose con cinta polimérica y cubriéndose con cinta de aluminio, la muestra junto con los termopares instalados debe colocarse entre las protecciones térmicas de silicón para asegurar el contacto adecuado con las placas del medidor de flujo de calor. Se debe configurar el medidor de flujo de calor para realizar la prueba con una temperatura media de 24 °C con un incremento de temperaturas de 20 °C (20 K) a un solo punto de medición. Una vez que se concluyó la medida, se retira la muestra del medidor de flujo de calor.

5.2.5.2 Los resultados de las mediciones de conductividad térmica se deben presentar en W/m·K. Para vidrio monolíticos y laminados sin capas, la conductividad se considera igual en los dos sentidos del flujo de calor, independientemente si tiene película o no la muestra.

5.2.5.3 Para aquellas muestras no monolíticas la conductividad térmica se determina a partir del valor medido de la resistencia térmica, para lo cual debe considerar la ubicación en la configuración que el fabricante tiene especificado debe ir la capa y hacer la medición directa, cuando la configuración de vidrio-este constituida por más de 2 elementos, se podrá considerar los valores determinados de conductividad obtenidos en informes de prueba de laboratorios acreditados y aprobados, en caso de que uno de los vidrios no cuente con dicha información, debe someterse a pruebas individuales para obtener sus valores de conductividad y posteriormente obtener el resultado a partir de la configuración que señale el fabricante.





## 5.2.6 Método de prueba de Transmitancia solar

5.2.6.1 Se debe calibrar el reflectómetro con la superficie negra opaca ( $\tau_s=0.0001$ ) colocada entre los sensores de la esfera integradora para transmitancia solar y sin objeto alguno entre los sensores de ésta (para lograr una  $\tau_s=1.000$ ). Posteriormente se mide la muestra de vidrio de transmitancia solar conocida con la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento del equipo.

5.2.6.2 A continuación, se mide la transmitancia solar de la muestra durante 15 segundos. Cada probeta se mide en ambas caras tres veces.

5.2.6.3 Los resultados de las medidas de transmitancia solar de las muestras se deben presentar como una fracción del total de la radiación incidente que es transmitida por el material (al haberse realizado tres medidas, se presenta como resultado el promedio de éstas).

## 5.2.7 Método de prueba de Reflectancia Visible

La obtención de los valores de reflectancia visible se debe realizar con base en la obtención de medidas de distribución de reflectancia espectral de los acristalamientos mediante espectrofotometría con base en el siguiente procedimiento:

5.2.7.1 Se debe montar en el espectrofotómetro, la probeta a medir sobre un cuerpo negro de baja reflectancia visible conocida, y se debe obtener la distribución de reflectancia espectral como referencia.

5.2.7.2 Se debe medir la reflectancia espectral de la muestra montada sobre el cuerpo negro con el espectrofotómetro durante, aproximadamente, 15 segundos. Cada probeta se debe medir una vez en ambas caras.

## 5.2.8 Método de prueba de Transmitancia visible

5.2.8.1 Se debe calibrar el espectrofotómetro proporcionando una referencia de transmitancia cero (esto es indicando al instrumento que mida transmitancia con la lámpara apagada de tal manera que los



**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

sensores no detectan ninguna radiación), posteriormente se le indica la referencia de 100% de transmitancia (esto es indicando al instrumento que mida transmitancia con la lámpara encendida y sin objeto alguno entre las mordazas del soporte de tal manera que los sensores detectan el 100% de las radiaciones recibidas).

5.2.8.2 Se procede a medir la transmitancia espectral de la muestra durante 15 segundos. Cada probeta se mide una vez.

**5.3 Cálculos**

Este método de pruebas emplea los cálculos descritos en los Apéndices A y B de la NOM-024-ENER-2012, así como, cualquier valor de las constantes que se incluye en estos apéndices, para un mayor entendimiento del significado de las variables de este apartado, refiérase a la NOM-ENER mencionada; a continuación, se presentan los cálculos a realizar para obtener los resultados de las pruebas realizadas de aplicar este método alterno.

5.3.1 Cálculo de la conductancia de las muestras de vidrio ( $\Lambda$ ).

5.3.1.1 Habiendo concluido las medidas de conductividad térmica ( $\lambda$ ), se debe calcular la conductancia térmica ( $\Lambda$ ) de las muestras, con base en la NOM-024-ENER-2012, el coeficiente de transferencia de calor de un entorno externo como  $h_e = 13 \frac{W}{m^2K}$  y el coeficiente de transferencia de calor de un entorno interno de  $h_i = 8.1 \frac{W}{m^2K}$  asumiendo que el vidrio se encontrará instalado de manera vertical, y  $h_i = 6.6 \frac{W}{m^2K}$  para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).

5.3.1.2 Se debe calcular la conductancia térmica de las muestras medidas con base en la NOM-024-ENER-2012:

5.3.1.2.1 Muestras Monolíticas

5.3.1.2.1.1 Las muestras medidas constan de una sola hoja de vidrio sin cámaras de gas, por lo que el término  $\sum_1^n \frac{1}{h_s}$  referente a la conductancia térmica y térmica radiactiva de las cámaras de gas para acristalamientos en la fórmula 32 de la NOM-024-ENER-2012, será considerada como cero.



**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

5.3.1.2.1.2 Con base en las conductividades térmicas de las muestras obtenidas con el medidor de flujo de calor, se realiza el cálculo de la conductancia de los vidrios (K) – Procedimiento, se debe obtener el término correspondiente a la resistividad térmica del vidrio ( $\sum_1^0 d_j r_j$ ) que se indica en la NOM-024-ENER-2012 a través de la relación entre el espesor y la conductividad medida en laboratorio según la ecuación 1a en lugar de la fórmula 32 de dicha norma. El cálculo final de la conductancia K se concluirá con las ecuaciones 1b y 1c.

$$R_{\text{vidrio}} = \frac{x_{\text{vidrio}}}{k_{\text{vidrio}}} \quad (1a)$$

$$M = \frac{1}{h_e} + R_{\text{vidrio}} + \frac{1}{h_i} \quad (1b)$$

$$K = \frac{1}{M} \quad (1c)$$

5.3.1.2.2 Muestras No Monolíticas.

5.3.1.2.2.1 Con base en los datos obtenidos de resistencia térmica (R), se calculó la conductancia térmica ( $\Lambda$ ) considerando el coeficiente de transferencia de calor de un entorno externo como  $h_e = 13 \frac{W}{m^2K}$  y el coeficiente de transferencia de calor de un entorno interno de  $h_i = 8.1 \frac{W}{m^2K}$ , asumiendo que el vidrio se encontrará instalado de manera vertical.

5.3.1.2.2.2 La medida que arrojó el medidor de flujo de calor es de la resistencia térmica de la unidad completa, la cual se emplea como valor para el término  $R_{\text{vidrio}}$ .

5.3.1.2.2.3 Con base en las resistencias térmicas de las muestras obtenidas con el medidor de flujo de calor. se sumará la



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

resistencia térmica del vidrio para obtener la resistencia total a las originadas por la transferencia de calor por convección.

$$M = \frac{1}{h_e} + R_{\text{vidrio}} + \frac{1}{h_i} \quad (1b)$$

5.3.1.2.2.4 Finalmente, obtener la conductancia total

$$K = \frac{1}{M} \quad (1c)$$

### 5.3.2 Cálculo de la reflectancia visible exterior.

Para el cálculo de las reflectancias visibles de los acristalamientos se debe emplear la ecuación 4, indicada en el apéndice A.2 de la NOM-024-ENER-2012 para el intervalo entre 380 nm y 780 nm. Dado que la distribución espectral relativa normalizada del iluminante D65 en la ecuación 7 se indica a intervalos de longitud de onda de 10 nm, se deben interpolar linealmente los valores medidos para obtener los valores de la reflectancia con esos mismos intervalos (el espectrofotómetro no proporciona los valores de reflectancia cada 10 nm). Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\rho_{vis} = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=780 \text{ nm}} \rho(\lambda) D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=780 \text{ nm}} D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}$$

Donde:

- $\rho_{vis}$  es la reflectancia visible [%].
- $\rho(\lambda)$  es la reflectancia medida a cada longitud de onda del espectro entre 380 nm y 780 nm [%].
- $D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda$  es la distribución espectral relativa normalizada del iluminante D65 (apéndice C de la NOM-024-ENER-2012).

5.3.2.1 Las reflectancias visibles calculadas a partir de las medidas de reflectancia espectral se presentan de forma frontal y posterior.

### 5.3.3 Cálculo de Transmitancia Visible

5.3.3.1 Para el cálculo de las transmitancias visibles de los acristalamientos se debe emplear la ecuación 1, indicada en el apéndice A.1 de la NOM-024-ENER-2012 para el intervalo entre 380 nm y 780 nm. Dado que la distribución espectral relativa normalizada del iluminante D65, se indica a intervalos de longitud de onda de 10 nm, se deben



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

## Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.

interpolarse linealmente los valores medidos para obtener los valores de la transmitancia con esos mismos intervalos (el espectrofotómetro no proporciona los valores de transmitancia cada 10 nm). Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\tau_{vis} = \frac{\sum_{\lambda=380\text{ nm}}^{\lambda=780\text{ nm}} \tau(\lambda) D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380\text{ nm}}^{\lambda=780\text{ nm}} D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}$$

Donde:

- $\tau_{vis}$  es la transmitancia visible [%].
- $\tau(\lambda)$  es la transmitancia medida a cada longitud de onda del espectro entre 380 nm y 780 nm [%].
- $D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda$  es la distribución espectral relativa normalizada del iluminante D65 (apéndice C de la NOM-024-ENER-2012).

5.3.3.2 Las transmitancias visibles calculadas a partir de las medidas de reflectancia espectral con base en el método indicado por la NOM-024-ENER-2012 se deben presentar en porcentaje.

### 5.3.4 Cálculo de Coeficiente de Ganancia de Calor Solar (CGCS)

5.3.4.1 Con la información de las pruebas de propiedades ópticas de los acristalamientos se debe calcular el CGCS de cada muestra. Primeramente, se debe calcular el coeficiente de transferencia de calor a la radiación con la ecuación 2a, donde  $\epsilon_c$  es la emitancia infrarroja corregida de la probeta. La emitancia infrarroja normal medida de la probeta ( $\epsilon_n$ ) se debe corregir con la ecuación 2b con base en los factores de corrección de la tabla D.2 de la NOM-024 (los factores de corrección  $\frac{\epsilon_c}{\epsilon_n}$  para las emitancias medidas se deben obtener por interpolación lineal de la misma tabla).

$$h_r = \frac{4.4\epsilon_c}{0.837} \quad (2a)$$

$$\epsilon_c = \epsilon_n \frac{\epsilon_c}{\epsilon_n} \quad (2b)$$



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

5.3.4.2 El coeficiente de transferencia de calor hacia un entorno interior se debe calcular, tomando como valor de coeficiente de transferencia de calor por convección natural ( $h_c$ ) el de  $3.6 \frac{W}{m^2K}$

5.3.4.3 Con un coeficiente de coeficiente de transferencia de calor por convección para un entorno exterior de  $h_e = 13 \frac{W}{m^2K}$  y la absorptancia solar ( $\alpha_s$ ) del vidrio (calculada a partir de la transmitancia solar,  $\tau_s$ , y la reflectancia solar,  $\rho_s$ , con base en la identidad  $\alpha_s + \tau_s + \rho_s = 1$ ), se debe calcular el flujo de calor ( $q_i$ ), que circula hacia el entorno interior a través del vidrio con la ecuación 4.

$$q_i = \alpha_s \frac{h_i}{h_e + h_i} \quad (4)$$

5.3.4.4 Finalmente, el coeficiente de ganancia de calor solar, CGCS, se debe calcular con base en la ecuación 5.

$$CGCS = \tau_s + q_i \quad (5)$$

5.3.5 Cálculo de coeficiente de sombreado (CS)

5.3.3.1 El coeficiente de sombreado se calcula como:

$$CS = \frac{CGCS}{0,87}$$

5.3.6 Cálculo de coeficiente visible térmico (CVT)

5.3.4.1 El coeficiente visible térmico, CVT, se determina como:

$$CVT = \frac{\tau_{vis}}{CGCS}$$

**5.4 Etiquetado.**

Se debe considerar la información correspondiente al etiquetado que se indica en el numeral 8 de la NOM-024-ENER-2012, teniendo en cuenta que esta, así como los valores de las especificaciones de sus productos, correspondientes a sus vidrios para otros mercados, también puede ser colocada en el empaque o en la ficha técnica anexa a la factura o remisión o impresas en la misma factura misma factura.



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

### 5.4.1 Etiquetado adicional.

Para aquellos titulares de certificados en la NOM-024-ENER que a voluntad, consideren oportuno informar los valores de las especificaciones de sus productos, correspondientes a sus vidrios para otros mercados, podrán hacerlo empleando los siguientes complementos para el etiquetado:

<b>ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA VIDRIADO</b>	
Coeficiente de Transferencia de Calor de un Entorno Externo ( <b>he</b> Unión Europea): 23 W/m <sup>2</sup> K	
Transmitancia visible (%)	Coeficiente de sombreado (0-1)
---	---
Coeficiente de ganancia de calor solar (0-1): ---	
Coeficiente global de transferencia de calor (W/m <sup>2</sup> K)	Coeficiente visible térmico
---	---



Coordinación de Normatividad en Eficiencia Energética

**Método de Prueba Alternativo para la NOM-024-ENER-2012, Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.**

<b>ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA VIDRIADO</b>	
Coeficiente de Transferencia de Calor de un Entorno Externo ( <b>h<sub>e</sub></b> Estados Unidos): 29.29 W/ W/m <sup>2</sup> K	
Transmitancia visible (%)	Coeficiente de sombreado (0-1)
---	---
Coeficiente de ganancia de calor solar (0-1): ---	
Coeficiente global de transferencia de calor (W/m <sup>2</sup> K)	Coeficiente visible térmico
---	---

*Esta información se puede trasladar como parte de las especificaciones al certificado de conformidad del producto.*

\_\_\_\_\_ Fin del documento.

