

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE,
Y DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO**

**VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO VIAL**

**ESTUDIO SOBRE PINTURAS UTILIZADAS EN LA
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL DE PAVIMENTOS
DE CONCRETO ASFÁLTICO E HIDRÁULICO**

Elaborado por: **Fidel Antonio Blanco Urrutia***, Ing. Civil.
Unidad Técnica.
Depto. Investigación y Desarrollo.

Edwin Ricardo Alvarenga, Ing. Civil
Gerente, Depto. Investigación y Desarrollo.

Coordinador: **Daniel Antonio Hernández Flores**, Ing. Civil
Director
Unidad de Investigación y Desarrollo Vial.

REPUBLICA DE EL SALVADOR, JUNIO DE 2003.

* Laboró en la Unidad de Investigación y Desarrollo Vial hasta el mes de Julio de 2007.

OBSERVACION

El contenido de este documento refleja opiniones de los autores, quienes son responsables de los hechos y de la exactitud de los datos presentados. El contenido no refleja necesariamente las opiniones y políticas oficiales del Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. Este documento no constituye una norma, especificación ni regulación.

INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN.....	3
2.0 ANTECEDENTES.	4
3.0 MARCO TEÓRICO.	5
3.1 Definiciones.	5
3.2 Clasificación General de los Tipos de Pinturas.....	6
4.0 PINTURAS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE PAVIMENTOS.	6
4.1 Tipos de Pinturas y Requerimientos según la Normativa AASHTO – 2002.	6
4.2 Tipos de Pinturas y Requerimientos según la Normativa FP-2003.	14
4.3 Tipos de Pinturas y Requerimientos según el Manual Centroamericano de Especificaciones para La Construcción de Carreteras y Puentes Regionales (SIECA-2001).	18
4.4 Tipos de Pinturas y Requerimientos según Especificaciones y Estándares Federales (FSS-1992)	19
4.5 Cuadro Resumen de Pinturas para la Señalización Horizontal de Pavimentos. (FSS-1992, SIECA-2001, AASHTO-2002 y FP-2003).....	20
5.0 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS SEÑALES HORIZONTALES.	20
5.1 Requerimientos Generales.....	21
5.2 Requerimientos para la aplicación.	21
6.0 TECNICAS Y EQUIPOS PARA LA APLICACIÓN DE LAS PINTURAS DE TRÁFICO.	23
6.1 Técnicas de aplicación de las pinturas	23
6.2 Equipos para la aplicación de pinturas en pavimento.	23
7.0 CONTROL DE CALIDAD DE LAS SEÑALIZACIONES.	25
8.0 PINTURAS Y EQUIPOS UTILIZADOS ACTUALMENTE EN EL SALVADOR.	27
9.0 REFERENCIAS.	29

ESTUDIO SOBRE PINTURAS UTILIZADAS EN LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL DE PAVIMENTOS DE CONCRETO ASFÁLTICO E HIDRÁULICO**RESUMEN**

En el presente documento se muestra información referente a los tipos de pinturas que pueden ser aplicadas para la señalización horizontal de los pavimentos carreteros, según diversas normativas internacionales y nacionales, la cual puede servir de referencia a Diseñadores, Contratistas, Supervisores y Encargados de verificar la calidad y procedimientos de aplicación de este tipo de materiales. También se presentan de manera general los equipos y métodos, mediante los cuales se colocan y controlan la calidad de dichas señalizaciones viales.

1.0 INTRODUCCIÓN.

La señalización horizontal de carreteras, calles o avenidas de una red vial es de vital importancia para un buen funcionamiento de la circulación vehicular y para la seguridad de los usuarios, sean estos conductores o peatones; por tanto, es necesario que los materiales y procedimientos utilizados en la construcción de las señales sean adecuados, de tal manera que sean funcionales y requieran la menor cantidad de mantenimiento.

En este sentido, la Unidad de Investigación y Desarrollo Vial (UIDV), basándose en normativas internacionales como la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO-2002), Standard Specification for Construction of Road and Bridges on Federal Highway Projects (FP-2003), Secretaría de Integración Centroamericana (SIECA-2001), así como en reportes o artículos técnicos relacionados al tema, ha preparado el presente informe técnico, con el objeto de dar a conocer los tipos de pintura que pueden ser utilizados en la señalización horizontal de pavimentos de concreto hidráulicos o asfáltico. Así también, se presentan los requerimientos de estos tipos de pintura, sus procedimientos de aplicación, equipos y métodos para el control de calidad de las mismas.

Por otra parte, la UIDV está llevando a cabo una evaluación del comportamiento de algunas señalizaciones realizadas en diversos tramos de la red vial de El Salvador, con el objeto de determinar si los tipos de pinturas utilizados actualmente son los más apropiados para las condiciones ambientales y de tráfico de nuestro país, y a la vez se ha de verificar si los procesos de aplicación que se están efectuando son los correctos. Dichos resultados serán presentados posteriormente como un complemento al presente informe.

2.0 ANTECEDENTES.

Históricamente se considera que la primera aparición de señales de pavimentos en América ocurrió en el año 1600 DC, en la carretera que comunica la ciudad de México y Cuernavaca, mediante la marcación de la línea central de la carretera; sin embargo, no se sabe a ciencia cierta si esta señalización fue realizada con pintura u otro tipo de material.

Por otra parte, se tiene conocimiento que en los Estados Unidos, las primeras señales de tráfico realizadas con pintura fueron las señales de parada, pasos peatonales y líneas centrales, las cuales sucedieron en los estados de Virginia (1907), New York (1912) y Ohio (1918) respectivamente.

Cabe mencionar que las pinturas no fueron el único material utilizado para la señalización de pavimentos, por ejemplo en Tennessee (1925), se utilizó cerámica y caucho, sin embargo, se continuó utilizando pinturas para la señalización de pavimentos debido a su alta durabilidad y menores costos.

Posteriormente las pinturas tuvieron que superar ciertas deficiencias, por ejemplo, la baja visibilidad de las señales durante la noche, ante esta situación, empezaron a desarrollarse las pinturas reflectivas, la primera aplicación de este tipo de pintura sucedió en Ohio 1937. Seguidamente, las señales de pavimento dieron un gran avance en su evolución con el apareamiento de materiales termoplásticos en Pennsylvania (1940). Finalmente nuevas tecnologías fueron implementadas para disminuir los tiempos de secado, minimizando de esta manera la interrupción al tráfico al momento de realizar las señalizaciones, estas últimas innovaciones de las pinturas empezaron a ocurrir en los años 60. ¹

Respecto a la utilización de pinturas en nuestro país, se tiene conocimiento que hasta el año de 1996, previo a la creación del Viceministerio de Transporte, se utilizaban pinturas acrílicas en las señalizaciones horizontales de los pavimentos, posteriormente, este Viceministerio adoptó normas internacionales en cuanto a los dispositivos para el control de tránsito, introduciendo de esta manera al país nuevos tipos de pinturas como las Alquídicas y Termoplásticos.

¹ www.cityofcanton.com

3.0 MARCO TEÓRICO.

3.1 Definiciones.

En general, las pinturas son utilizadas para proporcionar recubrimientos a las estructuras (automóviles, edificaciones, equipos industriales, etc) con el fin de protegerlas de la intemperie o bien, para generar ambientes decorativos o representaciones gráficas, como las señalizaciones. Esta multiplicidad de necesidades de las pinturas ha generado igualmente una amplia variedad de pinturas, las cuales actualmente se obtienen de la mezcla de cinco materiales básicos en diversas proporciones y tipos, estos materiales son: pigmentos, filler, ligantes, disolventes y aditivos.

– **Pigmentos:** Son sustancias inorgánicas elaboradas a partir de minerales naturales o de compuestos químicos, son los responsables del color del material y del poder cubriente de las pinturas, entre estos se pueden mencionar: dióxido de titanio, carbonato de calcio, silicato de magnesio, óxido de zinc, cromato de plomo y otros.

– **Fillers:** Son productos de origen natural como el cuarzo y carbonato de calcio, los cuales son molidos y seleccionados en base a su blancura y granulometría; se les utiliza como material de relleno y son los responsables de algunas características de la misma, por ejemplo: consistencia de la pintura, peso específico, espesor de película, resistencia a la abrasión, resistencia al deslizamiento, entre otras.

– **Ligantes:** lo conforman resinas y plastificantes (este último, en ciertos tipos de pinturas). Las resinas aseguran la cohesión entre los pigmentos y los fillers y proporcionan la adherencia necesaria con la superficie de pavimento, los plastificantes son los que le dan la elasticidad al producto. Además, ambos componentes (resinas y plastificantes) proporcionan otras características físicas a las pinturas, tales como rapidez de secado y resistencia al envejecimiento.

– **Disolventes:** son sustancias que mantienen los materiales en estado líquido hasta el momento de su aplicación, posteriormente desaparecen por evaporación o pueden llegar a formar parte de la película mediante la reacción química con los ligantes. Estos pueden ser agua o

sustancias provenientes de la destilación del petróleo, los excesos en las cantidades recomendadas por los fabricantes influyen en el tiempo de secado de la pintura y en la durabilidad de la misma.

– **Aditivos:** son sustancias de diversa naturaleza que se agregan a las pinturas con el fin de mejorar su comportamiento. Entre estos se pueden mencionar: anti-sedimentantes, dispersantes, secantes, humectantes y otros.

3.2 Clasificación General de los Tipos de Pinturas.

Las pinturas son comúnmente clasificadas de diversas formas, entre estas se pueden mencionar: el tipo de uso (industria automotriz, naval, arquitectónico, doméstico, etc), tipo de disolvente (agua o solvente mineral) y tipo de secado o curado (físico o químico); sin embargo, técnicamente las pinturas se identifican por el tipo de resina del que están constituidas, tales como alquídicas, acrílicas, fenólicas, vinílicas, epóxicas, de caucho clorado, poliuretano (poliéster) y silicona.

4.0 PINTURAS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE PAVIMENTOS.

En este apartado se presentan los diferentes tipos de pinturas que pueden ser utilizados para la señalización vial de pavimentos, de acuerdo a normativas internacionales que comúnmente son utilizadas en nuestro país, tales como la AASHTO-2002, Federal Projects -2003 y la SIECA-2001. De igual manera, se presentan los requisitos mínimos que estos tipos de pintura deben de cumplir y los procedimientos de aplicación de las mismas.

4.1 Tipos de Pinturas y Requerimientos según la Normativa AASHTO – 2002.

La normativa AASHTO específica que para señales de tráfico en pavimentos de concreto asfáltico o hidráulico se deben utilizar pinturas *alquídicas o termoplásticas* en colores blanco y amarillo. Además, a estas se les debe de agregar microesferas de vidrio para proporcionarle reflectividad a la demarcación.

a) Pinturas Alquídicas.

Son productos formados por pigmentos, filler, disolventes, aditivos y aglutinantes a base de resinas alquídicas. Además, estas pinturas pueden ser modificadas con caucho clorado para mejorar sus características de termoplaticidad, resistencia a la abrasión y tiempos de secado.

La norma **AASHTO M-248**, especifica tres tipos de pinturas alquídicas, las cuales se clasifican como Tipo S, N y F, y se diferencian básicamente en el tiempo de secado.

– **Tipo S**, consiste en una pintura de secado lento, la cual debe ser usada en áreas donde no afecte abrir el paso al tráfico después de una hora o más.

– **Tipo N**, esta tiene propiedades de secado rápido, aproximadamente 15 a 30 minutos. Además de la resina alquídica contiene caucho clorado, en una proporción de 1 a 4.

– **Tipo F**, es una pintura de secado casi instantáneo, aproximadamente 3 a 6 minutos, debe ser usada cuando se requiera retener lo menos posible el flujo de tráfico. Además de la resina alquídica, contiene caucho clorado y parafina clorada.

La normativa específica que a las pinturas Alquídicas puede adicionársele microesferas de vidrio, al momento de la aplicación, con el objeto de obtener señales viales reflectivas para el mejoramiento de la visibilidad nocturna de los conductores. Dichas microesferas deben cumplir lo establecido en la AASHTO M-247.

En relación a los requerimientos que deben de cumplir los tres tipos de pinturas anteriores, la normativa especifica requisitos mínimos para algunos de sus componentes, como las resinas base, pigmentos y los elementos adicionales que colaboran en mejorar los tiempos de secado (caucho clorado y parafina clorada), al igual especifica, requerimientos para la mezcla de estos componentes o pintura final, los cuales se presentan a continuación.

– **Requerimientos de las Resinas.**

Las características que son evaluadas para controlar la calidad de la resina según el tipo de pintura (S, N o F) y sus requerimientos se muestran a continuación.

Características	Resina Alquílica Tipo S	Resina Alquílica Tipo N	Resina Alquílica Tipo F
Sólidos. (% en peso)	60 ± 1	60 ± 1	60 ± 1
Ácido Flático (% en peso)	30 mín.	30 mín.	33-37
Aceites ácidos (% en peso)	50 mín.	54mín.	48-55
N° de Yodo	115-130	115-130	115 mín.
Color gardner (máx.)	9	9	9
Número ácido (máx.)	8	8	8
Viscosidad: Después de reducir los sólidos en solventes hasta un 45% en peso.	D a H	D a H	D a G
Solvente	VM y P Nafta	Tolueno	VM y P Nafta

Tabla 4.1 Requerimientos de las resinas de las Pinturas Alquílicas.
[AASTHO – 2002, M-248, Pág. 3]

– **Requerimientos de los Pigmentos.**

Los tipos de pigmentos que deben de contener las pinturas blancas o amarillas y los porcentajes en peso máximos y mínimos de dichos componentes, según tipo de pintura (N, S o F), se muestran en las tablas 4.2 y 4.3

Tipos de pigmentos.	Porcentaje en peso					
	Tipo S		Tipo N		Tipo F	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Dioxido de Titaneo	29	31	29	31	34	36
Carbonato de Calcio	34	36	34	36	25	27
Silicato de Magnesio	34	36	34	36	30	32
Oxido de Zinc	-	-	-	-	8	10

Tabla 4.2 Composición de Pigmentos de las Pintura Alquídic color blanco
[AASHTO – 2002, M-248, Pág. 4]

Tipos de pigmentos.	Porcentaje en peso					
	Tipo S		Tipo N		Tipo F	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Cromato de Plomo	33	36	34	36	34	36
Silicato de Magnesio	30	33	11	13	11	13
Carbonato de Calcio	35	38	53	55	53	55

Tabla 4.3 Composición de Pigmentos de las Pintura Alquídic color amarillo
[AASHTO – 2002, M-248, Pág. 4]

– Requerimientos de los Componentes adicionales. (Caucho Clorado y Parafina Clorada)

Se especifican las diversas proporciones entre la resina alquídic, el caucho clorado y la parafina clorada, para los tres tipos de pintura alquídic. (Ver tabla 4.4).

Componentes no volátiles	Porcentaje en peso					
	Tipo S		Tipo N		Tipo F	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Resina Alquídic.	100	-	79	81	30	32
Caucho Clorado.	-	-	19	21	38	40
Parafina Clorada.	-	-	-	-	29	31

Tabla 4.4 Composición de los componentes no volátiles de las Pinturas Alquídic en color blanco y amarillo. [AASHTO – 2002, M-248, Pág. 4]

– **Requerimientos de la Mezcla final o Pintura (Pintura Alquídica S, N, o F)**

Las características que son evaluadas según el tipo de pintura y color, se indican en las tablas 4.5 y 4.6

Características	Tipo S		Tipo N		Tipo F	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Porcentaje de Pigmentos	61.0	63	57.0	59.0	48.0	50.0
Porcentaje de sólidos totales.	77.0	-	75	-	69.5	-
Vehículo no volátil (%)	42.0	-	41	-	41.0	-
Densidad (kg/m ³)	1510	-	1582	-	1426	-
Viscosidad (Krebs)	70	80	70	80	70	80
Finura, Hegman	3	-	3	-	4	-
Tiempo de secado (minutos)	-	60	-	15	-	5

Tabla 4.5 Requerimientos para pinturas Alquídicas color blanco.
[AASHTO – 2002, M-248, Pág. 5]

Características	Tipo S		Tipo N		Tipo F	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Porcentaje de Pigmentos	61.0	63	60.0	62.0	50.0	52.0
Porcentaje de sólidos totales.	77.0	-	76.5	-	70.5	-
Vehículo no volátil (%)	42.0	-	42.0	-	40.5	-
Densidad (kg/m ³)	1510	-	1678	-	1486	-
Viscosidad (Krebs)	70	80	70	80	70	80
Finura, Herman	3	-	3	-	4	-
Tiempo de secado (minutos)	-	69	-	15	-	5

Tabla 4.6 Requerimientos para pinturas Alquídicas color amarillo.
[AASHTO – 2002, M-248, Pág. 5]

b) Pinturas Termoplásticas.

Son sustancias formadas por resinas de base alquídica o de hidrocarburos, contiene pigmentos, filler y microesferas de vidrio. El componente termosplástico lo conforman las resinas, las cuales permanecen en estado sólido a temperatura ambiente y se reblandece con el aumento de temperatura, por tanto, el calor es el que actúa como disolvente de estos materiales.

Las proporciones de los componentes básicos de la pintura termoplástica pueden ser establecidos por los fabricantes, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en la especificación **AASHTO M-249**. Sin embargo, la normativa especifica una dosificación mínima de los componentes de este tipo de pintura. Ver Tabla 4.7

Componente	Blanco	Amarillo
Cemento (Unidades)	18 mínimo	18 mínimo
Microesferas de Vidrio	30-40	30-40
Dióxido de titanio	10 mínimo	--
Carbonato de calcio y filler	42 máximo	Opción de fabricante

Tabla 4.7. Componentes de la pintura Termoplástica.

[AASHTO - 2002, M-249, Pág 2]

– **Requerimientos de la Pintura Termoplástica.**

A diferencia de las pinturas Alquídica, la normativa no especifica requerimientos para los componentes de la pintura termoplástica, indicando solamente especificaciones para las características que debe cumplir la mezcla de los componentes mencionados anteriormente. Estas características y requerimientos se presentan en la tabla 4.8

Características	Procedimiento	Resultados
Gravedad específica.	-	2.15 máximo
Color	Calentamiento de 4h ± 5 min a 218 ± 2 °C y luego enfriado a 25 ± 2°C	Blanca. Reflectancia a la luz del día , 75% mín.
		Amarilla. Reflectancia a la luz del día , 45% mín.
Tiempo de secado	Con una aplicación a 211 ± 7 °C, y espesor de película de 3 a 4.76 mm	Paso al tráfico 2 mín., si la temperatura es de 10 ± 2°C 10 mín., si la temperatura es de 32 ± 2°C
Resistencia a la adherencia	Calentamiento por 4h ± 5 a 218 ± 2 °C	180 psi mínimo.
Resistencia a la fisuración por bajas temperaturas.	Calentamiento por 4h ± 5 min a 218 ± 2 °C. Aplicarlo a bloques de concreto. Enfriamiento del material a -9.4 ± 1.7 °C.	No se deben de mostrar fisuraciones
Resistencia al impacto	Calentamiento por 4h ± 5 min a 218 ± 2 °C. Formación de especímenes.	1.13 j mínimo.
Punto de ablandamiento	Calentamiento por 4h ± 5 min a 218 ± 2 °C.	102.5 ± 9.5 °C
Fluidez	Calentamiento por 4h ± 5 a 218 ± 2 °C y ensayarlo a fluidez.	Máximo porcentaje de residuo. en pintura blanca. 21 en pintura amarilla.
“Yelow Index”	-	0.12 como mínimo.
Fluidez (Calentamientos prolongados)	Calentamiento por 8h ± 0.5h a 218 ± 2 °C	Máximo porcentaje de residuo. 28
<p>Tiempo de almacenamiento. Después de un año de almacenamiento el material debe de cumplir las características anteriores. Al calentarse no debe presentar partículas o grumos sin derretirse, de lo contrario el material debe desecharse.</p>		

Tabla 4.8. Requerimientos para pinturas Termoplásticas. [AASHTO – 2002, M-249, Pág. 3 y 4]

c) Microesferas de Vidrio.

Son partículas de Vidrio de forma esférica que tienen un diámetro aproximadamente entre 0.1 a 0.37 milímetros, son aplicadas a las pinturas con el objeto de mejorar su reflectividad. Lo anterior se logra debido a que la forma esférica de estas partículas permite la generación del fenómeno de retroreflección, el cual consiste en que la luz emitida por los vehículos penetra dentro de las microesferas y posteriormente el rayo es desviado casi en forma paralela por un fenómeno de refracción (ver figura 4.1). Sin embargo, la capacidad que tengan las microesferas para refractar la mayor cantidad de luz recibida de los vehículos, dependerá de muchos factores, entre estos se pueden mencionar: la naturaleza del vidrio, imperfecciones en la forma de las microesferas, la granulometría en relación al espesor de película, cantidad de microesferas aplicadas, forma de aplicación, el porcentaje de superficie libre (superficie no embebida en la película), etc.

En el mercado existen dos tipos de microesferas, “Drop-on” y “Premix” las primeras son de mayor tamaño y se aplican a las pinturas al momento de realizar la señalización, las segundas son más pequeñas y son agregadas a las pinturas durante su fabricación.

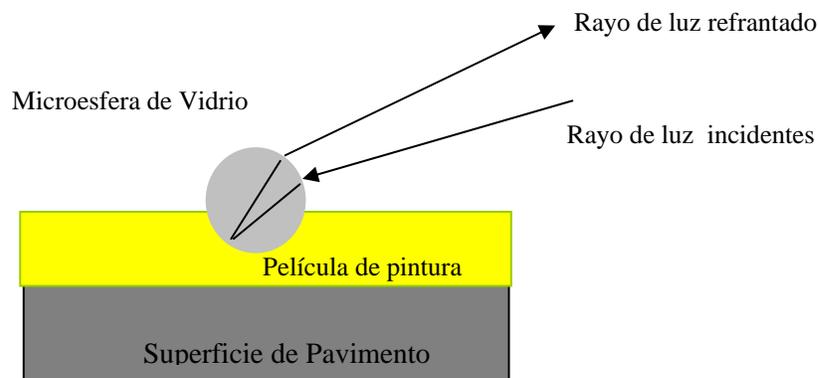


Figura 4.1 Esquema de la refracción de la luz que generan las Microesferas de vidrio.

Los tipos de microesferas que deben utilizarse para la elaboración de señales reflectivas en pavimentos, se establecen en la **AASHTO M - 247**, en donde se especifican dos tipos de microesferas, Tipo I y II, las cuales se diferencian en su granulometría (ver tabla 4.9)

Designación de Malla		Porcentaje que pasa	
No	Abertura (mm)	Tipo I	Tipo II
20	0.850	100	-
30	0.600	75 – 95	100
40	0.425	-	90 – 100
50	0.300	15 – 35	50 – 75
80	0.180	-	0 – 5
100	0.150	0 – 5	-

Tabla 4.9. Granulométrica para los tipos de microesferas
[AASHTO - 2002, M-247, Pág. 2].

Además de la granulometría especificada, las microesferas deben de cumplir los siguientes requisitos. (Ver tabla 4.10).

Características	Requisitos
Redondes	70 % como mínimo de una esfera real.
Resistencia a la trituración	133N (30lb) como mínimo.
Índice de reflectividad	1.5 como mínimo.
Resistencia a la humedad	No debe de absorber humedad al almacenarse y no se deben formar terrones.
Flotación	El 90% de las microesferas debe flotar en Xileno

Tabla 4.10 Requerimientos de las Microesferas de Vidrio [AASHTO - 2002, M-247, Pág. 2].

4.2 Tipos de Pinturas y Requerimientos según la Normativa FP-2003.

Las Standard Specification for Construction of Road and Bridges on Federal Highway Projects mejor conocida como FP, especifica que para la señalización horizontal de pavimentos (**Sección 634**), se pueden utilizar una de nueve tipos de señales establecidas:

Tipo A, B, C, D, E, F, G, H e I, las cuales se obtienen de la combinación de diversos tipos de pintura y microesferas de vidrio, con el fin de obtener señales viales retroreflectivas (Ver figura 4.2)

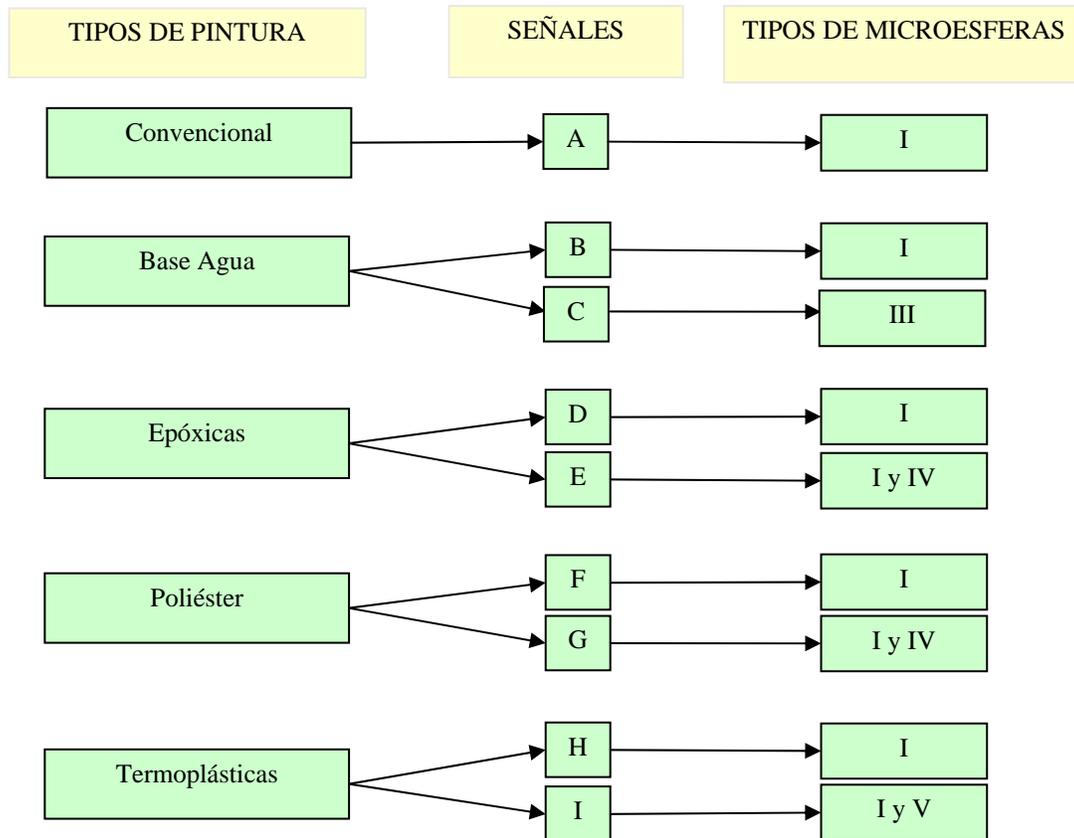


Figura 4.2 Tipos de señales para pavimentos de concreto Asfáltico e Hidráulico.
[FP-2003, Sección 634, Pág.567]

Las definiciones de estos tipos de pintura básicos que especifica la FP-2003, son los siguientes:

a) Pintura Convencional

Esta es la misma pintura Alquílica definida según la normativa **AASTHO M – 248**. (Ver sección 4.1)

b) Pintura Base Agua.

Es una pintura a base de resina Acrílica que puede ser utilizada en pavimentos de concreto asfálticos e hidráulicos.

Los requisitos que esta pintura debe de cumplir, se resumen en la siguiente tabla:

Características	Requerimiento	Norma
Pigmentos (%)	45 a 55	ASTM D 3723
Componentes orgánicos volátiles	150 grs / L	ASTM D 2369
Peso de pintura	1.44 Kg/L	ASTM 1475
Viscosidad (Krebs)	75-90	ASTM D 562
Tiempo de secado	10 máximo	ASTM D711
Flexibilidad	no debe descascararse o agrietarse	ASTM D522
Color	Blanco y amarillo	ASTM D 1729
Reflectancia a la luz del día	Blanco 84 % y Amarillo 55%	ASTM E 1347
Relación de sangramiento	Mínimo 0.96	ASTM 969
Resistencia al desgaste	300 ciclos mínimo	ASTM D2486

Tabla 4.11 Requerimientos para las pinturas Base Agua
[FP-2003, Sección 718.14, Pág. 671]

c) Pinturas Epóxicas.

Son pinturas a base de resinas epóxicas y se presentan como dos componentes 100% sólidos, que son mezclados y calentados previo a su aplicación.

Las características que son objeto de evaluación y sus requerimientos mínimos se observan en la tabla 4.12.

Características	Requerimientos	Norma
Pigmentos (% por peso) Blanco Oxido de titanio (%) Resina epóxica (%)	18 mínimo 75 a 82	ASTM D 476
Amarillo Cromo amarillo (%) Resina epóxica (%)	23 mínimo 70 a 77	ASTM D 126
Color	Blanco y amarillo	ASTM D1729
Reflectancia (sin microesferas) Relativa al oxido de magnesio	Blanco 84% Amarillo 55%	ASTM E 1347
Tiempo de secado (minutos)	30 máximo	ASTM D 711

Resistencia a la abrasión (Índice de desgaste)	82 máximo	ASTM D 4060
Dureza	75 a 100	ASTM D 2240

Tabla 4.12. Requerimientos para pinturas Epóxicas.
[FP-2003, Sección 718.15, Pág. 672]

d) Pinturas de Poliéster.

Estas pinturas son a base de resinas de poliuretano y es suministrada en dos componentes cien por ciento sólidos, que son mezclados al momento de la aplicación. Los requerimientos de esta pintura son los siguientes:

Características	Requerimientos	Norma
Color	Blanco y amarillo	ASTM D1729
Reflectancia (sin microesferas) Relativa al óxido de magnesio	Blanco 80% Amarillo 55%	ASTM E 1347
Tiempo de secado (minutos)	45 máximo	
Viscosidad (Krebs)	70 a 90	ASTM D 562
Sangramiento	6 mínimo	ASTM D 969

Tabla 4.13. Requerimientos para pinturas de Poliéster
[F1P-2003, Sección 718.16, Pág. 674]

e) Pinturas Térmoplásticas.

Según la **Sección 718.18** de la Federal Proyects-2003, estas deben cumplir las especificaciones de la normativa AASHTO M-249, las cuales fueron abordadas en la sección 4.1 de este documento.

f) Microesferas de Vidrio.

La norma FP-2003, especifica en la **Sección M 718. 19**, que se pueden utilizar cinco tipos de microesferas de vidrio para obtener señales retroreflectivas, los dos primeros son las microesferas Tipo I y II, definidas en la **AASHTO-M247** (ver sección 4.1), y los tipos 3, 4 y 5 son definidos a continuación.

Tamaño de malla	Porcentaje que pasa (ASTM D 1214)		
	Graduación designada.		
	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
2.36 mm			100
2.0 mm		100	95-100
1.7 mm	100	95-100	80-95
1.4 mm	95-100	80-95	10-40
1.18 mm	80-95	10-40	0-5
1.0 mm	10-40	0-5	0-2
0.85 mm	0-5	0-2	
0.71 mm	0-2		

Tabla 4.14 Requerimientos granulométricos para las Microesferas de Vidrio
[FP-2003, Sección 718.19, Pág. 675]

Adicionalmente a la granulometría, estas microesferas deben de cumplir requisitos de redondez (al menos el 70% de las partículas de vidrio utilizadas debe ser geoméricamente una esfera) y de índice de refracción (1.5 a.55).

4.3 Tipos de Pinturas y Requerimientos según el Manual Centroamericano de Especificaciones para La Construcción de Carreteras y Puentes Regionales (SIECA-2001).

En la **Sección 718.13** del mencionado Manual y en el **Anexo D** del Manual de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (ambos de la **SIECA**), se establecen los tipos de pinturas para la señalización de pavimentos y sus requerimientos, respectivamente. Los cuales son idénticos a los establecidos por la normativa **FP-2003**, a excepción de las pinturas Convencionales de tráfico, que en lugar de cumplir con la **AASHTO M-248**, cumplen con los requisitos de la normativa **TT-P-115F**, contenida en las Especificaciones y Estándares Federales (**FSS**). Por lo cual, esta última normativa es presentada a continuación.

4.4 Tipos de Pinturas y Requerimientos según Especificaciones y Estándares Federales (FSS-1992)

Esta normativa establece los tipos de pinturas a utilizar en la señalización horizontal de autopistas de aeropuertos y en pavimentos carreteros. En relación a las pinturas aplicables a la señalización de carreteras, la norma especifica utilizar pinturas Alquídicas con Caucho Clorado, las cuales se definen como sigue:

- Pinturas Alquídicas con Caucho Clorado.

Este tipo de pinturas son definidos en la sección TT-P-115F, en donde se establecen dos tipos de pinturas (Tipo I y Tipo II) las cuales están fabricadas a base de resinas Alquídicas y Caucho Clorado y pueden ser usadas en pavimentos asfáltico o de concreto hidráulico.

La Tipo I consiste en una pintura de secado lento (30 mín), y la Tipo II en una de secado rápido (5 mín).

Los requisitos que deben de cumplir estos tipos de pinturas se indican en la siguiente tabla.

Características	Tipo I	Tipo II
Pigmentos (%)	54 mín.	57 mín.
Componentes no volatiles (%)	31 mín.	41 mín.
Agua, (%) por peso de pintura	1.0 máx.	1.0 máx.
Viscosidad (Krebs)	70-80	70-80
Tiempo de secado	30 máx.	5 máx.
Peso por galón (lb)	10.7 mín.	12 mín.
Finura (Hegman)	2mín	2 mín.
Resistencia a la abrasión	Blanco 26 mín. Amarillo 23 mín.	Blanco 26 mín. Amarillo 23 mín.
Relación de sangramiento	0.9 mín.	0.9 mín.

Tabla 4.14 Requerimientos de las pinturas de tráfico Tipo I y II de la norma [FSS-1992, TTP-115F].

4.5 Cuadro Resumen de Pinturas para la Señalización Horizontal de Pavimentos. (FSS-1992, SIECA-2001, AASHTO-2002 Y FP-2003).

A continuación se presenta un resumen de las pinturas definidas para las marcaciones viales, según las normativas estudiadas.

	FSS-1992	SIECA-2001	AASHTO-2002	FP-2003
Tipos de Pinturas	Alquídica-Caucho Clorado (Tipo I y II)	Alquídica FSS-TT-P-115F	Alquídicas (Tipos: S, N y F) AASHTO M-248	Alquídica (tipos S, N y F) AASSHTO M-248
	-	Acrílica. SIECA-01, Sec. 718.14	-	Acrílica FP-03, Sec. 718.14
	-	Epóxica. SIECA-01, Sec. 718.15	-	Epóxicas. FP-03, Sec. 718.15
	-	Poliéster. SIECA-01, Sec. 718.16	-	Poliéster FP-03, Sec. 718.16
	-	Termoplástica. AASHTO M – 249	Termoplástica. AASHTO M-249	Termoplástica. AASHTO M – 249
Tipos de Microesferas.	TT-B-1325C	Tipo I, II AASHTO M-247 y Tipo 3, 4 y 5 SIECA-01, Sec. 718.19	Tipo I, II AASHTO M-247	Tipo I, II AASHTO M-247 y Tipo 3, 4 y 5 FP-03, Sec. 718.19

Tabla 4.15 Resumen de pinturas para señalización horizontal de pavimentos.

5.0 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS SEÑALES HORIZONTALES.

Las especificaciones para la aplicación de pinturas en pavimentos que a continuación se presenta, corresponden a la normativa SIECA-2001, la cual es actualmente utilizada en los proyectos de infraestructural vial que son ejecutados por el Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. Adicionalmente, para fortalecer los conocimientos de estos procedimientos, se ha incorporado aspectos contenidos en las normativas AASHTO-2002 y FP-2003, que están relacionados con los espesores de las pinturas, las tasas de riego, las temperaturas de aplicación, entre otros, los cuales podrán apreciarse en la sección 5.2.

5.1 Requerimientos Generales.

A continuación se presentan algunas recomendaciones generales a tomar en cuenta antes e inmediatamente después de la aplicación de cualquier tipo de pintura.

- a) Se deben trazar las líneas guías de las señales del pavimento para su aprobación, antes de elaborar las señales definitivas.
- b) La superficie debe de estar limpia y seca, por lo que se deben eliminar todas las partículas sueltas, grasa, asfaltos u otros.
- c) Sí las señales se van a colocar en pavimentos de concreto hidráulico nuevos (menores a 1 año de edad) se debe limpiar su superficie de los residuos de compuestos de curación. Por lo cual se recomienda, dejar fraguar el concreto como mínimo 28 días y posteriormente aplicar una mezcla de ácido muriático con agua en una proporción en volumen de 1 a 9.²
- e) Se deben sustituir las señales provisionales sobre el pavimento el mismo día que se coloquen las señales definitivas.
- f) Se deben proteger las áreas recientemente marcadas del tráfico hasta que se hayan secado completamente.
- g) La remoción de las demarcaciones defectuosas en pavimentos asfálticos o de concreto hidráulico se debe realizar por medio de dispositivos de Chorro de arena, además, en superficies asfálticas se puede utilizar emulsiones asfálticas.

5.2 Requerimientos para la aplicación.

En la siguiente tabla se resume los aspectos a considerar al momento de la aplicación de los distintos tipos de pinturas, según las normativas SIECA-2001, AASHTO-2002 y FP-2003.

² Manual Centroamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito, Anexo D (D.6.1.5), SIECA-2001

Normativa	Tipo de Pintura	Tipo de señal	T° (°C) pavimento	T° (°C) Aplicación	Espesor de película (mm)	Tasa de aplicación (m ² /litro)	Tipo y Tasa de Aplicación de Esferas. ¹
AASHTO-02	Alquídica (S, N, F)	-	-	-	0.38	-	Tipo 1 y 2 5 a 6 lb/ gal
AASHTO-02	Termoplástico	-	-	211±7	3.2 a 4.8	-	Tipo 1 y 2 -
FP-03	Alquídica (S, N, F)	Tipo A	4 mín.	-	0.38	2.6 (8.8 y 3.7) ₂	Tipo 1 (0.7 g/litro)
SIECA-01	Alquídica - Caucho Clorado (I y II).	Tipo A	4 mín.	-	0.38	2.6 (8.8 y 3.7) ₂	Tipo 1 (0.7 g/litro)
FP-03 SIECA-01	Agua	Tipo B	10 mín.	-	0.38	2.6 (5.2 y 5.2) ₂	Tipo I (0.7kg/litro)
		Tipo C					Tipo 3 (1.4kg/litro)
FP-03 SIECA-01	Epóxicas	Tipo D	10 mín.	43 ± 17	0.38	2.6	Tipo 1 1.8 k /litro
		Tipo E					Tipo 4 y Tipo 1 1.4kg/litro
FP-03 SIECA-01	Poliéster ³	Tipo F	10 mín.	53 ± 4	0.38	2.6	Tipo 1 1.8 kg/litro
		Tipo G					Tipo 4 y tipo 1 1.4kg/litro
FP-03 SIECA-01	Termoplástico ⁴	Tipo H	10 mín.	230 ± 3	2.3 L. centrales	0.44 L. centrales	Tipo 1 0.59kg/m ²
		Tipo I					1.5 L. de borde

¹ Todas las aplicaciones de microesferas que se muestran, se deben realizar en el momento que se esta aplicando la pintura, y en el caso de aplicaciones de dos tipos de esferas estas se deben de realizar en forma separada y de manera continua.

² Se deben realizar dos aplicaciones de pinturas en pavimentos o tratamientos asfálticos nuevos, según las tasas de aplicación mostradas en la tabla.

³ Se debe desechar todo el material que se sobrecaliente más de 60°C

⁴ En pavimentos de concreto hidráulico y en pavimentos asfálticos viejos, se debe aplicar una imprimación de resina epóxica o sellador (**Primer**), de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La pintura termoplástica debe ser aplicada cuando el **Primer** esta todavía viscoso. Aproximadamente 10 minutos después de su aplicación. [SIECA-2001, Anexo D, Sec. D.4.5.6]

Tabla 5.1 Requerimientos de aplicación de pinturas de tráfico.

6.0 TECNICAS Y EQUIPOS PARA LA APLICACIÓN DE LAS PINTURAS DE TRÁFICO.

6.1 Técnicas de aplicación de las pinturas

En general las técnicas de aplicación de las pinturas pueden clasificarse en dos métodos: Esprayado y Extrusión.

- **El Método de Esprayado**, consiste en aplicar la pintura en forma pulverizada utilizando para ello compresores de aire, pistolas y contenedores especiales de pinturas.
- **El Método de Extrusión**, consiste en aplicar la pintura por medio de gravedad, en este método se utilizan contenedores y dispositivos calibrados con el espesor y ancho de la película a colocar, por medio del cual se extruye la pintura.

Las pinturas alquídicas, acrílicas, epóxicas, de poliéster y termoplásticas son aplicadas por el método de esprayado, no obstante las Termoplásticas puede ser aplicadas por el método de Extrusión.

6.2 Equipos para la aplicación de pinturas en pavimento.

Existen equipos manuales, autopropulsados de pequeño y gran tamaño, y de montaje en vehículos de carga (Ver figura 6.1). La selección de cada uno de estos depende del rendimiento y tipo de aplicación que se requiera, por ejemplo, los equipos manuales son generalmente para aplicaciones en pasos peatonales y flechas, y los autopropulsados para la señalización de las franjas centrales y laterales.



a) Equipo Autopropulsado de gran tamaño.



b) Equipo Autopropulsado de tamaño medio.



c) Equipo para montaje en vehículo de carga.



e) Equipo manual de Esprayado.



f) Equipo manual de Extrusión.

Figura 6.1 Equipos utilizados en la aplicación de pinturas en Pavimentos.

7.0 CONTROL DE CALIDAD DE LAS SEÑALIZACIONES.

Cualitativamente, la calidad de una señalización vial se puede definir por el grado de satisfacción que estas le originan a los conductores al momento que les sirven de guía en una carretera; sin embargo, este tipo de evaluación es muy subjetiva y tediosa de realizar, por lo cual, organismos internacionales como la American Association of Testing Material (ASTM) y la European Committee for Standardization (CEN) definieron parámetros que son evaluados cuantitativamente y están basados en la reflectividad o capacidad de los materiales para reflejar la luz de su entorno. Estos parámetros son el Coeficiente de Retroluminancia Reflejada (RL) y el Coeficiente de Iluminancia Bajo Iluminación Difusa (Qd).

Para evaluar estos coeficientes de reflectividad de los materiales, la CEN 1436 especifica un modelo geométrico que representa la distancia de visibilidad máxima que puede tener un conductor en un carretera en condiciones ambientales adversas, (horas nocturnas con presencia de lluvia), además de otros factores, como el ángulo de visión del conductor y el ángulo de incidencia de los rayos de luz de los faros del vehículo en la señal. (Ver figura 7.1). Dicho modelo también ha sido adoptado por la norma ASTM E-1710.

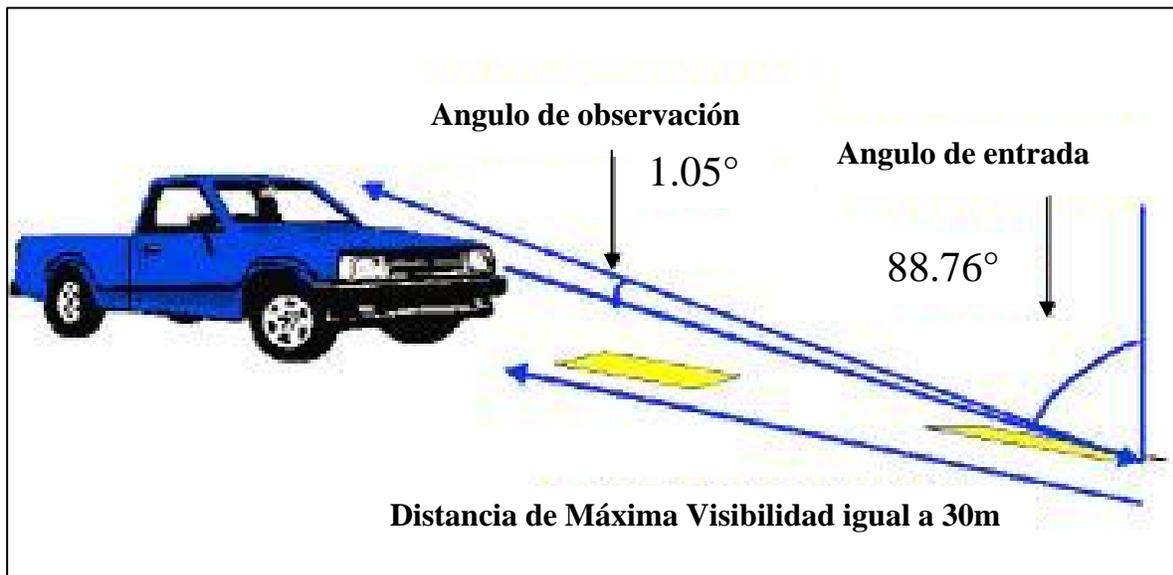


Figura 7.1 Modelo Geométrico de 30 m para la máxima visibilidad de los conductores.³

³ www.flintrading.com/ltl2000.htm

Basados en el modelo geométrico de visibilidad máxima, se han creado diversidad de equipos denominados Retroreflectómetros (ver figura 7.2 y 7.3), los cuales contienen un sistema óptico interior y una fuente de luz que emite destellos en un área conocida de pintura o señalización con el ángulo de incidencia del sistema geométrico, posteriormente, el mismo equipo mide la cantidad de luz refractada por el material, determinando de esta manera los coeficientes anteriormente mencionados.

Además, los Retroreflectómetros contienen una placa de índices de reflectividad conocidos, la cual sirve para determinar si el equipo está bien calibrado, es decir, si la posición del sistema óptico al interior de estos equipos está en la posición correcta.

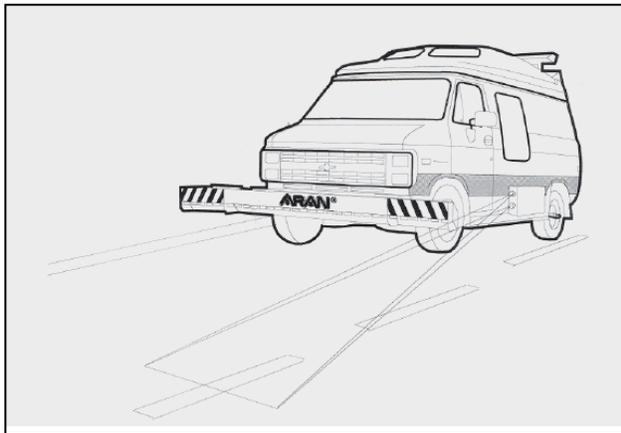


Figura 7.2 Retroreflectómetro móvil (Laserlux)⁴



Figura 7.3 Retroreflectómetro Portátil.⁵

En relación a los coeficientes de reflectividad R_L y Q_d , la Federal Highway Administration (FHWA), ha conducido investigaciones con el objeto de determinar los valores mínimos que garanticen la seguridad de los conductores, los cuales sirven para determinar el momento en el que es necesario el mantenimiento de estas señales. Sin embargo estas investigaciones están en proceso de evaluación por parte de la AASHTO⁶, con la finalidad de establecer un Registro Federal acerca de los lineamientos de los índices de reflectividad mínimos de las señalizaciones

⁴ www.nzrf.co.nz/spec_retroreflectivity.htm

⁵ www.flintrading.com

⁶ www.cti.uconn.edu/ti/tecnology/tt_newsletters.htm

en pavimento. Según el Manual Uniform on Traffic Control Device (MUTCD-2002), se tiene provisto que en próximas ediciones se publicaran los resultados de la investigación de las FHWA, en la sección 2A-09 de estas especificaciones.

En relación a las magnitudes de los índices de reflectividad, específicamente las del Coeficiente de retroreflexión (RI), se presenta a continuación, los valores mínimos que establecen **las Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes**, del Ministerio de Obras Públicas de España.

Tipo de Marca	Coeficiente de Retroreflexión (RI) Mcd/lux/m ²		
	30días	180días	730días
Blanco (permanente)	300	200	100
Amarillo (Temporal)	150		

Tabla 7.1 Requerimientos mínimos de reflectividad de las Marcas Viales.⁷

Estos requerimientos, se encuentran estipulados en la sección 700.4 “Especificaciones de la Unidad Terminada”, del artículo 700 “Marcaciones Viales” y entraron en vigor en diciembre del 1999.

8.0 PINTURAS Y EQUIPOS UTILIZADOS ACTUALMENTE EN EL SALVADOR.

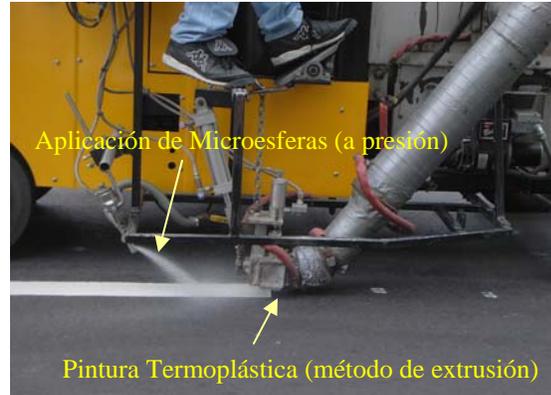
Actualmente en nuestro país los proyectos de construcción, reconstrucción o rehabilitación de carreteras que se están desarrollando especifican que para la señalización horizontal de pavimentos se debe de utilizar en algunos casos pintura Termoplástica y en otros Caucho Clorado (pintura convencional de tráfico), siguiendo la mayoría de estos las especificaciones de la Secretaría de Integración Centroamericana SIECA-2001.

En relación a los equipos utilizados en la aplicación de estas pinturas, se cuenta con equipos manuales y autopropulsados de tamaño intermedio, los cuales funcionan ya sea por los métodos de extrusión o esprayado. A continuación se muestran fotografías de los mismos.

⁷ www.carreteros.org/pg3/articulos/7/a_700c.htm



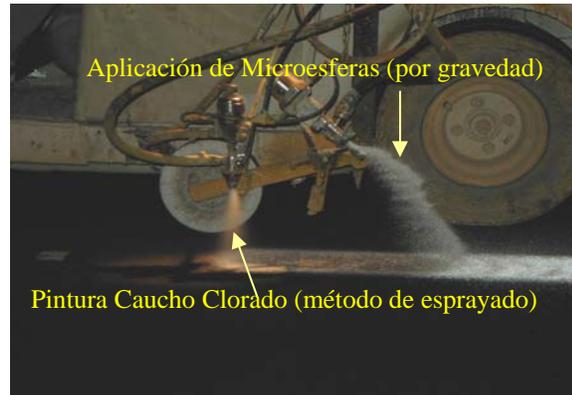
A.1) Máquina Franjeadora Autopropulsada, para la aplicación de pintura Termoplástica (método de Extrusión).



A.2) Detalle de la aplicación de la pintura Termoplástica y de las microesferas de vidrio.



B.1) Máquina Franjeadora Autopropulsada para la aplicación de pinturas convencionales de tráfico. (Método de Esprayado).



B.2) Detalle de la aplicación de la pintura Alquídica - Caucho Clorado y de las microesferas de vidrio.



C) Equipo Manuales para la aplicación de pinturas Termoplásticas. (Método Extrusión)



D) Equipo Manuales para la aplicación de pinturas Caucho Clorado. (Método Esprayado)

Figura 8.1. Pinturas y Equipos utilizados en la aplicación de pinturas en pavimentos, El Salvador – 2003.

9.0 REFERENCIAS.

- Anexo D, Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. Secciones D.6 y D.7, Secretaria de Integración Centroamericana (SIECA-2001).
- Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales. Secciones 634 y 718, Secretaria de Integración Centroamericana (SIECA-2001).
- “Standard Specification for Glass Beads Used in Traffic Paints”, AASHTO M-247- 02, American Association of State Highway and Transportation Official.
- “Standard Specification for Ready –Mixed White and Yellow Traffic Paints”. AASHTO M 248-91 (2000). American Association of State Highway and Transportation Official.
- Standard Specification for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FP-2003, Sections 634 and 718, U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION Federal Highway Administration.
- “White and Yellow Reflective Thermoplastic Striping material, AASHTO M 249-98, American Association of State Highway and Transportation Official.

Paginas de Internet.

www.cityofcanton.com

www.flintrtrading.com/ltl2000.htm

www.nzrf.co.nz/spec_retroreflectivity.htm

www.flintrtrading.com

www.cti.uconn.edu/ti/tecnology/tt_newsletters.htm

www.carreteros.org/pg3/articulos/7/a_700c.htm

[Pagina Principal](#)

E-mail: uidv.contacto@mop.gob.sv