

LIBRO: **CMT. CARACTERÍSTICAS DE
LOS MATERIALES**

PARTE: **5. MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO Y
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD**

TÍTULO: 01. Pinturas

CAPÍTULO: 001. *Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento Horizontal*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de las pinturas y las microesferas de vidrio que se utilicen para el señalamiento horizontal de carreteras y vialidades urbanas.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Las pinturas para señalamiento horizontal son mezclas constituidas por resinas y pigmentos, entre otros, que al secarse forman una película sólida de apariencia específica que se emplea para marcar sobre el pavimento, guarniciones, estructuras de concreto y mampostería, rayas, símbolos, pictogramas y letras que tienen por objeto delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía para regular y canalizar el tránsito de peatones y vehículos. Las pinturas para señalamiento horizontal se clasifican en:

B.1. PINTURAS BASE AGUA

Son las elaboradas con mezclas de resinas con características de entrecruzabilidad para la formación de enlaces entre sus cadenas moleculares, pigmentos orgánicos o inorgánicos, diluidas en agua, formuladas para secado rápido. Se emplean en pavimentos asfálticos y de concreto hidráulico previamente curados. Según las condiciones climáticas y de operación de las carreteras, el uso de la pintura base agua, según su desempeño, se clasifica en:

B.1.1. Desempeño A

Se aplican con un espesor de película húmeda de cero coma ochocientos ochenta y nueve (0,889) milímetros (35 mils) como mínimo. Se recomienda su uso en carreteras de cuota, carreteras de la red primaria y en aquellas carreteras con registros de accidentes debidos a condiciones climáticas adversas, con una vida de proyecto de al menos dos (2) años.

B.1.2. Desempeño B

Se aplican con un espesor de película húmeda de cero coma seiscientos treinta y cinco (0,635) milímetros (25 mils) como mínimo. Se recomienda su uso en carreteras y vialidades urbanas principales, con una vida de proyecto de un (1) año o más.

B.1.3. Desempeño C

Se aplican con un espesor de película húmeda de cero coma trescientos ochenta y un (0,381) milímetros (15 mils) como mínimo. Se recomienda su uso en carreteras y vialidades urbanas secundarias, con una vida de proyecto de al menos un (1) año.

B.2. PINTURAS TERMOPLÁSTICAS

Son fabricadas con resinas sintéticas sólidas y agentes plastificantes, que juntos, tienen la propiedad de aglutinar el resto de los componentes, como extendedores, pigmentos y microesferas de vidrio que, al fundirse en una mezcla homogénea, proporcionan una unión firme al sustrato sobre el cual se apliquen.

Pueden estar fabricadas con resinas alquidales o de hidrocarburo. Las primeras son pinturas fabricadas con cualquiera de las resinas sintéticas termoplásticas hechas de alcoholes polihidroxi y ácidos polibásicos o sus anhídridos; contienen una resina natural resistente a los efectos de los productos derivados del petróleo, tales como los aceites y combustibles de los vehículos. Las segundas, las resinas de hidrocarburo, se fabrican con mezclas de resinas derivadas del petróleo más estables al calor; no son resistentes a los efectos de los productos derivados del petróleo, como los aceites y combustibles de los vehículos.

Se clasifican, según el espesor de película solidificada después de su aplicación, en:

B.2.1. Tipo 1

Se aplican por aspersión (spray), extrusión o cortina, con espesores de hasta tres coma cero cinco (3,05) milímetros (120 mils) de película solidificada.

B.2.2. Tipo 2

Se aplican por extrusión o cortina, con espesores de película solidificada superiores a tres coma cero cinco (3,05) milímetros (120 mils). Cuando se realicen perfilados, se considerarán los espesores mostrados en la Tabla 15 de esta Norma.

B.3. MICROESFERAS DE VIDRIO

Las microesferas de vidrio que se utilicen con las pinturas para señalamiento horizontal, se obtendrán a través de un tratamiento del vidrio a altas temperaturas. La aplicación de las microesferas depende de la pintura que se utilice, siendo que:

B.3.1. Cuando se utilizan con pinturas base agua, se aplican, en una primera acción simultánea, de manera integral junto con la pintura base agua. Este proceso se conoce como sembrado integral. A continuación, se siembra otra cantidad de microesferas sobre éste, en un proceso de aplicación que se le conoce como *drop on*, de manera que una parte de las microesferas queda embebida en la pintura y otra sobresale de la superficie de la pintura, logrando la retroreflexión deseada. Conforme la superficie de la marca en el pavimento se desgaste con el uso, las microesferas embebidas podrán ir aflorando y seguirán contribuyendo a la retroreflexión.

B.3.2. En el caso de las pinturas termoplásticas, las microesferas se integran a la pintura durante su proceso de fabricación.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, la *Ley modelo y guía para la regulación de la pintura con plomo*, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, publicada en julio de 2018, así como:

Las normas mexicanas:

- NMX-U-117-SCFI-2012, Recubrimientos, Pinturas, Barnices y Productos Afines – *Métodos de Ensayo para la Determinación de la Densidad Aparente y Densidad Real en Pinturas, Barnices, Lacas y Productos Relacionados*;

- NMX-U-118-SCFI-2013, Recubrimientos, Pinturas, Barnices y Productos Afines — *Métodos de Ensayo para Determinar el Poder Cubriente y la Relación de Contraste de Pinturas y Recubrimientos por Reflectometría*;
- NMX-U-122-SCFI-2016, Recubrimientos, Pinturas, Barnices y Productos Afines — *Evaluación de la Degradación de Recubrimientos — Designación de la Cantidad y Tamaño de los Tipos más Comunes de Defectos y de la Intensidad de los Cambios Uniformes de Apariencia*.

Las normas:

- AASHTO T 346-22, *Standard Method of Test for Glass Beads Used in Pavement Markings*; publicada por la American Association of State Highway and Transportation Officials;
- AASHTO T 250-05 (Reapproved 2019), *Standard Method of Test for Thermoplastic Traffic Line Material*; publicada por la American Association of State Highway and Transportation Officials;
- AASTHO TP 106-20, Determination of Heavy –Metal Content of Glass Beads Using X-Ray Fluorescence (XRF); publicada por la American Association of State Highway and Transportation Officials;
- ASTM D1214-10 (Reapproved 2020), *Standard Test Method for Sieve Analysis of Glass Spheres*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D1155-10 (Reapproved 2020), *Standard Test Method for Roundness of Glass Spheres*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D2486-00 (Reapproved 2017), *Standard Test Methods for Scrub Resistance of Wall Paints*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM F2980-13 (Reapproved 2017), *Standard Test Method for Analysis of Heavy Metals in Glass by Field Portable X-Ray Fluorescence (XRF)*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM E1967-19, *Standard Test Method for the Automated Determination of Refractive Index of Glass Samples Using the Oil Immersion Method and a Phase Contrast Microscope*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D562-10 (Reapproved 2023), *Standard Test Method for Consistency of Paints Measuring Krebs Unit (KU) Viscosity Using a Stormer-Type Viscometer*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D5420-21, *Standard Test Method for Impact Resistance of Flat, Rigid Plastic Specimen by Means of a Striker Impacted by a Falling Weight (Gardner Impact)*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D1200-23, *Standard Test Method for Viscosity by Ford Viscosity Cup*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D2369-20, *Standard Test Method for Volatile Content of Coatings*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D2697-22, *Standard Test Method for Volume Nonvolatile Matter in Clear or Pigmented Coatings*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D6886-18, *Standard Test Method for Determination of the Weight Percent Individual Volatile Organic Compounds in Waterborne Air-Dry Coatings by Gas Chromatography*; publicada por la American Society for Testing and Materials;

- ASTM D3335-85a (Reapproved 2020), *Standard Test Method for Low Concentrations of Lead, Cadmium, and Cobalt in Paint by Atomic Absorption Spectroscopy*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D522/D522M-17 (Reapproved 2021), *Standard Test Methods for Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings*. Método B; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D4414-95 (Reapproved 2020), *Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D7091-22, *Standard Practice for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to Ferrous Metals and Nonmagnetic, Nonconductive Coatings Applied to Non-Ferrous Metals*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM E1710-18, *Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D1005-95 (Reapproved 2020), *Standard Test Method for Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers*; publicada por la American Society for Testing and Materials.
- ASTM D1849-95 (Reapproved 2019), *Standard Test Method for Package Stability of Paint*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D711-23, *Standard Test Method for No-Pick-Up Time of Pavement Markings*; publicada por la American Society for Testing and Materials;
- ASTM D4587-11e1 (Reapproved 2019), *Standard Practice for Fluorescent UV-Condensation Exposures of Paint and Related Coatings*; publicada por la American Society for Testing and Materials.

Los métodos:

- EPA 3052, *Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices*; publicada por United States Environmental Protection Agency;
- EPA 6010B o EPA 6010C, *Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*; publicada por United States Environmental Protection Agency; y

Además, esta Norma se complementa con los Manuales M·MMP·5-01-001, *Muestreo de Pinturas para Señalamiento Horizontal* y M·MMP·5-01-033, *Muestreo de Microesferas de Vidrio para Pinturas para Señalamiento Horizontal*.

D. REQUISITOS DE CALIDAD DE LAS PINTURAS BASE AGUA PARA SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Las pinturas base agua para señalamiento horizontal cumplirán con lo indicado en las Tablas 1 y 2 de esta Norma, según su desempeño, antes o después de su aplicación y con los espesores de película mínimos que se indican en la Tabla 3, además de lo indicado a continuación:

D.1. APARIENCIA

Las pinturas previamente a su aplicación, tendrán un aspecto uniforme y estarán exentas de natas, productos de oxidación, grumos, polvo u otros materiales contaminantes.

D.2. ESTABILIDAD

Las pinturas conservarán su consistencia hasta seis (6) meses después de su elaboración, su viscosidad no variará de su valor inicial en más de quince (15) unidades Krebs y conservarán su apariencia, de acuerdo con lo indicado en la Fracción D.1. de esta Norma y con el procedimiento establecido en la norma ASTM D1849-95 (Reapproved 2019), *Standard Test Method for Package Stability of Paint*, probadas a catorce (14) días a una temperatura de cincuenta y dos (52) grados Celsius. Se tendrá cuidado de no confundir la falta de estabilidad con un asentamiento normal del pigmento, ya que no se considerará falta de estabilidad cuando el pigmento sedimentado se pueda incorporar al vehículo con una agitación manual durante menos de cinco (5) minutos.

D.3. COLOR

Tendrán el color y especificaciones indicados en el proyecto, dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla 4 de esta Norma.

D.4. REFLEXIÓN

La reflexión de las pinturas base agua para señalamiento horizontal, se determinará en laboratorio antes de su colocación en campo, de acuerdo con el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM E1710-18, *Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer*, una vez que las microesferas de vidrio hayan sido sembradas y cumplirán con los coeficientes mínimos de reflexión indicados en las Tablas 5, 6 y 7 de esta Norma, según el desempeño de la pintura y su color.

TABLA 1.- Características de la pintura base agua para señalamiento horizontal, antes de su aplicación

Característica ^[1]	Pintura base agua Desempeño		
	A	B	C
Contenido de sólidos totales, %, mínimo	77	76	74
Contenido de sólidos en volumen, %, mínimo	60	60	60
Contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), g/L, máximo	100	100	100
Tiempo de secado al rodamiento, minutos, máx ^[2]	20	20	12
Viscosidad Stormer, unidades Krebs (KU)	80 a 90	80 a 90	75 a 90
Contenido de plomo total, ppm, máximo ^[3]	90	90	90
Densidad, kg/dm ³ , mínima	1,58	1,6	1,55
Relación de contraste, %, mínimo	99	99	98

[1] Determinada mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[2] Basado en el método sin corrientes de aire, de acuerdo con la norma ASTM D711-23, *Standard Test Method for No-Pick-Up Time of Pavement Markings*, publicada en el año 2023.

[3] Basado en la masa del contenido total no volátil de la pintura o en la masa de la capa seca de pintura. También puede ser expresado como 0,009 % o 90 mg/kg de plomo total, basado en la masa seca de la capa de pintura, de acuerdo con la *Ley modelo y guía para la regulación de la pintura con plomo*, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, publicada en julio de 2018.

TABLA 2.- Características de la pintura base agua para señalamiento horizontal, después de su aplicación

Característica	Pintura base agua Desempeño	Condición requerida
Flexibilidad de película ^[1] sobre mandril cilíndrico, con diámetro de 12,7 mm (½ in)	A	La película de pintura, después de la prueba, no presentará señal alguna de agrietamiento, desprendimiento o discontinuidades sobre el área de prueba.
	B	
	C	
Resistencia a la luz ultravioleta ^[2] , aplicada a película húmeda sobre panel de aluminio, calibre 22 y tras 7 días de secado, a 300 horas de exposición	A	No presentará caleo, agrietamiento ni desprendimiento sobre la superficie, podría presentar un cambio de color siempre y cuando se mantenga dentro del área cromática. En caso de presentar ampollamiento ^[4] será máximo de 2–2(S3).
	B	
	C	
Resistencia a la abrasión por tallado ^[3] en húmedo, ciclos, mínimo, sobre un panel negro de PVC, después de 3 h de secado	A	4 500
	B	3 000
	C	1 500

[1] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D522/D522M-17 (Reapproved 2021), *Standard Test Methods for Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings*. Condiciones de aplicación, secado y curado: Aplicar en paneles de aluminio calibre 22, de 7,5 cm x 15 cm al espesor húmedo según el desempeño de la pintura ("A" a 35 mils, "B" a 25 mils y "C" a 15 mils), posteriormente dejar secar a una temperatura de 23 °C ± 2 °C y humedad relativa de 50 % ± 5 % durante 18 h, curar a una temperatura de 50 °C ± 2 °C durante 2 h y luego mantener los paneles nuevamente a una temperatura de 23 °C ± 2 °C y humedad relativa de 50 % ± 5 % durante 24 h. Realizar la prueba por duplicado en el mandril cilíndrico de ½ pulgada.

[2] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D4587-11 (Reapproved 2019 e1), *Standard Practice for Fluorescent UV-Condensation Exposures of Paint and Related Coatings*; aplicar al espesor húmedo según el desempeño de la pintura ("A" a 35 mils, "B" a 25 mils y "C" a 15 mils), realizando la prueba usando el Ciclo 1 del ASTM [consiste en 8 h de luz UV (70 ± 2,5 °C) y 4 h de condensación (50 ± 2,0 °C), con lámpara UVA 340 e irradiancia de 0,83 W/(m².nm)].

[3] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D2486-17, *Standard Test Methods for Scrub Resistance of Wall Paints*; aplicar al espesor húmedo según el desempeño de la pintura ("A" a 35 mils, "B" a 25 mils y "C" a 15 mils), utilizando pasta abrasiva.

[4] De acuerdo con la norma NMX-U-122-SCFI-2016, Recubrimientos, Pinturas, Barnices y Productos Afines — *Evaluación de la Degradación de Recubrimientos — Designación de la Cantidad y Tamaño de los Tipos más Comunes de Defectos y de la Intensidad de los Cambios Uniformes de Apariencia*.

TABLA 3.- Espesor de película en pinturas base agua para señalamiento horizontal

Pintura base agua Desempeño	Espesor húmedo mínimo e_h mm (mils)	Espesor seco mínimo e_s mm (mils)
A	0,889 (35)	0,533 (21)
B	0,635 (25)	0,381 (15)
C	0,381 (15)	0,229 (9)

TABLA 4.- Coordenadas que definen las áreas cromáticas para los colores que se utilicen en las marcas para señalamiento horizontal

Color	Punto N°	Coordenadas ^[1]	
		x	y
Blanco	1	0,355	0,355
	2	0,305	0,305
	3	0,285	0,325
	4	0,335	0,375
Amarillo	1	0,560	0,440
	2	0,490	0,510
	3	0,420	0,440
	4	0,460	0,400
Verde	1	0,295	0,495
	2	0,365	0,465
	3	0,330	0,405
	4	0,260	0,435
Azul ^[2]	1	0,105	0,100
	2	0,220	0,180
	3	0,200	0,260
	4	0,060	0,220
Azul ^[3]	1	0,130	0,190
	2	0,135	0,300
	3	0,227	0,300
	4	0,200	0,180
Rojo	1	0,480	0,300
	2	0,690	0,315
	3	0,620	0,380
	4	0,480	0,360

[1] De acuerdo con el sistema estandarizado de la Comisión Internacional de Iluminación (*Commission Internationale de l'Éclairage*, CIE) para determinar el color (1964), medido con una fuente luminosa estándar tipo "D65".

[2] Para uso en carreteras.

[3] Para uso en calles.

TABLA 5.- Coeficientes mínimos de reflexión de las pinturas base agua desempeño A, para señalamiento horizontal

Color	Coeficiente mínimo de reflexión, (mcd / lx) / m ²						
	Pintura base agua desempeño A						
	Inicial ^[1]	60 días	120 días	A 180 días	A 240 días	A 300 días	A 360 días
Blanco	300	250	220	200	183	166	150
Amarillo	200	165	140	120	105	90	80
Verde	--	--	--	--	--	--	--
Azul ^[2]	--	--	--	--	--	--	--
Azul ^[3]	--	--	--	--	--	--	--
Rojo	--	--	--	--	--	--	--

[1] Determinado después de 30 minutos de su colocación, sobre la superficie limpia de microesferas no adheridas a la pintura durante su colocación.

[2] Para uso en carreteras.

[3] Para uso en calles.

TABLA 6.- Coeficientes mínimos de reflexión de las pinturas base agua desempeño B, para señalamiento horizontal

Color	Coeficiente mínimo de reflexión, (mcd / lx) / m ²						
	Pintura base agua desempeño B						
	Inicial ^[1]	60 días	120 días	A 180 días	A 240 días	A 300 días	A 360 días
Blanco	300	230	180	150	125	110	100
Amarillo	200	150	110	80	65	55	50
Verde	--	--	--	--	--	--	--
Azul ^[2]	--	--	--	--	--	--	--
Azul ^[3]	--	--	--	--	--	--	--
Rojo	--	--	--	--	--	--	--

[1] Determinado después de 30 minutos de su colocación, sobre la superficie limpia de microesferas no adheridas a la pintura durante su colocación.

[2] Para uso en carreteras.

[3] Para uso en calles.

TABLA 7.- Coeficientes mínimos de reflexión de las pinturas base agua desempeño C, para señalamiento horizontal

Color	Coeficiente mínimo de reflexión, (mcd / lx) / m ²						
	Pintura base agua desempeño C						
	Inicial ^[1]	60 días	120 días	A 180 días	A 240 días	A 300 días	A 360 días
Blanco	300	200	135	100	75	60	50
Amarillo	200	130	90	65	45	35	30
Verde	24	--	--	16	--	--	8
Azul ^[2]	14	--	--	9	--	--	4
Azul ^[3]	14	--	--	9	--	--	4
Rojo	35	--	--	24	--	--	11

[1] Determinado después de 30 minutos de su colocación, sobre la superficie limpia de microesferas no adheridas a la pintura durante su colocación.

[2] Para uso en carreteras.

[3] Para uso en calles.

E. REQUISITOS DE CALIDAD DE LAS PINTURAS TERMOPLÁSTICAS PARA SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Las pinturas termoplásticas cumplirán con los requisitos de calidad señalados en las Tablas 8 y 9 como se indica a continuación y no se aplicarán sobre el pavimento a temperaturas inferiores a diez (10) grados Celsius.

E.1. COLOR

La pintura termoplástica tendrá el color y especificaciones indicadas en el proyecto, dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas presentadas en la Tabla 4 de esta Norma.

E.2. REFLEXIÓN

La reflexión de las pinturas termoplásticas, determinada de acuerdo con el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM E1710-18, *Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer*, y cumplirá con los coeficientes mínimos de reflexión indicados en la Tabla 10 de esta Norma, según su color.

TABLA 8.- Características de la pintura termoplástica antes de su aplicación

Características	Pintura termoplástica antes de su aplicación	
	Tipo 1	Tipo 2
Contenido de ligante, %, mínimo ^[1]	18	
Contenido de microesferas integradas, %, mínimo ^[1]	20	25
Contenido de dióxido de titanio (TiO ₂) (para color blanco), %, mínimo, sobre pigmento total ^[1]	4	6
Punto de ablandamiento ^[1] , °C	93 a 112	
Contenido de plomo total (para color amarillo), ppm, máximo ^[2]	90	
Contenido de cromo total (para color amarillo), ppm, máximo ^[2]	90	
Contenido de cadmio total (para color amarillo), ppm, máximo ^[2]	90	

[1] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma AASHTO T 250-05 (Reapproved 2019), *Standard Method of Test for Thermoplastic Traffic Line Material*.

[2] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D3335-85a (Reapproved 2020), *Standard Test Method for Low Concentrations of Lead, Cadmium, and Cobalt in Paint by Atomic Absorption Spectroscopy*.

TABLA 9.- Características de la pintura termoplástica después de su aplicación

Características	Pintura termoplástica después de su aplicación Tipo 1 y 2
Resistencia al impacto ^[1] , usando la bala de 12,7 mm de diámetro, ejerciendo una fuerza de 2 N·m (18 in·lb), con la masa de 0,907 kg (2 lb), sobre una película aplicada sobre panel de concreto hidráulico (con resistencia de f'c = 350 kg/cm ²) de 25,4 mm (1 in), a un espesor solidificado de 3 mm para pintura tipo 1 y de 8 mm para pintura tipo 2.	Podría presentar un ligero hundimiento. No presentará agrietamiento o desprendimiento.
Resistencia a la luz ultravioleta ^[2] , aplicada sobre panel de aluminio, calibre 22, y tras 7 días de curado, a 300 horas de exposición.	No presentará caleo, agrietamiento ni desprendimiento sobre la superficie, podría presentar un cambio de color siempre y cuando se mantenga dentro del área cromática. En caso de presentar ampollamiento ^[3] será máximo de 2—2(S3).

[1] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D5420-21, *Standard Test Method for Impact Resistance of Flat, Rigid Plastic Specimen by Means of a Striker Impacted by a Falling Weight (Gardner Impact)*.

[2] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D4587-11 (Reapproved 2019 e1), *Standard Practice for Fluorescent UV-Condensation Exposures of Paint and Related Coatings*; aplicar al espesor solidificado conforme al proyecto sobre lámina de aluminio calibre 22, realizando la prueba usando el Ciclo 1 del ASTM [consiste en 8 h de luz UV (60 ± 2,5 °C) y 4 h de condensación (40 ± 2,0 °C), con lámpara UVA 340 e irradiancia de 0,83 W/(m²·nm)].

[3] De acuerdo con la norma NMX-U-122-SCFI-2016, Recubrimientos, Pinturas, Barnices y Productos Afines — *Evaluación de la Degradación de Recubrimientos — Designación de la Cantidad y Tamaño de los Tipos más Comunes de Defectos y de la Intensidad de los Cambios Uniformes de Apariencia*.

TABLA 10.- Coeficientes mínimos de reflexión de las pinturas termoplásticas

Color	Coeficientes mínimos de reflexión, (mcd / lx) / m ²		
	Pintura termoplástica Tipo 1 y 2		
	Inicial ^[1]	A 180 días	Vida de proyecto
Blanco	300	250	150
Amarillo	250	175	100
Verde	37	28	17
Azul ^[2]	20	13	6
Azul ^[3]	20	13	6
Rojo	51	39	23

[1] Determinado después de 30 minutos de su colocación, sobre la superficie limpia de microesferas no adheridas a la pintura durante su colocación.

[2] Para uso en carreteras.

[3] Para uso en calles.

F. REQUISITOS DE CALIDAD DE MICROESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURAS BASE AGUA PARA SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

F.1. APARIENCIA

Las microesferas de vidrio de una porción de aproximadamente dos (2) gramos, obtenida de una muestra, al ser observadas por tres (3) personas diferentes, con un microscopio estereoscópico que tenga un aumento de cuarenta (40) diámetros y fuente de iluminación reflejada, estarán limpias, transparentes, sin manchas de aspecto lechoso ni burbujas de aire en exceso.

F.2. REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

F.2.1. Las microesferas de vidrio cumplirán con los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 11 de esta Norma.

TABLA 11.- Requisitos físicos y químicos de las microesferas de vidrio

Característica ^[1]	Valor
Esfericidad, %, mín.	70
Contenido de silano superficial ^[2]	Presente en la superficie
Índice de refracción, mín.	1,5

[1] Determinada mediante el procedimiento de prueba que corresponda de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[2] Determinada mediante el procedimiento de prueba de la norma de AASHTO T 346-22, *Standard Method of Test for Glass Beads Used in Pavement Markings*. Su presencia proporciona la característica de mejor adherencia entre pintura base agua y las microesferas de vidrio.

F.2.2. Las microesferas de vidrio contendrán cantidades no mayores de doscientas (200) partes por millón en total de plomo o arsénico, determinadas mediante alguno de los métodos de prueba EPA 3052, *Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices*, EPA 6010B o EPA 6010C, *Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*, o en la norma ASTM F2980-13 (Reapproved 2017), *Standard Test Method for Analysis of Heavy Metals in Glass by Field Portable X-Ray Fluorescence (XRF)* o AASTHO TP 106, *Determination of Heavy –Metal Content of Glass Beads Using X-Ray Fluorescence (XRF)*.

F.3. GRANULOMETRÍA

Las microesferas de vidrio que se utilicen con pinturas base agua tendrán las características granulométricas que se establecen en la Tabla 12 de esta Norma, obtenidas de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma ASTM D1214-10 (Reapproved 2020), *Standard Test Method for Sieve Analysis of Glass Spheres*.

F.4. DOSIFICACIÓN

La cantidad y clase de microesferas de vidrio en la película en húmedo, para pinturas base agua, depende del desempeño que se requiere y será la que se indica en la Tabla 13 de esta Norma.

TABLA 12.- Granulometría de las microesferas de vidrio para pinturas base agua

Malla		Clase de microesfera		
Abertura, mm	Designación	I	II	VI
		Porcentaje que pasa		
1,18	N°16	100	100	100
1,00	N°18	--	--	--
0,850	N°20	95 a 100	90 a 100	80 a 97
0,710	N°25	--	--	--
0,600	N°30	75 a 95	50 a 75	50 a 80
0,425	N°40	--	15 a 45	--
0,300	N°50	15 a 35	0 a 15	0 a 10
0,180	N°80	--	0 a 5	--
0,150	N°100	0 a 5	--	--

TABLA 13.- Cantidad y clase de microesferas de vidrio en la película en húmedo para pinturas base agua

Pintura base agua Desempeño	Cantidad de microesfera ^[1] kg/m ²	
	Sembrado integral ^[2] , mínimo	Sembrado <i>Drop on</i> ^[3] , mínimo
A	Clase I 0,250 – 0,280	Clase II o VI 0,450
B	Clase I 0,240 – 0,250	Clase I o VI 0,450
C	--	Clase I 0,450

[1] Cumplirán con los requisitos granulométricos correspondientes a su clase de acuerdo con las Tablas 12 de esta Norma.

[2] Se refiere a la integración de la microesfera con la pintura base agua de manera simultánea, para permitir una adecuada mezcla de la pintura con las microesferas durante su aplicación sobre el pavimento.

[3] Se refiere a aquellas microesferas que se colocan después del sembrado integral y son las que quedarán expuestas sobre la superficie de la pintura.

G. REQUISITOS DE CALIDAD DE MICROESFERAS DE VIDRIO PARA PINTURAS TERMOPLÁSTICAS PARA SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Con el propósito de dotar a las pinturas termoplásticas para señalamiento horizontal, con las propiedades de reflexión indicadas en la Tabla 10 de esta Norma, las microesferas de vidrio que se incorporen cumplirán con lo indicado a continuación:

G.1. GRANULOMETRÍA

Para las pinturas termoplásticas, las microesferas de vidrio integradas tendrán las características granulométricas que se establecen en la Tabla 14 de esta Norma, de acuerdo con el tipo de pintura termoplástica con la que se utilicen, y se obtendrán de acuerdo con la norma ASTM D1214-10 (Reapproved 2020), *Standard Test Method for Sieve Analysis of Glass Spheres*.

TABLA 14.- Granulometría de microesferas de vidrio para pinturas termoplásticas

Malla		Clase de microesfera		
Abertura, en mm	Designación	I	II	III
		Porcentaje que pasa	Porcentaje que pasa	Porcentaje que pasa
1,70	N°12	--	--	100
1,40	N°14	--	--	95 a 100
1,18	N°16	100	100	80 a 95
1,00	N°18	--	--	10 a 40
0,850	N°20	95 a 100	90 a 100	0 a 5
0,710	N°25	--	--	0 a 2
0,600	N°30	75 a 95	50 a 75	--
0,425	N°40	--	15 a 45	--
0,300	N°50	15 a 35	0 a 15	--
0,180	N°80	--	0 a 5	--
0,150	N°100	0 a 5	--	--

G.2. DOSIFICACIÓN

La cantidad y la clase de microesferas de vidrio de acuerdo con el tipo y aplicación de las pinturas termoplásticas, será la que se indica en la Tabla 15 de esta Norma.

TABLA 15.- Cantidad y clase de microesferas de vidrio de acuerdo con el tipo y aplicación de las pinturas termoplásticas con las que se utilicen

Espesor mínimo de la película termoplástica solidificada mm (mils)	Modo de aplicación	Cantidad de microesfera, mínimo Clase de microesfera ^[1]	
		Integrada % en masa	Sembrada <i>Drop on</i> kg/m ²
Tipo 1 1,52 (60)	Por aspersión (spray)	20 Clase I	Clase II para color blanco o Clase III para color amarillo
Tipo 1 2,28 (90)	Por extrusión o por cortina		
Tipo 2 Por perfilado: • Para base 2,28 (90) • Para tacones ^[2] 3,05 a 12,70 (120 a 500)	Por extrusión o por cortina	25 Clase I	

[1] Cumplirán con los requisitos granulométricos correspondientes a su clase de acuerdo con la Tabla 14 de esta Norma.

[2] Se refiere al alto relieve que se perfila al momento de aplicar la pintura termoplástica.

H. SELLADOR ACRÍLICO

Con el propósito de garantizar la perfecta adherencia de la pintura termoplástica sobre la superficie del pavimento, se aplicará un sellador base solvente fabricado con copolímero, con un espesor húmedo entre cero coma cero cincuenta y un (0,051) milímetros (2 mils) y cero coma ciento dos (0,102) milímetros (4 mils), previa eliminación mecánica de curacretos en superficies nuevas de concreto hidráulico, así como de material contaminante en cualquier superficie del pavimento. En pavimentos de granulometría abierta, se realizará la limpieza por medio de un equipo de aspersión con aire o sin aire. El sellador se aplicará cuando la temperatura de la superficie del pavimento sea superior a diez (10) grados Celsius y se considerará un periodo de espera entre la aplicación del sellador y la pintura termoplástica de por lo menos veinte (20) minutos a veinticinco (25) grados Celsius de temperatura ambiente; por debajo de este valor el tiempo de espera será mayor. Durante este periodo no se permitirá que el sellador se contamine, ni se abrirá la circulación del tránsito. Las características del sellador cumplirán con los valores indicados en la Tabla 16 de esta Norma, de acuerdo con el color del sellador.

TABLA 16.- Características del sellador acrílico para señalamiento horizontal, antes de la aplicación de la pintura termoplástica

Característica	Color del sellador	
	Transparente	Negro
Contenido de sólidos ^[1] , %, mínimo	40	68
Viscosidad Ford ^[2] , s	10 a 30	---
Viscosidad Stormer, unidades Krebs (KU) ^[3]	--	75 a 85

[1] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D2369-20, *Standard Test Method for Volatile Content of Coatings*.

[2] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D1200-23, *Standard Test Method for Viscosity by Ford Viscosity Cup*.

[3] De acuerdo con el método de prueba indicado en la norma ASTM D562-10 (Reapproved 2023), *Standard Test Method for Consistency of Paints Measuring Krebs Unit (KU) Viscosity Using a Stormer-Type Viscometer*.

I. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar el deterioro de las pinturas base agua, pinturas termoplásticas y microesferas de vidrio antes de su utilización, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- I.1. Todas las pinturas base agua, pinturas termoplásticas y microesferas, cualquiera que sea su presentación o tipo, se transportarán y manejarán, desde las instalaciones del fabricante o proveedor hasta el lugar que indique la Secretaría o el Contratista de Obra, siguiendo las buenas prácticas de transporte con el fin de asegurar que los contenedores de los productos lleguen perfectamente sellados, sin indicios de adulteración, aberturas, abolladuras, rasgaduras o derrames; evitando que sean golpeados o se expongan a lluvia o temperaturas mayores de cuarenta y cinco (45) grados Celsius.
- I.2. La pintura base agua se entregará en tambores o cubetas; las pinturas termoplásticas en sacos termofundibles nuevos y las microesferas en sacos resistentes a la humedad y serán colocados sobre tarimas, protegidas con plástico autoadherible o encintadas. Se colocarán como máximo por cada tarima cuatro (4) tambores, cuarenta y ocho (48) cubetas o cincuenta (50) sacos.

- I.3. Los tambores y cubetas se entregarán con un cintillo que asegure que el producto no fue abierto y adulterado durante su transporte o almacenamiento.
- I.4. Todos los envases y embalajes de los productos contarán con etiquetado que los identifique, indicando como mínimo nombre y dirección del fabricante, nombre y color del producto, fecha de fabricación, contenido neto y número de lote, así como las recomendaciones para su manejo, almacenamiento y aplicación.
- I.5. Las pinturas y microesferas se almacenarán siempre en sitios techados y bien ventilados, con acceso restringido al personal operativo, y adoptando las medidas de seguridad e higiene correspondientes al manejo de productos tóxicos e inflamables.
- I.6. Las pinturas y microesferas almacenadas no sobrepasarán el tiempo de vida útil, caducidad o almacenamiento establecido en el certificado de calidad entregado por el Contratista de Obra o el proveedor; en tal caso, su calidad se comprobará mediante una muestra de pintura o microesferas, obtenida de acuerdo con el procedimiento establecido en el Manual M-MMP-5-01-001, *Muestreo de Pinturas para Señalamiento Horizontal* o M-MMP-5-01-033, *Muestreo de Microesferas de Vidrio para Pinturas para Señalamiento Horizontal*.

J. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

- J.1. Para que las pinturas para señalamiento horizontal y las microesferas de vidrio sean aceptadas por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, según los tipos de pintura y de microesferas de vidrio indicados en el proyecto, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo aprobado por la Secretaría.
- J.2. Con objeto de controlar la calidad de las pinturas base agua, pinturas termoplásticas y microesferas de vidrio, durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en los Manuales M-MMP-5-01-001, *Muestreo de Pinturas para Señalamiento Horizontal* y M-MMP-5-01-033, *Muestreo de Microesferas de Vidrio para Pinturas para Señalamiento Horizontal*, mediante los procedimientos de prueba indicados en la Cláusula C. de esta Norma, en el número y con la periodicidad que se establezca en el proyecto aprobado por la Secretaría, que comprueben que las características de las pinturas y microesferas de vidrio cumplen con todos los requisitos establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.
- J.3. En cualquier momento, la Secretaría puede verificar que el material suministrado, antes y después de su aplicación, cumpla con los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Km 12+000, Carretera Estatal No. 431

"El Colorado-Galindo", San Fandila,

Pedro Escobedo, 76703, Querétaro

<https://normas.imt.mx>

normas@imt.mx