NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 4739

2011-11-30

LÁMINAS RETRORREFLECTIVAS PARA CONTROL DE TRÁNSITO

icontec internacional

E: RETROREFLECTIVE SHEETING FOR TRAFFIC CONTROL

CORRESPONDENCIA:	esta norma es una adopción idéntica (IDT) por traducción, respecto a su documento de referencia, la norma ASTM D 4956:2011a.
DESCRIPTORES:	control de tránsito - láminas retrorreflectivas; láminas retrorreflectivas - requisitos; control de tránsito - láminas.

I.C.S.: 93.080.30

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Editada 2011-12-09

© ICONTEC 2011

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico incluyendo fotocopiado y microfilmación, sin permiso por escrito del editor.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 4739 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2011-11-30.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 30 Instalaciones y equipamiento para la señalización vial.

3M COLOMBIA
AVERY DENNISON COLOMBIA S.A.
COMPAÑÍA GLOBAL DE PINTURAS S.A.
ESCOBAR Y MARTÍNEZ
INCO - INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES
NSP DE COLOMBIA
MINISTERIO DE TRANSPORTE
PROGEN - PRODUCCIONES GENERALES S.A.
SECRETARÍA DE DISTRITAL DE MOVILIDAD

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

3M COLOMBIA S.A.
AC INGENIERIA LTDA
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL -ACSS-
AVERY DENNISON COLOMBIA S.A.
COLORQUÍMICA S.A.
COLQUÍMICOS S.A. .
COMPAÑÍA GLOBAL DE PINTURAS S.A.
CONCESIÓN AUTOPISTA BOGOTÁ - GIRARDOT
CONCRETARTE S.A.
CONCRETOS MODULARES
CONCREVÍAS COLOMBIA
CONOS VIALES LTDA.
CONSULTÉCNICOS GÓMEZ CAJIAO
CORPACERO
COMPAÑÍA DE RECUBRIMIENTOS Y ADHESIVOS LTDA. -CREA LTDA-
CRISTACOL S.A.
DPI INGENIERÍA Y CONSULTORÍA LTDA.
EL PRECÓN LTDA.
ESCOBAR Y MARTÍNEZ S.A.
FÁBRICA DE PLACAS Y SEÑALES DE COLOMBIA
FONDO DE PREVENCIÓN VIAL
FORMACOL S.A.
GLASSBEADS DE COLOMBIA
GRUPO ODINSA S.A.
IDENTIFICAR LTDA.
INCO -INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES-

INDUSTRIAS CENO S.A
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL LTDA.
METROSEÑAL LTDA.
METROTRÁNSITO S.A.
MINISTERIO DE TRANSPORTE
MYSVIAL -MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL-
NSP DE COLOMBIA
P & C INGENIERÍA VIAL LTDA.
PINTUTRAFIC LTDA
PLACAS Y SEÑALES LTDA.
POLICÍA METROPOLITANA DE TRÁNSITO
POLICÍA NACIONAL CARRETERAS
PROGEN - PRODUCCIONES GENERALES S.A.-
PROTECCIÓN INDUSTRIAL C.I. S.A.
RUTAS Y SEÑALES LTDA.
SECRETARÍA DE TRÁNSITO DE MEDELLÍN
SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BOGOTÁ
SEGURIDAD Y PROTECCIÓN JAMPIG LTDA.
SEÑALCON LTDA.
SEÑALES LTDA.
SEÑALINE LTDA.
SEÑALVÍAS LTDA
SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL
SOCA LTDA.
SOCINTER S.A.
TPD INGENIEROS. LTDA.
TRAZOS Y SEÑALES LTDA
UT DEVINORTE
UTDVVCC -UNIÓN TEMPORAL DESARROLLO VIAL DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA
V & S COMERCIAL LTDA.
WORLDCAD LTDA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

CONTENIDO

Página

1. OBJETO 1

2. REFERENCIAS NORMATIVAS 1

2.1 NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS 1

2.2 NORMAS ASTM 1

2.3 NORMAS ISO 2

2.4 NORMAS EUROPEAS 3

3. TERMINOLOGÍA 3

3.1 DEFINICIONES 3

3.2 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS PARA ESTA NORMA 3

4. CLASIFICACIÓN 3

5. INFORMACIÓN SOBRE PEDIDOS 6

6. REQUISITOS DE DESEMPEÑO 6

7. MÉTODOS DE ENSAYO 10

7.1 CONDICIONES DE ENSAYO 10

7.2 PREPARACIÓN DEL PANEL 10

7.3 COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN 11

7.4 COLOR A LA LUZ DEL DÍA 12

7.5 ADHESIÓN 14

7.6 INTEMPERIZACIÓN EN EXTERIORES 14

7.7 SOLIDEZ DEL COLOR 14

Página

7.8 CONTRACCIÓN (ENCOGIMIENTO) 15

7.9 FLEXIBILIDAD 16

7.10 RETIRO DEL RECUBRIMIENTO 16

7.11 RESISTENCIA AL IMPACTO 16

7.12 COLOR NOCTURNO 16

8. REQUISITOS GENERALES 16

8.1 LÁMINAS 16

8.2 ROLLOS 16

8.3 GENERACIÓN DE COLOR 16

9. MUESTREO 17

10. PRECISIÓN Y SESGO 17

11. EMPAQUE Y ROTULADO DE LOS EMPAQUES 17

12. PALABRAS CLAVE 18

DOCUMENTO DE REFERENCIA 25

REQUISITOS COMPLEMENTARIOS 19

ANEXO (Informativo) 24

FIGURAS

Figura 1. Tres tipos de instrumento 0/45 (45/0) 15

Figura 2. Diagrama que ilustra las barras de sujeción para sujetar las muestras de lámina Tipo VI al soporte de ensayo para la exposición en exteriores 17

Figura 3. Ejemplos de separación adecuada de las muestras 18

Página

TABLAS

Tabla 1. Láminas Tipo I[A] 7

Tabla 2. Factor de luminancia a la luz del día (Y%)[A] 7

Tabla 3. Láminas Tipo II[A] 8

Tabla 4. Láminas Tipo III[A] 8

Tabla 5. Láminas Tipo IV[A] 9

Tabla 6. Láminas Tipo V[A] 9

Tabla 7. Láminas Tipo VI[A] 11

Tabla 8. Láminas Tipo VIII[A] 11

Tabla 9. Láminas Tipo IX[A] 11

Tabla 10. Láminas Tipo XI[A] 12

Tabla 11. Límites de la especificación del color (a la luz del día)[A] 13

Tabla 12. Requisitos fotométricos de intemperización en exteriores para todos los climas 13

Tabla 13. Límites de la especificación del color (en la noche)[A] 15

Tabla 14. Tipos de clima para uso en exposición en exteriores de las láminas retrorreflectivas 15

LÁMINAS RETRORREFLECTIVAS PARA CONTROL DE TRÁNSITO

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos para láminas flexibles, retrorreflectivas, microprismáticas, con microesferas de vidrio reflectoras, no expuestas, diseñadas para uso en señales de control de tráfico, delineadores, barricadas y otros dispositivos.

1.2 Los valores expresados en unidades del Sistema Internacional de Unidades se deben considerar como normativos. Los valores expresados entre paréntesis son sólo para información.

1.3 La siguiente advertencia de riesgos para la seguridad es pertinente sólo para el numeral 7, Métodos de ensayo, de esta norma. La presente norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas adecuadas de salud y seguridad y determinar la aplicación de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

2.1 NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS

NTC 5622:2008, Cálculo de colores de objetos por medio del sistema CIE (ASTM E308)

2.2 NORMAS ASTM

ASTM B209, *Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate.*

ASTM B209 M, *Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate (Metric).*

ASTM B449, *Specification for Chromates on Aluminum.*

ASTM E284, Terminology of Appearance

ASTM E308, Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System (NTC 5622).

ASTM E808, *Practice for Describing Retroflection.*

ASTM E810, *Test Method for Coefficient of Retroreflection of Retroflective Sheeting Utilizing the Coplanar Geometry.*

ASTM E811, *Practice for Measuring Colorimetric Characteristics of Retroflectors Under Nighttime Conditions.*

ASTM E991, *Practice for Color Measurement of Fluorescent Specimens Using the One-Monochromator Method.*

ASTM E1164, *Practice for Obtaining Spectrometric Data for Object-Color Evaluation.*

ASTM E1247, Practice for Detecting Fluorescence in Object-Color Specimens by Spectrophotometry.

ASTM E1347, Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus Colorimetry.

ASTM E1349, *Test Method for Reflectance factor and Color by Spectrophotometry Using Biderectional* (45°:0° o 0°:45°) *Geometry.*

ASTM E2152, *Practice for Computing the Colors of Fluorescent Objects from Bispectral Photometric Data.*

ASTM E2153, *Practice for Obtaining Bispectral Photometric Data for Evaluation of Fluorescent Color.*

ASTM E2301, *Test Method for Daytime Colorimetric Properties of Fluorescent Retroflective Sheeting and Marking Materials for High Visibility Traffic Control and Personal Safety Applications Using 45°: Normal Geometry.*

ASTM G7, *Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials*

ASTM G113, *Terminology Relating to Natural and ArtificialWeathering Tests of Nonmetallic Materials.*

ASTM G147, *Practice for Conditioning and Handling of Nonmetallic Materials for Natural and Artificial Weathering Tests.*

ASTM G151, *Practice for Exposing Nonmetallic Materials in Accelerated Test Devices that Use Laboratory Light Sources*

ASTM G155, *Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials.*

2.3 NORMAS ISO

ISO 4892-2:2006, *Plastics Methods of Exposure to laboratory Light Sources. Part 2: Xenon-arc Lamps.*

ISO 4892-2:2006/Amd.1:2009, *Plastics Methods of Exposure to laboratory Light Sources. Part 2: Xenon-arc Lamps*

2.4 NORMAS EUROPEAS

EN12899-1:2007. *Fixed, Vertical Road Traffic Signs. Part 1: Fixed Signs*

3. TERMINOLOGÍA

3.1 DEFINICIONES

Las definiciones de los términos son como se describen en las normas ASTM E284 y ASTM E808 y ASTM G113.

3.2 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS PARA ESTA NORMA

3.2.1 Lámina con capacidad de rebote. Material retrorreflectivo destinado para fijarlo a dispositivos plásticos flexibles resistentes al impacto, como canecas para canalización del tránsito.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Las láminas retrorreflectivas deben estar constituidas por una lámina blanca o de color, con una superficie exterior lisa y que esencialmente tenga la propiedad de ser retrorreflectora en toda su superficie. Hay nueve tipos y cinco clases de láminas retrorreflectivas. Los tipos se determinan por conformidad con los requisitos de retrorreflectancia, color y durabilidad enumerados en el numeral 6.1, y pueden tener cualquier construcción, siempre y cuando cumpla con estos requisitos. La designación de los tipos se da como un medio para diferenciar el desempeño funcional. A continuación se presentan ejemplos típicos de aplicaciones, sólo como información descriptiva, y sin pretender que se les considere como limitaciones o recomendaciones. Los identificadores comunes para cada tipo se enumeran en el numeral 4.2.

4.1.1 Las aplicaciones típicas para la lámina retrorreflectiva que se tratan en esta norma son:

Tipo	Aplicación típica
I	Señalización en carreteras, dispositivos para zonas en construcción y delineadores
II	Señalización en carreteras, dispositivos para zonas en construcción y delineadores
III	Señalización en carreteras, dispositivos para zonas en construcción y delineadores
IV	Señalización en carreteras, dispositivos para zonas en construcción y delineadores
V	Delineadores
VI	Señales enrollables temporales, señales de advertencia, collares de los conos de tráfico y cintas de demarcación
VII	Este tipo de designación ha sido reemplazada por el tipo VIII
VIII	Señalización en carreteras, dispositivos para zonas en construcción y delineadores
IX	Señalización en carreteras, dispositivos para zonas en construcción y delineadores
X	Este tipo de designación ha sido reemplazada por el tipo VIII
XI	Señalización en carreteras, dispositivos para zonas en construcción y delineadores

4.2 La lámina retrorreflectiva se debe clasificar como se indica a continuación (la secuencia del tipo no es indicativa del nivel de desempeño):

4.2.1 Tipo I

Lámina retrorreflectiva conformada por microesferas de vidrio incorporadas, conocida como "grado ingeniería". Las aplicaciones más comunes de este material son señalización permanente en calles y carreteras y dispositivos para zonas de construcción y delineadores.

4.2.2 Tipo II

Lámina retrorreflectiva conformada por microesferas de vidrio incorporadas, conocida "súper ingeniería". Las aplicaciones más comunes de este material son señalización permanente en calles y carreteras y dispositivos para zonas de construcción y delineadores.

4.2.3 Tipo III

Lámina retrorreflectiva conocida como "alta intensidad" conformada por microesferas de vidrio encapsuladas o como material retrorreflectivo microprismático no metalizado. Las aplicaciones más comunes de este material son señalización permanente en calles y carreteras y dispositivos para zonas de construcción y delineadores.

4.2.4 Tipo IV

Lámina retrorreflectiva conformada por microprismas no metalizados, conocida como "alta intensidad". Las aplicaciones más comunes de este material son señalización permanente en calles y carreteras y dispositivos para zonas de construcción y delineadores.

4.2.5 Tipo V

Lámina retrorreflectiva conformada por microprismas metalizados, conocida como "súper alta intensidad". Esta lámina se usa típicamente para delineadores.

4.2.6 Tipo VI

Lámina retrorreflectiva elastomérica sin adhesivo conformada por material vinílico microprismático. Las aplicaciones incluyen señales de advertencia temporales enrollables anaranjadas, collares de los conos de tráfico y bandas para canalizadores.

4.2.7 Tipo VII

La lámina retrorreflectiva clasificada previamente como Tipo VII ha sido reclasificada como Tipo VIII. El uso de una designación como Tipo VII se ha descontinuado.

4.2.8 Tipo VIII

Lámina retrorreflectiva conformada por microprismas no metalizados con esquinas cúbicas. Las aplicaciones más comunes de este material son señalización permanente en calles y carreteras y dispositivos para zonas de construcción y delineadores.

4.2.9 Tipo IX

Lámina retrorreflectiva conformada por microprismas no metalizados con esquinas cúbicas. Las aplicaciones más comunes de este material son señalización permanente en calles y carreteras y dispositivos para zonas de construcción y delineadores.

4.2.10 Tipo X

La lámina retrorreflectiva clasificada previamente como Tipo X ha sido reclasificada como Tipo VIII. El uso de una designación como Tipo X se ha descontinuado.

4.2.11 Tipo XI

Lámina retrorreflectiva conformada por microprismas no metalizados con esquinas cúbicas. Las aplicaciones más comunes de este material son señalización permanente en calles y carreteras y dispositivos para zonas de construcción y delineadores.

NOTA 1 Todas las láminas retrorreflectivas, pero especialmente las microprismáticas, pueden tener características de desempeño únicas por fuera del intervalo de las geometrías estándar presentadas en las tablas que definen los tipos. Algunas aplicaciones pueden requerir el uso de un producto particular dentro de un tipo particular con el fin de lograr el nivel deseado de retrorreflectividad en una situación dada. En estos casos, se debe obtener información concerniente a características de desempeño adicionales.

4.3 Clases de respaldo. El respaldo requerido para las láminas retrorreflectivas se debe clasificar como se indica a continuación:

4.3.1 Clase I

El respaldo adhesivo debe ser sensible a la presión, no debe requerir calor, solventes ni otras preparaciones para adherirse a superficies lisas y limpias.

4.3.2 Clase 2

Este respaldo debe tener un adhesivo que se active al aplicarle calor y presión al material. La temperatura necesaria para formar una unión permanente y durable debe ser como mínimo 66 °C (150 °F).

4.3.2.1 El material Clase 2 debe poder volver a colocarse bajo condiciones normales de fábrica y temperaturas de los substratos hasta 38 °C (100 °F) sin daño para el material. El material Clase 2 se puede perforar para facilitar sacar el aire contenido en los laminadores térmicos de vacío, pero el tamaño y frecuencia de las perforaciones no debe causar defectos objetables cuando se haga una impresión sobre la lámina.

4.3.3 Clase 3

Este respaldo debe tener un adhesivo sensible a la presión, de baja adhesividad, que se pueda cambiar de posición y no requiera calor, solventes ni otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias. Debe poder volver a colocarse a temperaturas de hasta 38 °C (100 °F) sin daño para el material.

4.3.4 Clase 4

Este respaldo debe tener un adhesivo sensible a la presión a baja temperatura que permita aplicar la lámina a temperaturas de hasta - 7 °C (+ 20 °F) sin ayuda de calor, solventes ni otra preparación para adherirse a superficies lisas, limpias y secas.

4.3.5 Clase 5

Este respaldo debe ser no adhesivo, y debe estar fabricado de material utilizado comercialmente en productos autosoportables tales como los collares de conos de tráfico, señales de advertencia temporales enrollables y cintas de canalizadores.

5. INFORMACIÓN SOBRE PEDIDOS

5.1 El comprador que utilice esta norma debe incluir la siguiente información:

5.1.1 Denominación de esta norma.

5.1.2 Clasificación por tipo (véase el numeral 4).

5.1.3 Clase de adhesivo (véase el numeral 4.3).

5.1.4 Color a la luz del día (véase el numeral 6.3).

5.1.5 Longitud y ancho de las láminas (véase el numeral 8.1).

5.1.6 Longitud y ancho de los rollos (véase el numeral 8.2).

5.1.7 Información complementaria, si el comprador la requiere, que incluya:

5.1.7.1 La conformidad con el coeficiente mínimo de retrorreflexión para un ángulo de observación de 0,1° es un requisito complementario que se debe aplicar sólo cuando se especifique. Un ángulo de observación de 0,1° se puede especificar cuando el funcionamiento de una lámina a gran distancia sea un requisito.

5.1.7.2 Requisitos de ensayo de resistencia a los hongos (véase requisitos complementarios S.1).

5.1.7.3 Requisitos de láminas con capacidad de rebote (véase Requisitos Complementarios S.2).

5.1.8 Indicación de que la lámina está prevista para uso en zonas de trabajo, si es aplicable, para determinar qué requisitos de intemperización se aplican.

5.1.9 Cualquier información adicional.

6. REQUISITOS DE DESEMPEÑO

6.1 Este es un resumen de los requisitos mínimos de desempeño para cada tipo de lámina retrorreflectiva.

6.1.1 Tipo I

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 1; intemperización en exteriores: 24 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

6.1.2 Tipo II

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 3; intemperización en exteriores: 36 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

6.1.3 Tipo III

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 4; intemperización en exteriores: 36 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

6.1.4 Tipo IV

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 5; intemperización en exteriores: 36 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

6.1.5 Tipo V

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 6; intemperización en exteriores: 36 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

Tabla 1. Láminas Tipo I[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón
0,2°	-4°	70	50	25	9,0	14	4,0	1,0
0,2°	+30°	30	22	7,0	3,5	6,0	1,7	0,3
0,5°	-4°	30	25	13	4,5	4,5	2,0	0,3
0,5°	+30°	15	13	4,0	2,2	3,0	0,8	0,2

[A] Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx $^{-1}$ m^{-2}) cd/fc/pies^2

Tabla 2. Factor de luminancia a la luz del día (Y%)[A]

Color	Todos excepto el Tipo V		Tipo V	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Blanco	27	-	15	-
Amarillo	15	45	12	30
Naranja	10	30	7,0	25
Verde	3,0	12	2,5	11
Rojo	2,5	15	2,5	11
Azul	1,0	10	1,0	10
Marrón	1,0	9,0	1,0	9,0
Amarillo-verde fluorescente	60	-	-	-
Amarillo fluorescente	40	-	-	-
Naranja fluorescente	20	-	-	-

[A] Los factores de luminancia presentados para colores fluorescentes constan de la suma de un factor de luminancia reflectancia y un factor de luminancia fluorescente. El factor de luminancia se puede determinar usando una buena aproximación al iluminante D65, lo que exige un instrumento con una fuente de luz adecuadamente filtrada, o usando un fotómetro biespectral conforme con el método ASTM E2301.

Tabla 3. Láminas Tipo II[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón
0,2°	-4°	140	100	60	30	30	10	5,0
0,2°	+30°	60	36	22	10	12	4,0	2,0
0,5°	-4°	50	33	20	9,0	10	3,0	2,0
0,5°	+30°	28	20	12	6,0	6,0	2,0	1,0

A Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx $^{-1}$ m^{-2}) cd/fc/pies^2

Tabla 4. Láminas tipo III[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón
0,1°[B]	-4°	300	200	120	54	54	24	14
0,1°[B]	+30°	180	120	72	62	32	14	10
0,2°	-4°	250	170	100	45	45	20	12
0,2°	+30°	150	100	60	25	25	11	8,5
0,5°	-4°	95	62	30	15	15	7,5	5,0
0,5°	+30°	65	45	25	10	10	5,0	3,5

A Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx $^{-1}$ m^{-2}) cd/fc/pies^2

B Los valores para el ángulo de observación de 0,1° son requisitos complementarios que se deben aplicar únicamente cuando lo especifica el comprador en el contrato o la orden.

6.1.6 Tipo VI

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 7; intemperización en exteriores: 6 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2.

6.1.7 Tipo VII

Las láminas retrorreflectivas clasificadas previamente como Tipo VII se han reclasificado como Tipo VIII.

6.1.8 Tipo VIII

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 8; intemperización en exteriores: 36 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

6.1.9 Tipo IX

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 9; intemperización en exteriores: 36 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

6.1.10 Tipo X

Las láminas retrorreflectivas clasificadas previamente como Tipo X se han reclasificado como Tipo VIII.

Tabla 5. Láminas tipo IV[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón	Amarillo-verde fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0,1°[B]	- 4°	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0,1°[B]	+ 30°	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0,2°	- 4°	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0,2°	+ 30°	170	135	68	25	30	14	8,5	135	100	50
0,5°	- 4°	150	110	60	21	27	13	7,5	120	90	45
0,5°	+ 30°	72	54	28	10	13	6	3,5	55	40	22

[A] Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx^{-1} m^{-2}) cd/fc/pies^2

[B] Los valores para ángulos de observación de 0,1° son requisitos complementarios que se deben aplicar solamente cuando lo especifica el comprador en el contrato un orden de compra

Tabla 6. Láminas tipo V[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul
0,1°[B]	-4°	2000	1300	800	360	360	160
0,1°[B]	+30°	1100	740	440	200	200	88
0,2°	-4°	700	470	280	120	120	56
0,2°	+30°	400	270	160	72	72	32
0,5°	-4°	160	110	64	28	28	13
0,5°	+30°	75	51	30	13	13	6,0

[A] Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx^{-1} m^{-2}) cd/fc/pies^2

[B] Los valores para ángulos de observación de 0,1° son requisitos complementarios que se deben aplicar solamente cuando lo especifica el comprador en el contrato un orden de compra.

6.1.11 Tipo XI

Coeficiente mínimo de retrorreflexión: Tabla 10; intemperización en exteriores: 36 meses, véase el numeral 6.4; factor de luminancia a la luz del día: Tabla 2; otros requisitos: cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

6.2 Coeficiente de retrorreflexión. El coeficiente de retrorreflexión debe cumplir o exceder los requisitos mínimos para el tipo de lámina apropiado (véanse las Tablas 1, 3-10), como se especifica en el numeral 7.3.

6.3 Color a la luz del día. El color de la lámina debe cumplir los requisitos especificados en la Tabla 2 y la Tabla 11 cuando se ensaya conforme indica el numeral 7.4. Los requisitos para color a la luz del día se desarrollaron para un grupo limitado de láminas retrorreflectivas y un grupo limitado de dispositivos de medición. Se encuentra en desarrollo una gama más amplia de técnicas e instrumentos ópticos. Algunas láminas pueden requerir evaluación visual para determinar la aceptabilidad de la apariencia a la luz del día.

6.4 Requisitos de intemperización acelerada en exteriores. Una lámina retrorreflectiva debe ser resistente a la exposición a la intemperie y no presentar agrietamiento, delaminación, picaduras, ampollas, levantamiento de los bordes o enrollamiento apreciables, ni contracción o expansión mayores de 0,8 mm (1/32 de pulgada) cuando se ensaye como se especifica en el numeral 7.6. Se realizan las mediciones de retrorreflectividad después de intemperización en exteriores a un ángulo de observación de 0,2° y ángulos de entrada de - 4° y +30°. El coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) después de la exposición a la intemperie se especifica en la Tabla 12.

NOTA 2 En el requisito complementario S3 se describe un método de intemperización artificial acelerada que los usuarios de esta norma pueden emplear para hacer un juicio preliminar hasta que los resultados de intemperización en exteriores estén disponibles.

6.5 Solidez del color. Después de la intemperización en exteriores especificada, la probeta debe cumplir los requisitos indicados en la Tabla 2 y en la Tabla 11 cuando se ensaya conforme especifican los numerales 7.4 y 7.7.

6.6 Contracción. La lámina retrorreflectiva no debe presentar contracción (encogimiento) en ninguna dimensión, superior a 0,8 mm (1/32 de pulgada) en 10 min ni más de 3,2 mm (1/8 de pulgada) en 24 h, cuando se ensaya conforme especifica el numeral 7.8.

6.7 Flexibilidad. La lámina debe ser suficientemente flexible para no presentar agrietamiento cuando se ensaye conforme se especifica en el numeral 7.9.

6.8 Retiro del recubrimiento. El recubrimiento, cuando lo hay, debe retirarse fácilmente sin remojarlo en agua ni otras soluciones, y no debe romperse, rasgarse ni quitar el adhesivo de la lámina. (Véase numeral 7.10).

6.9 Adhesión. Cuando se ensaya de acuerdo al numeral 7.5, el respaldo adhesivo de la lámina retrorreflectiva debe producir una unión que soporte un peso de 0,79 kg (1 3/4 de lb) para adhesivos Clase 1, 2 y 3, o un peso de 0,45 kg (1 lb) para adhesivo clase 4 por 5 min, sin que el adhesivo se pele en un tramo mayor de 51 mm (2 pulgadas).

6.10 Resistencia al impacto. La lámina retrorreflectiva no debe presentar agrietamiento o delaminación fuera del área real de impacto cuando se somete al ensayo de impacto de acuerdo con lo especificado en el numeral 7.11.

6.11 Color nocturno. El color de la lámina durante la noche debe cumplir con los requisitos de la Tabla 13, cuando se somete a ensayo de acuerdo con lo especificado n el numeral 7.12.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 CONDICIONES DE ENSAYO

A menos que en esta norma se especifique otra cosa, todas las muestras y probetas de ensayo pegadas y no pegadas con adhesivo se deben acondicionar a una temperatura de 23 °C ± 2 °C (73 °F ± 3 °F) y a humedad relativa de 50 % ± 5 % durante 24 h antes de ensayarlas.

7.2 PREPARACIÓN DEL PANEL

A menos que en esta norma se especifique algo diferente, cuando los ensayos se van a llevar a cabo utilizando paneles de prueba, se aplican las probetas de material retrorreflectivo a láminas lisas cortadas de aleación de aluminio 6061-T6 o 5052-H38, de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM B209 o ASTM B209M. Las láminas deben tener un espesor de 0,508 mm (0,020 pulgadas), 1,016 mm (0,040 pulgadas) o 1,600 mm (0,063 pulgadas) y unas dimensiones mínimas de 200 mm x 200 mm (8 pulgadas x 8 pulgadas). El aluminio se prepara de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM B449, Clase 2, o se desengrasa y se somete a un ligero ataque con ácido antes de aplicar las probetas. Las láminas se aplican a los paneles conforme recomienda el fabricante de éstas.

7.3 COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN

7.3.1 Para lotes, rollos o láminas de material retrorreflectivo nuevo (sin someter a exposición) de al menos 0,914 m (1 yarda) de longitud, se toman tres muestras de acuerdo con el numeral 9.1. Se determinan los coeficientes de retrorreflexión de acuerdo con la norma ASTM E810.

Tabla 7. Láminas Tipo VI[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Amarillo-verde fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0,1°[B]	- 4°	750	525	190	90	105	68	600	450	300
0,1°[B]	+ 30°	300	210	75	36	42	27	240	180	120
0,2°	- 4°	500	350	125	60	70	45	400	300	200
0,2°	+ 30°	200	140	50	24	28	18	160	120	80
0,5°	- 4°	225	160	56	27	32	20	180	135	90
0,5°	+ 30°	85	60	21	10	12	7,7	68	51	34

[A] Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx $^{-1}$ m $^{-2}$) cd/fc/pies^2

[B] Los valores para el ángulo de observación de 0,1° son requisitos complementarios que se deben aplicar únicamente cuando lo especifica el comprador en el contrato o la orden.

Tabla 8. Láminas Tipo VIII[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Amarillo-verde fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0,1°[B]	- 4°	1000	750	375	100	150	45	800	600	300
0,1°[B]	+ 30°	460	345	175	46	69	21	370	280	135
0,2°	- 4°	700	525	265	70	105	32	560	420	210
0,2°	+ 30°	325	245	120	33	49	15	260	200	95
0,5°	- 4°	250	190	94	25	38	11	200	150	75
0,5°	+ 30°	115	86	43	12	17	5,0	92	69	35

[A] Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx $^{-1}$ m $^{-2}$) cd/fc/pies^2

[B] Los valores para el ángulo de observación de 0,1° son requisitos complementarios que se deben aplicar únicamente cuando lo especifica el comprador en el contrato o la orden.

Tabla 9. Láminas Tipo IX[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Amarillo-verde fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0,1°[B]	- 4°	660	500	250	66	130	30	530	400	200
0,1°[B]	+ 30°	370	280	140	37	74	17	300	220	110
0,2°	- 4°	380	285	145	38	76	17	300	230	115
0,2°	+ 30°	215	162	82	22	43	10	170	130	65
0,5°	- 4°	240	180	90	24	48	11	190	145	72
0,5°	+ 30°	135	100	50	14	27	6,0	110	81	41
1,0°	- 4°	80	60	30	8,0	16	3,6	64	48	24
1,0°	+ 30°	45	34	17	4,5	9,0	2,0	36	27	14

[A] Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx $^{-1}$ m $^{-2}$) cd/fc/pies^2

[B] Los valores para el ángulo de observación de 0,1° son requisitos complementarios que se deben aplicar únicamente cuando lo especifica el comprador en el contrato o la orden.

Tabla 10. Láminas Tipo XI[A]

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul	Marrón	Amarillo-verde fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0,1°[B]	- 4°	830	620	290	83	125	37	25	660	500	250
0,1°[B]	+ 30°	325	245	115	33	50	15	10	260	200	100
0,2°	- 4°	580	435	200	58	87	26	17	460	350	175
0,2°	+ 30°	220	465	77	22	33	10	7,0	180	130	66
0,5°	- 4°	420	315	150	42	63	19	13	340	250	125
0,5°	+ 30°	150	110	53	15	23	7,0	5,0	120	90	45
0,1°	- 4°	120	90	42	12	18	5.0	4,0	96	72	36
0,1°	+ 30°	45	34	16	5,0	7,0	2.0	1,0	36	27	14

[A] Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) (cd . lx $^{-1}$ m^{-2}) cd/fc/pies^2

[B] Los valores para el ángulo de observación de 0,1° son requisitos complementarios que se deben aplicar únicamente cuando lo especifica el comprador en el contrato o la orden.

7.3.1.1 Para cumplir con la presente norma, el promedio de los tres coeficientes de retrorreflexión debe cumplir los límites mínimos establecidos en el numeral 6.2 y ninguno de los coeficientes de retrorreflexión obtenidos en alguna de las muestras debe ser inferior al 80 % de los valores requeridos en el numeral 6.2.

7.4 COLOR A LA LUZ DEL DÍA

7.4.1 Determine la cromaticidad y el factor de luminancia Y (%) para el iluminante estándar IEC D65 y el observador estándar IEC 2° 1931 de acuerdo con las normas ASTM E308, ASTM E1347, ASTM E1349 y ASTM E2301, ASTM E991, ASTM E1164, ASTM E2152 y ASTM E2153, según sea aplicable. El factor de luminancia es la suma del factor de luminancia de la reflectancia y el factor de luminancia de la fluorescencia. La medición biespectral suministra los factores individuales, mientras que la medición con D65 simulado proporciona su suma.

7.4.1.1 Para probetas fluorescentes, es necesario que la iluminación física de la probeta sea una buena aproximación al iluminante D65, para lo que se requiere un instrumento con una fuente de luz filtrada apropiadamente, o un fotómetro biespectral conforme con la norma ASTM E2301.

7.4.2 Existen tres tipos de instrumentos de 45/0 (0/45): anular, circunferencial y uniplanar (véase la Figura 1). Las mediciones de láminas prismáticas con instrumentos circunferenciales pueden requerir mediciones múltiples. La medición de láminas prismáticas con instrumentos uniplanares definitivamente requiere mediciones múltiples.

Tabla 11. Límites de la especificación del color (a la luz del día)[A]

Color	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Blanco	0,303	0,300	0,368	0,366	0,340	0,393	0,274	0,329
Amarillo	0,498	0,412	0,557	0,442	0,479	0,520	0,438	0,472
Naranja	0,558	0,352	0,636	0,364	0,570	0,429	0,506	0,404
Verde[B]	0,026	0,399	0,166	0,364	0,286	0,446	0,207	0,771
Rojo	0,648	0,351	0,735	0,265	0,629	0,281	0,565	0,346
Azul[B]	0,140	0,035	0,244	0,210	0,190	0,255	0,065	0,216
Marrón	0,430	0,340	0,610	0,390	0,550	0,450	0,430	0,390
Amarillo-Verde fluorescente	0,387	0,610	0,369	0,546	0,428	0,496	0,460	0,540
Amarillo fluorescente	0,479	0,520	0,446	0,483	0,512	0,421	0,557	0,442
Naranja fluorescente	0,583	0,416	0,535	0,400	0,595	0,351	0,645	0,355

[A] Los cuatro pares de coordenadas de cromaticidad determinan el color aceptable en términos del sistema colorimétrico estándar CIE 1931 medido con el iluminante estándar D65.

[B] El límite de saturación de verde y azul se puede ampliar hasta el límite del locus de cromaticidad CIE para colores espectrales.

7.4.2.1 Si la geometría de la medición es circunferencial, entonces el laboratorio de ensayo debe verificar que las aberturas en el anillo sean lo suficientemente cercanas para una aproximación aceptable a una medición anular. Esto puede depender de la construcción óptica de la probeta, y lo debe determinar el laboratorio de ensayo. Se pueden promediar múltiples mediciones de la misma área de probeta a diferentes rotaciones, para mejorar la aproximación a una medición anular.

Tabla 12. Requisitos fotométricos de intemperización en exteriores para todos los climas

Tipo	Meses[A]	Coeficiente mínimo de retrorreflexión R_A
I	24[B]	50 % de la Tabla 1
II	36[B]	65 % de la Tabla 3
III	36[B]	80 % de la Tabla 4
IV	36[B]	80 % de la Tabla 5
V	36[B]	80 % de la Tabla 6
VI	6	50 % de la Tabla 7
VIII	36[B]	80 % de la Tabla 8
IX	36[B]	80 % de la Tabla 9
XI	36[B]	80 % de la Tabla 10

[A] Para obtener información adicional se pueden realizar ensayos a intervalos más cortos.

[B] Cuando se especifican láminas para aplicaciones en zonas de obras de construcción, el tiempo de intemperización en el exterior debe ser de 12 meses.

7.4.2.2 Si la geometría de la medición es uniplanar, entonces la secuencia de mediciones se debe llevar a cabo en la misma área de la probeta a rotaciones incrementales, y los valores de la medición se deben tomar como los promedios de todas las rotaciones. El número de rotaciones debe ser lo suficientemente grande para una aproximación aceptable a una medición anular. El número depende de la construcción óptica de la probeta y lo debe determinar el laboratorio de ensayo.

7.4.3 Los instrumentos (espectrofotómetros, colorímetros) que se usen para medir el color a la luz del día deberían tener iluminación y geometría de visión de 45/0 ó 0/45. El instrumento de arbitraje debe tener aberturas de 10° tanto para iluminación como para visión. El uso de tamaños de aberturas que se desvíen de éstas puede afectar los resultados de las mediciones.

7.5 ADHESIÓN

Se aplica la lámina a un panel de ensayo que tenga un espesor mínimo de 1,016 mm (0,040 pulgadas), preparado como se especifica en el numeral 7.2. Se pegan 102 mm (4 pulgadas) de una probeta de 25,4 mm x 152 mm (1 pulgada x 6 pulgadas) a un panel de ensayo. Se acondiciona (véase el numeral 7.1) y luego se sujeta un peso al extremo libre y se deja colgar libremente formando un ángulo de 90° con la superficie del panel durante 5 min.

7.6 INTEMPERIZACIÓN EN EXTERIORES

La intemperización en exteriores se debe hacer de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM G7. Durante la exposición, los paneles de ensayo deben estar abiertos por la parte posterior y orientados a un ángulo de 45° respecto a la horizontal y frente al ecuador, como lo especifica la norma ASTM G7. Se exponen dos paneles por cada sitio para el número de meses especificados en la Tabla 12. Las exposiciones se realizan en sitios que tengan los tipos de clima indicados en la Tabla 14. El etiquetado de los paneles, así como su acondicionamiento y manejo antes de la exposición y durante los períodos de evaluación deben estar conformes con la norma ASTM G147.

7.6.1 Montaje de la probeta para láminas Tipo VI

Se aseguran los extremos de probetas de 100 mm x 300 mm, entre barras de 25 mm x 200 mm x 2 mm de aluminio 6061-T6, y se fijan estas barras a unas bandas de montaje en el soporte para intemperización en exteriores. Las probetas se exponen de manera que el eje longitudinal quede paralelo al suelo y los pernos que se usan para asegurar los extremos de la probeta no interfieran con la fijación al soporte. La Figura 2 es un diagrama que ilustra la disposición de las barras de fijación y la probeta de ensayo.

7.6.2 Lavado de los paneles después de la exposición

Después de la exposición, se lavan cuidadosamente los paneles con un paño suave o una esponja y agua limpia o una solución diluida (1 % por peso en agua, concentración máxima) de un detergente suave. Después de lavarlos, se enjuagan perfectamente con agua limpia y se secan con un paño suave y limpio. Después del lavado y secado los paneles se acondicionan a temperatura ambiente por lo menos 2 h antes de cualquier medición de propiedades.

7.6.3 Medición del coeficiente de retrorreflexión

Después de haber lavado, secado y acondicionado los paneles como especifica el numeral 7.6.2, se mide la retrorreflectancia a un ángulo de observación de 0,2° y ángulos de entrada de -4° y 30°. Se reporta el promedio del coeficiente de retrorreflexión medido en cada geometría en los dos paneles de cada sitio de exposición.

NOTA 3 El uso de dos muestras por cada cubierta se considera lo mínimo y refleja la práctica histórica y la practicidad. Se pueden someter a intemperización muestras adicionales y promediar los resultados para disminuir los efectos de la variabilidad asociada con el proceso de intemperización.

NOTA 4 Los ensayos de intemperización, en general, se realizan con menos frecuencia que otros ensayos en esta norma. Se debe usar el criterio para convencer demostrar al usuario de que los resultados de la intemperización obtenidos en muestras expuestas son suficientemente aplicables al material que se suministra.

7.7 SOLIDEZ DEL COLOR

Para el ensayo de solidez del color se usa una de las probetas intemperizadas en exteriores. Los paneles se lavan, se secan y se acondicionan como se especifica en el numeral 7.6.2, y se ensayan como especifica el numeral 7.4.

Tabla 13. Límites de la especificación del color (en la noche)[A]

Color	1		2		3		4	
	x	y	x	Y	x	Y	X	y
Blanco (No hay requisito)								
Amarillo	0,513	0,487	0,500	0,470	0,545	0,425	0,572	0,425
Naranja	0,595	0,405	0,565	0,405	0,613	0,355	0,643	0,355
Verde	0,007	0,570	0,200	0,500	0,322	0,590	0,193	0,782
Rojo	0,650	0,348	0,620	0,348	0,712	0,255	0,735	0,265
Azul	0,033	0,370	0,180	0,370	0,230	0,240	0,091	0,133
Marrón	0,595	0,405	0,540	0,405	0,570	0,365	0,643	0,355
Amarillo-verde fluorescente	0,480	0,520	0,473	0,490	0,523	0,440	0,550	0.449
Amarillo fluorescente	0,554	0,445	0,526	0,437	0,569	0,394	0,610	0.390
Naranja fluorescente	0,625	0,375	0,589	0,376	0,636	0,330	0,669	0,331

[A] Los cuatro pares de coordenadas de cromaticidad determinan el color aceptable en términos del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931, medido con el iluminante estándar D65.

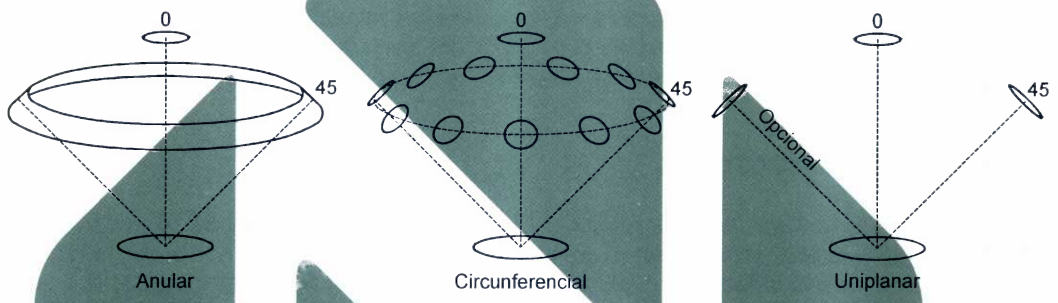


Figura 1. Tres tipos de instrumento 0/45 (45/0)

Tabla 14. Tipos de clima para uso en exposición en exteriores de las láminas retrorreflectivas

Tipo de clima[A,B]	Temperatura mensual promedio, °C		Ejemplo representativo de un sitio típico
	Mes más caliente	Mes más frío	
Verano lluvioso tropical	28 a 34	18 a 22	Miami, Florida
Desértico	28 a 34	10 a 17	Phoenix, Arizona
(opcional, pero recomendado)	Clima acordado mutuamente entre el comprador y el vendedor[C]		

[A] La clasificación del clima está acorde con el sistema de clasificación reformado de *Koppen.*

[B] Los resultados de la exposición en exteriores en Miami, FL y Phoenix, AZ se reconocen internacionalmente como estándar de comparación para evaluar la durabilidad de muchos tipos diferentes de materiales y productos.

[C] La exposición en exteriores de las láminas retrorreflectivas se realiza en ubicaciones representativas de varios climas diferentes por parte del programa nacional de evaluación de productos (NTPEP por sus siglas en inglés) para transporte ejecutado por AASHTO.

7.8 CONTRACCIÓN (ENCOGIMIENTO)

Se acondiciona una probeta de lámina retrorreflectiva de 229 mm x 229 mm (9 pulgadas x 9 pulgadas) con recubrimiento, por lo menos durante 1 h bajo condiciones de ensayo estándar (véase el numeral 7.1). Se retira el recubrimiento y se coloca la probeta sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. Diez minutos después de retirar el recubrimiento y después de otras 24 h, se mide la probeta para determinar la cantidad de cambio dimensional.

7.9 FLEXIBILIDAD

Se dobla la lámina, en 1 s, alrededor de un mandril de 3,2 mm (1/8 de pulgada) con el adhesivo haciendo contacto con el mandril. Para facilitar el ensayo se esparce talco en polvo sobre el adhesivo para evitar que se pegue al mandril. La probeta debe tener 70 mm x 229 mm (2 3/4 de pulgada por 11 pulgadas). La temperatura de ensayo debe ser 23 °C ± 2 °C (73 °F ± 3 °F).

7.10 RETIRO DEL RECUBRIMIENTO

El recubrimiento protector, si lo hay, debe poder retirarse fácilmente después de un almacenamiento acelerado durante 4 h a 71 °C (160 °F) bajo una presión de 17,2 kPa (2,5 psi).

7.11 RESISTENCIA AL IMPACTO

Se aplica la lámina retrorreflectiva a un panel de ensayo de 76 mm x 127 mm x 1,016 mm (3 pulgadas x 5 pulgadas x 0,040 pulgadas), de aluminio 6061-T6, como se especifica en el numeral 7.2 y se acondiciona para ensayo como se especifica en el numeral 7.1. Se somete la lámina al impacto de un peso de 0,91 kg (2 lb) con una punta redonda de 15,8 mm (5/8 de pulgada) de diámetro, que se deja caer desde la altura necesaria para generar un impacto de 1,13 N.m (10 pulgadas libra).

7.12 COLOR NOCTURNO

Se realiza el ensayo del color nocturno. Se determina la cromaticidad de acuerdo con la norma ASTM E811 y se evalúa según el sistema CIE que se indica en la norma ASTM E308. (Se debe considerar que el límite de saturación se extiende hasta el límite del *locus* de la cromaticidad de los colores espectrales). Se mide usando el iluminante A CIE, ángulo de observación de 0,33°, ángulo de entrada de +5 grados, aberturas de fuente y receptor que no excedan 10 min de arco, y observador estándar CIE 1931 (2º).

8. REQUISITOS GENERALES

8.1 LÁMINAS

Cuando el material retrorreflectivo está en forma de láminas, el diseño, dimensiones y tolerancias deben ser como especifique el comprador.

8.2 ROLLOS

Cuando se ordena en rollos, el material retrorreflectivo debe estar envuelto de manera uniforme alrededor de un núcleo que tenga rigidez suficiente para evitar que el rollo se distorsione. El número máximo de empalmes debe ser cuatro sobre 46 m (4/46 m) (50 yardas). Cada empalme debe ser visible en el borde del rollo. La longitud y ancho deben ser como especifique el comprador.

8.3 GENERACIÓN DE COLOR

Las láminas deben permitir la generación del color con colores compatibles, transparentes y opacos de acuerdo con la recomendación del fabricante de la lámina, a temperaturas entre 16 °C a 38 °C (60 °F a 100 °F) y humedad relativa de 20 % a 80 %.



Figura 2. Diagrama que ilustra las barras de sujeción para sujetar las muestras de lámina Tipo VI al soporte de ensayo para la exposición en exteriores

9. MUESTREO

9.1 Para determinar la conformidad con los requisitos de coeficientes de retrorreflexión para láminas o rollos de al menos 0,914 m (1 yarda) de longitud de material retrorreflectivo nuevo (sin someter a exposición):

9.1.1 Se selecciona aleatoriamente una probeta de ancho completo x 0,914 m (1 yarda) de longitud para representar toda la lámina, rollo o lote.

NOTA 5 No se deberían usar muestras de menos de 0,914 m (1 yarda) de longitud para determinar la conformidad de rollos o lotes completos.

9.1.2 Se toman tres muestras de la probeta seleccionada.

9.1.2.1 Las tres muestras se deben separar homogéneamente en sentido transversal (izquierda, centro, derecha) y longitudinal, como se ilustra en la Figura 3.

9.2 Para determinar la conformidad de todos los demás requisitos, se deben ensayar muestras sencillas tomadas aleatoriamente.

10. PRECISIÓN Y SESGO

10.1 La precisión y el sesgo para los métodos de ensayo del numeral 7 no se han determinado.

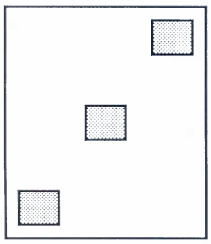
11. EMPAQUE Y ROTULADO DE LOS EMPAQUES

11.1 Las láminas o rollos fabricados conforme especifica esta norma se deben empacar de acuerdo con las normas aceptables comercialmente. Cada empaque se debe marcar con la siguiente información:

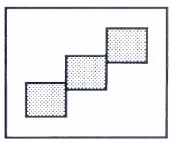
Nombre, marca o marca registrada
Cantidad
Tamaño
Número de lote o tanda
Número de la parte

12. PALABRAS CLAVE

12.1 Barricadas, delineadores, señalización en carreteras, lámina con capacidad de rebote, lámina retrorreflectiva, control de tráfico.



a) 0,914 m (1 y) de longitud



b) 0,914 m (1 y) de longitud

Figura 3. Ejemplos de separación adecuada de las muestras

REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

Los siguientes requisitos complementarios se aplican sólo cuando el comprador lo especifique en el contrato o pedido.

S.1 RESISTENCIA A LOS HONGOS

S.1.1. Objeto

Esta especificación complementaria cubre los ensayos de resistencia a los hongos.

S.1.2 Requisitos y métodos de ensayo

S.1.2.1 Condiciones de ensayo

A menos que se especifique otra cosa en esta norma, todas las muestras de ensayo y probetas pegadas con adhesivo o no, se deben acondicionar a una temperatura de 23 °C ± 2 °C (73 °F ± 3 °F) y a una humedad relativa de 50 % ± 5 % durante 24 h antes de ensayarlas.

S.1.2.2 Preparación de los paneles

A menos que se especifique otra cosa en esta norma, cuando los ensayos se van a realizar utilizando paneles de ensayo, las probetas de material retrorreflectivo se deben aplicar a aluminio liso, cortado de láminas de aleación 6061-T6, conforme especifica la norma ASTM B209 o ASTM B209M, con un espesor de 0,508 mm (0,020 pulgadas). El aluminio se debe preparar de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM B449, Clase 2, o desengrasar y someter a un ligero ataque con ácido antes de aplicar las probetas. Las probetas se deben aplicar a los paneles conforme a las recomendaciones del fabricante de la lámina.

S1.3 Resistencia a los hongos

S1.3.1 Para uso en áreas en que el crecimiento de hongos en las láminas retrorreflectivas pueda ser un problema, la resistencia a ellos se debe determinar conforme se especifica en esta norma.

S1.3.2 Después de la inoculación con un organismo de ensayo, *Aspergillus Niger* e incubación por 14 d, el material retrorreflectivo no debe presentar formación apreciable de crecimiento de hongos. Si se presenta dicha formación, no debe ser perjudicial para el material retrorreflectivo y debe poder retirarse limpiándola con un paño suave.

S1.3.3 Organismo de ensayo

El organismo de ensayo que se usa en este ensayo debe ser el *Aspergillus niger*, ATCC (*American Type Culture Collection*) número 6275. Los cultivos de este organismo se deben mantener cuidadosamente en un medio de agar de dextrosa de papa y se deben renovar rápidamente si hay evidencia de contaminación. Los caldos de cultivo se pueden guardar por un período no mayor de 4 meses en un refrigerador a una temperatura entre 3 °C a 10 °C (37 °F a 50 °F). Para preparar el inóculo se deben usar subcultivos incubados entre 28 °C a 30 °C (82,4 °F y 86 °F) durante un período entre 10 d a 14 d.

S1.3.4 Medio de cultivo

El medio de cultivo debe tener la siguiente composición:

$NaNO_3$	3,0 g
K_2HPO_4	1,0 g
$MgSO_47H_20$	0,5 g
KCl	0,25 g
Agar	15,0 g

Agua destilada para obtener 1000 ml.

S1.3.5 El pH debe estar entre 5,5 y 6,5: si no lo está, se ajusta a ese rango con HCl o NaOH. Después de mezclar, los ingredientes se deben esterilizar en autoclave durante 15 min a 103 kPa (15 psi) a una temperatura de 120 °C (248 °F). Bajo condiciones estériles, el medio se vierte en seis cajas petri (150 mm x 20 mm), aproximadamente 65 ml (2,2 oz) por caja, y se deja endurecer.

S1.3.6 Inóculo

Se añaden aproximadamente 10 ml (0,34 oz) de agua destilada estéril que contenga alrededor de 0,005 % de agente humectante no tóxico a un subcultivo (de 10 d a 14 d) del organismo de ensayo en una condición madura y fructífera. Las esporas se deben pasar a la suspensión con un cepillo de cerdas de pelo de camello (u otro medio adecuado) y diluir con agua destilada estéril hasta obtener 100 ml (3,4 oz).

S1.3.7 Preparación de las probetas

Se cortan tres probetas de 76 mm x 76 mm (3 pulgadas x 3 pulgadas) de la muestra y se aplican a paneles de ensayo con la superficie retrorreflectiva hacia arriba. Se sumergen completamente en un tanque de lixiviación con agua que fluya constantemente durante 24 h, y luego se retiran y se secan. El tanque debe ser lo bastante grande para contener una cantidad de agua cuyo peso no sea menor de 50 veces el peso de las probetas. El agua que entra al tanque no debe caer directamente sobre las probetas y debe fluir a una tasa de 5 l/h a 10 l/h (1,3 galones/h a 2,6 galones/h). El pH del agua debe estar entre 6,0 y 8,0.

S.1.3.8 Inoculación

Bajo condiciones asépticas, se sumerge cada probeta en etanol al 70 % durante unos pocos segundos, se enjuaga en agua destilada y se coloca firmemente sobre la superficie del agar solidificado en las cajas petri. Se colocan las probetas con la superficie retrorreflectiva hacia arriba, uno en cada caja. Con una pipeta estéril se distribuyen entre 1,0 ml a 1,5 ml (0,03 oz y 0,05 oz) de inóculo sobre la superficie de cada probeta y el medio circundante.

S.1.3.9Periodo de incubación

El período de incubación debe ser 14 d a una temperatura entre 28,9 °C y 32 °C (84,2 °F y 89,6 °F) y a una humedad relativa de 85 % a 90 %.

S.1.3.10 Control

Se ensayan tres probetas de control de papel filtrante no tratado, grado poroso, con las probetas de material retrorreflectivo para verificar la viabilidad del inóculo. Al final del período de incubación, los controles deberían estar cubiertos de hongos.

S.1.3.11 Resultados de ensayo

Al completar el período de incubación se examinan visualmente las probetas en busca de hongos. Se limpian con un paño suave humedecido con una solución de etanol al 70 %, y se examinan para descubrir si hay daños causados por el crecimiento de hongos. Si no se encuentran picaduras o formaciones en relieve sobre la superficie, se informa que la muestra aprueba el ensayo.

S.2 REQUISITOS DE LAS LÁMINAS CON CAPACIDAD DE REBOTE

NOTA S2.1 No todos los tipos de láminas están disponibles en forma que tenga capacidad de rebote.

S.2.1 Requisitos de desempeño

S.2.1.1 Resistencia al impacto

Las láminas retrorreflectivas no deben presentar agrietamiento o delaminación fuera del área real de impacto cuando se someten al ensayo de impacto conforme especifica el numeral S.2.2.1.

S.2.1.2Requisitos de flexibilidad

La lámina debe ser suficientemente flexible para no presentar agrietamiento cuando se ensaya de acuerdo con lo especificado en el numeral S.2.2.2.

S.2.1.3Adhesión

Cuando se ensaya de acuerdo con lo indicado en el numeral S.2.2.3, el respaldo adhesivo de la lámina retrorreflectiva debe producir una adhesión que soporte un peso de 0,79 kg (1 3/4 de lb) para adhesivos Clase 1, 2 y 3, o un peso de 0,45 kg (1 lb) para adhesivo clase 4 durante 5 min, sin pelarse en un tramo mayor de 25,4 mm (1 pulgada).

S.2.1.4Intemperización en exteriores

Las láminas retrorreflectivas deben ser resistentes a la intemperie y no deben presentar agrietamientos, desprendimiento de escamas, picaduras, ampollas, levantamiento o curvatura

de los bordes, que sean apreciables, ni contracción (encogimiento) o expansión mayores de 0,8 mm (1/32 de pulgada) después de las exposiciones a la intemperie especificadas en el numeral 7.6. El tiempo de exposición en exteriores y el coeficiente mínimo de retrorreflexión (RA) después de la exposición se especifican en la Tabla S.2.1. Las mediciones de retrorreflectividad después de la intemperización en exteriores se debe hacer sólo a un ángulo de observación de 0,2°, y ángulos de entrada de -4° y +30°.

S.2.2 Método de ensayo

S.2.2.1 Resistencia a impacto

Las láminas retrorreflectivas, aplicadas a paneles de ensayo de aluminio 6061-T6 de 76 mm x 127 mm x 1,016 mm (3 pulgadas x 5 pulgadas x 0,040) como se especifica en el numeral 7.2 y acondicionadas como se especifica en el numeral 7.1, se deben someter al impacto de un peso de 1,82 kg (4 lb), con una punta redonda cuyo diámetro sea de 15,8 mm (5/8 de pulgada), que se deja caer desde la altura necesaria para generar un impacto de 11,3 N.m (100 pulgadas.lb).

Tabla S2.1. Coeficiente mínimo de retrorreflexión (R_A) y tiempos exigidos de exposición en exteriores

Tipo	Meses[A]	Coeficiente mínimo de retrorreflexión R_A
I	12	65 % de la Tabla 1
II	12	65 % de la Tabla 3
III	12	80 % de la Tabla 4
IV	12	80 % de la Tabla 5
V	12	80 % de la Tabla 6
VI	6	50 % de la Tabla 7
VIII	12	80 % de la Tabla 8
IX	12	80 % de la Tabla 9
XI	12	80 % de la Tabla 10

S.2.2.2 Flexibilidad

La lámina se debe doblar, en 1 s, alrededor de un mandril de 3,2 mm (1/8 de pulgada) con el adhesivo haciendo contacto con el mandril. Para facilitar el ensayo se esparce talco en polvo sobre el adhesivo para evitar que se pegue al mandril. La probeta de ensayo debe tener 70 mm x 279 mm (2 3/4 de pulgada x 11 pulgadas). La temperatura de ensayo debe ser 0 °C (32 °F).

S.2.2.3 Adhesión

Se aplica la lámina a un panel de ensayo que tenga un espesor de 1,016 mm (0,040 pulgadas) como mínimo, preparado como se especifica en el numeral 7.2. Se pegan 102 mm (4 pulgadas) de una probeta de 25,4 mm x 152 mm (1 pulgada x 6 pulgadas) a un panel de ensayo. Se acondiciona (véase el numeral 7.1) y luego se sujeta el peso al extremo libre y se deja colgar libremente en un ángulo de 90° con la superficie del panel durante 5 min., sin que el adhesivo se pele más de 25,4 mm (1 pulgada).

S.2.2.4 Intemperización en exteriores

Se ensayan dos paneles en cada sitio de acuerdo con la Tabla 14. Después que los paneles se han expuesto por el número de meses especificados en el numeral S.2.1.4, se lavan y se acondicionan conforme al numeral 7.6.2, y luego se ensayan para determinar el coeficiente de retrorreflexión. Se reporta el promedio del coeficiente medido en cada geometría en los dos paneles de cada sitio de exposición.

S.3. INTEMPERIZACIÓN ARTIFICIAL ACELERADA

S.3.1 OBJETO

Este ensayo complementario se puede usar para la calificación provisional de las láminas antes de que los resultados de la intemperización en exteriores estén disponibles (véase el numeral 7.6). Cuando lo están, estos tienen precedencia sobre los de intemperización acelerada en laboratorio.

S.3.2 REQUISITOS DE ENSAYO

Se exponen 3 réplicas de probetas. Cada probeta del ensayo debe tener como mínimo 64 mm por 64 mm (2,5 pulgadas por 2,5 pulgadas).

S.3.3 CONDICIONES DE ENSAYO

Las exposiciones se llevan a cabo en un dispositivo de exposición de arco de xenón que simula directamente la radiación solar. La operación del dispositivo de exposición debe estar acorde a los principios básicos y procedimientos de operación de la norma ASTM G155 para arco de xenón y dispositivo de agua deseado para reproducir efectos de intemperización que ocurren cuando los materiales son expuestos a la luz del sol, calor y humedad de la lluvia o rocío en el actual uso.

NOTA S.3.1 Los resultados de las pruebas de intemperización artificial acelerada son usados de mejor manera para comparar la estabilidad relativa de los materiales. La reproducibilidad entre laboratorios son bien vistos cuando la estabilidad de los materiales son evaluados en términos de clasificación de desempeño comparado con el control del material o similar composición y construcción para así conocer la estabilidad exterior; por tanto, es recomendado usar la prueba rigurosa del material al mismo tiempo que el del control del material (véase norma ASTM G151).

S.3.3.1 Simulación de luz del día terrestre

El arco de xenón debe ser filtrado para suministrar una simulación de luz del día terrestre. La distribución del poder espectral que es filtrado con el arco de xenón debe ser conforme con las especificaciones relativas a la distribución del poder espectral ultravioleta para arco de xenón con luz del día filtrado de la norma ASTM G155, Tabla 1.

S.3.3.2 Métodos de ensayo de exposición

Tres métodos son suministrados por la prueba para determinar la conformidad de los requisitos provisionales de intemperización. Esos métodos corresponden a una práctica internacional para intemperización artificial acelerada. Método I es equivalente a la ISO 4892-2:2006 ciclo 10, método II es equivalente a la norma ASTM G155 ciclo 1 y Método III es equivalente a la ISO 4892-2:2006 ciclo 1. Controle las condiciones de exposición según los parámetros del punto de referencia en la Tabla S.3.1.

ANEXO
(Informativo)

X.1 INFORMACIÓN RELACIONADA

X.1.1 OTRAS ESPECIFICACIONES

X.1.1.1 American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO Designation M268.

ASTM E1247, *Practice for Detecting Fluorescence in Object-Color Specimens by Spectrometry.*

X.2 FACTORES DE CORRECCIÓN PARA CONVERSIÓN DE ILUMINANTE C A ILUMINANTE D65

X.2.1 La Tabla X.2.1 enumera los factores de corrección para cambiar las mediciones hechas usando iluminante C, a medidas aproximadas hechas usando el iluminante D65.

Tabla X2.1. Factores de corrección para conversión de iluminante C a iluminante D65

NOTA 1 A manera de ejemplo, una muestra de azul que se mide (x, y, Y) = (0,150, 0,150, 5,0) usando iluminante C, se convertiría a (0,149, 0,158, 5,0) para obtener el resultado usando el iluminante D65.

Color	x	y	Y
Blanco	+ 0,003	+ 0,014	0,00
Amarillo	+ 0,001	+ 0,002	0,00
Naranja	+ 0,001	+ 0,001	0,00
Verde	+ 0,000	+ 0,019	0,00
Rojo	+ 0,000	+ 0,001	0,00
Azul	- 0,001	+ 0,008	0,00
Marrón	+ 0,000	0,000	0,00

DOCUMENTO DE REFERENCIA

ASTM INTERNATIONAL. Standard Specification for Retroreflective Sheeting for Traffic Control. Philadelphia, ASTM: 2011. 13 p. (ASTM D4956-11a).



BOGOTÁ
Carrera 37 No. 52 - 95
Teléfono: (1) 607 8888
Fax: (1) 222 1435
bogota@icontec.org

BARRANQUILLA
Carrera 57 No. 70 - 89
Teléfono: (5)3615400
Fax: (5) 3615499
barranquilla@icontec.org

BUCARAMANGA
Calle 42 No. 28 - 19
Teléfono: (7) 6343322
Fax: (7) 6452098
bucaramanga@icontec.org

NEIVA
Carrera 5 No 10 - 49 Local 8
Centro comercial Plaza Real
Celular: 313 8872006
Fax: (8) 871 36 66 Ext. 152
neiva@icontec.org

CARTAGENA
Avenida Venezuela
Calle 35 B - 05
Edificio Citibank Oficina 8 G
Teléfono: (5) 643 5788
cartagena@icontec.org

IBAGUÉ
Cr. 3 No 3 - 47 Local 1
Hotel internacional casa morales
Teléfono: (8) 2613462,
Fax: (8) 2613462
ibague@icontec.org

PASTO
Calle 18 No. 28 - 84. Piso 2
Edificio Cámara de Comercio
Teléfono: (2) 731 0593
Fax: (2) 731 0593
pasto@icontec.org

VILLAVICENCIO
Carrera 33B No. 48 - 96
Barrio caudal
Teléfono: (8) 6825002
Cel. 300 3099201
villavicencio@icontec.org

MANIZALES
Calle 20 No 22-27
Edificio Cumanday oficina 806
Teléfono: 8845172
Fax: (6) 8808289
manizales@icontec.org

MEDELLÍN
Transversal 5D No. 39 - 191
Teléfono: (4) 319 8020
Fax: (4) 314 0378
medellin@icontec.org

CALI
Av. 4A Norte No. 45N - 30
Teléfono: (2) 664 0121
Fax: (2) 664 1554
cali@icontec.org

PEREIRA
Calle 17 No. 7 - 12 Oficina 902
Edificio Centro Empresarial Pereira
Teléfono: (57) (6) 3241784
Fax: (57) (6) 324 1100
pereira@icontec.org

CÚCUTA
Calle 10 No. 4-38. Torre B. Piso 8
Edificio Cámara de Comercio
Teléfono: (7) 572 0969
cucuta@icontec.org

BARRANCABERMEJA
Calle. 49 No. 12 - 70 Piso 2
Edificio Cámara de Comercio
Teléfono: (7) 6020202
barrancabermeja@icontec.org

ARMENIA
Carrera 14 No. 23 - 15, Piso 2
Edificio Cámara de Comercio
Teléfono: (6) 741 1423
Fax: (6) 741 1423
armenia@icontec.org