DYNAMO
INGENIERÍA QUE IMPULSA
GRUPO EMPRESARIAL DYNAMO SAS

901.327.150-1

GOBERNACIÓN DEL TOLIMA

El Tolima nos une

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y HÁBITAT GOBERNACIÓN DEL TOLIMA

CONTRATAR LA CONSULTORÍA TÉCNICA,ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA PURACÉ - COYAIMA - CASTILLA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

INFORME SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

GRUPO EMPRESARIAL DYNAMO SAS

IBAGUÉ, TOLIMA

2024

CR 11 SUR N 20-118 BARRIO RICAURTE
grupodynamosas@gmail.com
Ibagué-Tolima

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Contenido

INTRODUCCIÓN ***6***
1. OBJETIVOS ***7***
1.1 OBJETIVOS GENERAL *7*
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS *7*
2. ALCANCE ***8***
3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO ***8***
4. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA ***9***
5. DISEÑOS DE SEÑALIZACIÓN ***11***
5.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL *11*
5.1.2 SEÑALES REGLAMENTARIAS *11*
5.1.2.1 Forma y Color *12*
5.1.2.2 Mensaje *12*
5.1.2.3 Ubicación *12*
5.1.3 SEÑALES PREVENTIVAS *14*
5.1.3.1 Forma *14*
5.1.3.2 Colores *14*
5.1 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL *15*
5.1.2 Según su forma *15*
5.1.3 Según su altura *16*
5.1.4 DEMARCACIONES PLANAS *16*
5.1.4.1 Dimensiones y apariencia de las demarcaciones planas *16*
5.1.4.2 Color de las demarcaciones planas *17*
5.1.4.3 Contraste *17*
5.1.4.4 Resistencia al Deslizamiento *17*
5.1.5 LÍNEAS LONGITUDINALES *17*
5.1.5.1 Clasificación de las líneas longitudinales *18*
5.1.6 CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES *19*

5.1.6.1 Color 19

5.1.6.2 Significado de la forma y ancho de las líneas longitudinales 19

5.1.7 PATRÓN DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES SEGMENTADAS 20
5.1.8 LÍNEAS "CENTRALES" QUE SEPARAN FLUJOS OPUESTOS 21
5.1.9 LÍNEAS TRANSVERSALES 21

5.1.9.1 Clasificación 21

5.1.10 DEMARCACIONES PARA CRUCES 22

5.1.10.1 Cruce controlado por señal PARE 22

5.1.10.2 Cruce controlado por señal CEDA EL PASO 23

5.1.10.3 Cruce Cebra 24
5.1.11 SÍMBOLOS Y LEYENDAS 25

5.1.11.1 Clasificación 25

5.1.11.2 Mensaje 25

5.1.11.3 Forma 26

5.1.11.4 Color 26
5.1.12 FLECHAS 26
5.1.13 LEYENDAS 27

5.1.13.1 Pare 27
5.1.14 OTROS SÍMBOLOS 27

5.1.14.1 Estacionamiento Exclusivo para Personas Con Discapacidad 28
5.1.15 COLORES DE LAS DEMARCACIONES 28
5.1.16 DIMENSIONES DE LA DEMARCACIÓN DE LEYENDA 29
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL 31
6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES VERTICALES 31

6.1.1 Materiales 31

6.1.1.1 Material para tableros 31

6.1.1.2 Materiales para postes 35

6.1.1.3 Materiales para los brazos de los postes 36

6.1.1.4 Materiales para Anclaje de los postes 36

6.1.1.5 Recubrimiento de los postes 37

6.1.1.6 Soldadura 37

6.1.1.7 Anclaje de las señales al terreno 37

6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL 37

6.1.2 Descripción de los trabajos 37

6.1.3 Materiales 38

6.1.3.1 Pintura de aplicación en frío 38

6.1.3.2 Resina termoplástica 38

6.1.3.3 Microesfera de vidrio 41

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Patrón - demarcación / brecha para líneas segmentadas 17
Tabla 3. Coordenadas cromáticas de color para resina termoplástica 34
Tabla 4. Composición de resinas termoplásticas blanca y amarilla 34
Tabla 5. Límites de granulometría de esferas de premezclado o tipo premix, para resina termoplástica 38
Tabla 6. Límites de granulometría de esferas de postmezclado o tipo drop-on, para resina termoplástica. 38

INTRODUCCIÓN

Una vía debe garantizar funcionalidad, seguridad y comodidad; estos aspectos se logran mediante el diseño geométrico, estudios de tránsito, el proceso constructivo y la señalización implementada. Las señales de tránsito son indispensables para garantizar el buen funcionamiento de una vía y su mala ubicación o ausencia puede provocar alteraciones de tráfico y desorden peatonal.

El siguiente documento está realizado a partir de información recolectada de distintos textos y normas, de los cuales se retoma la principal información correspondiente a la conceptualización de las señales de tránsito, características, clasificación, su proceso de implementación, materiales a utilizar, procedimiento para la realización del diseño señalización horizontal y vertical en las vías donde se llevarán a cabo las obras. Se hace énfasis en el Manual de Señalización Vial 2015 encaminado a reducir los índices de accidentalidad en calles y carreteras.

Este texto tiene como objeto servir como una guía para ingenieros, constructores, contratistas o cualquier individuo involucrado en la implementación de señalización vial para las obras que ocupan dicho proyecto. La información suministrada está sujeta a las normas que rigen el procedimiento de implementación de señalización vial en el país y este texto no busca sustituirlas y procura ser un apoyo en todo el proceso de implementación de señales tránsito propuesta por el Manual de Señalización vial de 2015.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS GENERAL

Desarrollar el diseño geométrico para el mejoramiento de la vía puracé - Coyaima - castilla en el departamento del Tolima.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar de manera exhaustiva información sobre el tema, focalizándose principalmente en el Manual de Señalización Vial y documentos relacionados. Esta recopilación permitirá desglosar de manera precisa el proceso integral de señalización vial.

- Conducir un análisis minucioso del corredor en fase de diseño, con el propósito de identificar las demandas inherentes a la señalización y demarcación vial. El objetivo es determinar con exactitud los componentes necesarios para asegurar, de manera preventiva, la seguridad de todos los usuarios de la vía y prevenir la ocurrencia de cualquier tipo de accidente.

- Realizar el diseño de señales verticales y horizontales en el tramo de estudio.

- Generar un documento textual siguiendo las especificaciones y lineamientos establecidos. Este documento estructurará de manera secuencial las ideas, enumerando todas y cada una de las etapas cruciales para la concepción y ejecución de un proyecto completo de señalización vial integral (incluyendo Diseño e Implementación).

2. ALCANCE

El presente estudio pretende realizar un análisis de las condiciones más relevantes desde el punto de vista de seguridad vial, de tal manera que se visualicen los elementos necesarios de señalización vertical y horizontal para la adecuada operación del corredor vial.

El alcance del presente estudio es el brindar un resumen de los estudios y diseños de señalización de acuerdo a las normas vigentes del manual de señalización vial, dispositivo para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, esto con el fin de establecer con claridad las condiciones de seguridad de la vía, considerando que la señalización tiene como objetivo informar a los usuarios sobre peligros, prevención, indicaciones y advertencias en la circulación vehicular por los diferentes sectores del corredor.

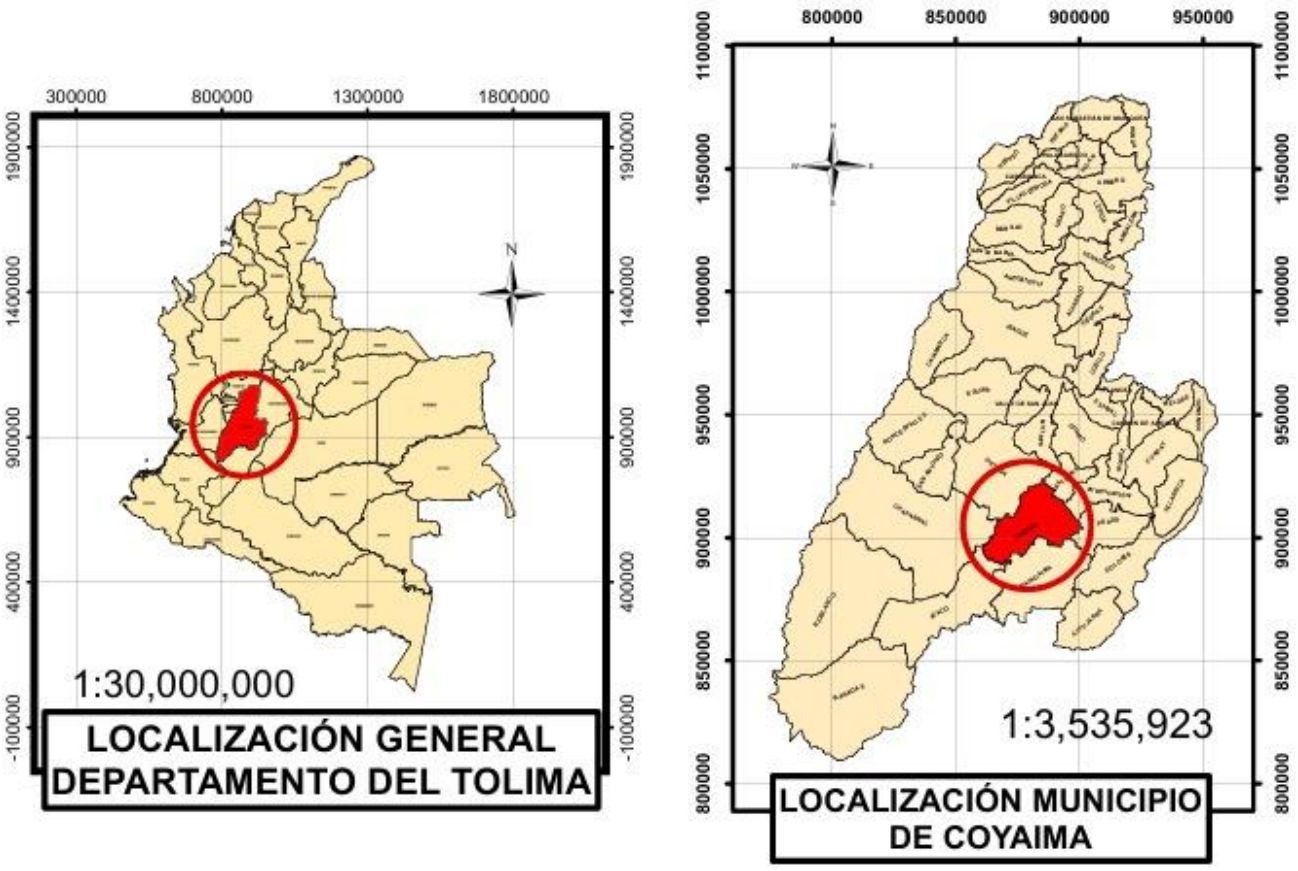
3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Con los planos del diseño geométrico en planta y perfil del proyecto se determinaron las distancias de visibilidad para la colocación de señales preventivas, reglamentarias e informativas, así mismo la respectiva demarcación (señalización horizontal), según las disposiciones y parámetros citados por el manual de señalización vial de INVÍAS y los criterios normalizados de seguridad vial, teniendo en cuenta parámetros topográficos y geométricos.

4. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto en estudio se ubica en el departamento de Tolima, a lo largo de la carretera que conecta los municipios de Puracé, Coyaima y Castilla. Cada uno de estos segmentos está identificado por su referencia kilométrica. El análisis comienza en el punto inicial denominado K0+000 hasta el K1+011.76

Ilustración 1. Localización del proyecto





Fuente: Propia

5. DISEÑOS DE SEÑALIZACIÓN

Para la realización de los diseños de señalización horizontal y vertical del proyecto, se siguieron los criterios establecidos en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte. Los criterios generales de aceptación de las señales de tránsito obedecen no tan sólo a requisitos técnicos, sino que también a cualidades funcionales. En general, las características funcionales de las señales de tránsito se pueden resumir de la siguiente manera:

- Deben ser necesarias.
- Deben ser visibles y llamar la atención.
- Deben ser legibles y fáciles de entender.
- Deben dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente.

Uno de los aspectos más importantes en la señalización de tránsito, y que debe ser una prioridad para el encargado de materializar la señalización de obra, es que ésta tiene que ser creíble, de tal forma que cada señal dispuesta en la vía entregue la información precisa para el usuario; por lo tanto, no deben existir señales innecesarias ni con mensajes confusos.

5.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales deberán colocarse conforme al diseño y alineación de la vía, e instalarse de tal forma que el conductor tenga suficiente tiempo para captar el mensaje, reaccionar y acatarlo. Como regla general, se instalarán al lado derecho de la vía; en vías de dos o más carriles por sentido de circulación se colocarán el mismo mensaje en ambos costados cuando sea necesario.

5.1.2 SEÑALES REGLAMENTARIAS

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las limitaciones, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.

Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre.

5.1.2.1 Forma y Color

La mayoría de las señales reglamentarias tienen forma circular, pero se acepta que se inscriban en un rectángulo cuando llevan leyenda adicional, la cual debe ser clara y concisa. Se exceptúan las señales PARE SR-01(octagonal), CEDA EL PASO SR-02 (triangular invertido). Su color de fondo es blanco y excepcionalmente rojo; su orla es roja y excepcionalmente verde o negra, y su símbolo y leyenda negro, blanco y excepcionalmente gris.

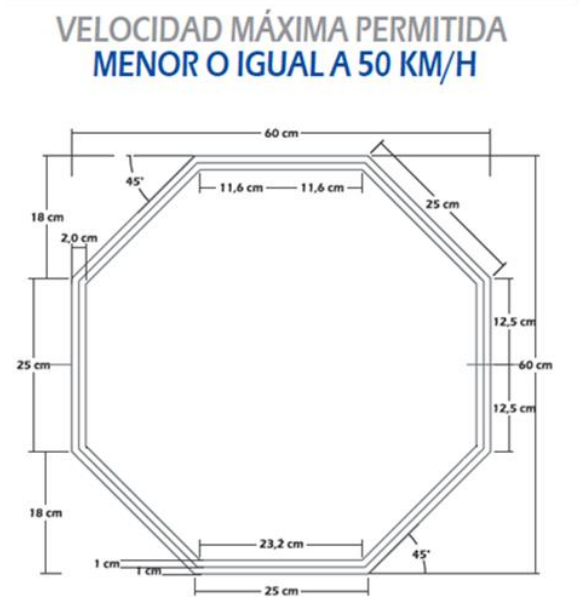
5.1.2.2 Mensaje

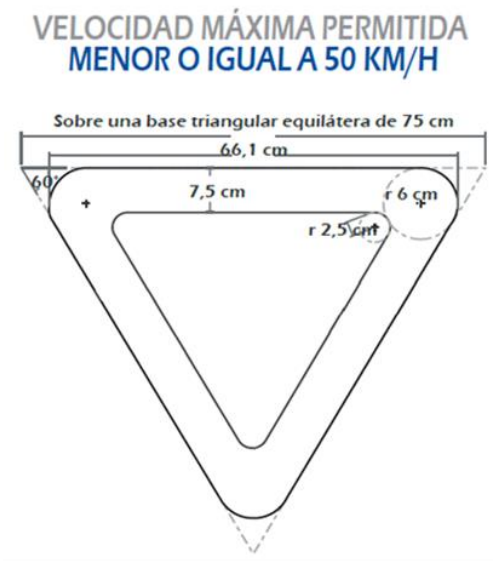
Además de comunicar a los usuarios sobre limitaciones, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones a través de símbolos, puede ser necesario complementar el mensaje de la señal con una leyenda. Es el caso excepcional de prohibiciones o restricciones sólo para ciertos días o períodos.

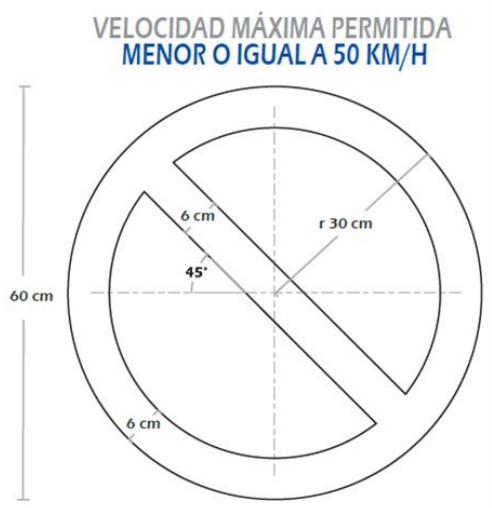
5.1.2.3 Ubicación

Las señales reglamentarias deben ser colocadas en el lugar donde se requiera establecer la regulación, y si las condiciones del tránsito o de la vía lo hacen necesario, pueden ser repetidas al costado izquierdo, a fin de garantizar su observación y respeto. A continuación, se presenta dimensiones y forma de las señales recomendadas para este proyecto.

Ilustración 2. Tipos de geometría de las señales reglamentarias.







Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

5.1.3 SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Estas señales ayudan a que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, dado que el uso innecesario de ellas para prevenir peligros aparentes tiende a disminuir el respeto y obediencia a todas las señales.

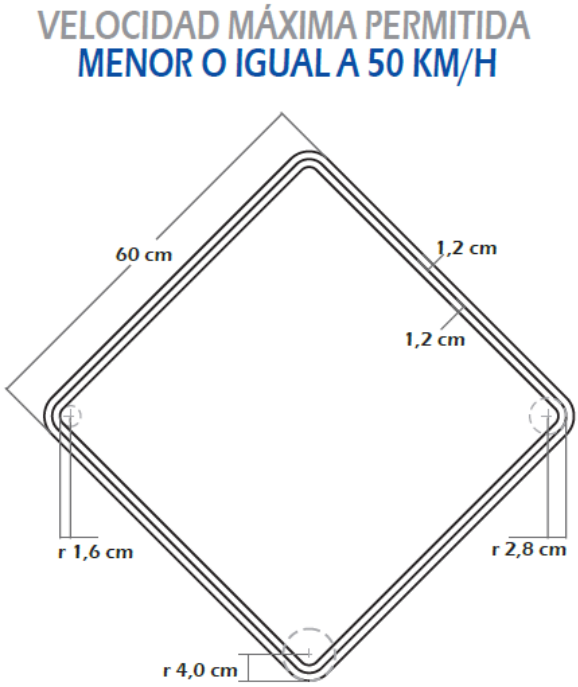
5.1.3.1 Forma

Se utiliza el cuadrado con diagonal vertical (rombo).

5.1.3.2 Colores

Los colores utilizados en estas señales son el amarillo para el fondo y el negro para orlas, símbolos, letras y/o números. Las excepciones a esta regla son:

Ilustración 3. Geometría de las señales preventivas.



Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

A continuación, se resumen las señales verticales propuestas en los sectores diseñados para los tramos objeto de los Estudios y Diseños.

5.1 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

5.1.2 Según su forma

a) **Líneas longitudinales:** se emplean para delimitar carriles y calzadas, para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
b) **Líneas transversales:** se emplean fundamentalmente en intersecciones para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.

c) **Demarcaciones para cruces:** se emplean en las intersecciones de vías o cruces que requieren de una señalización vertical y/o semaforización que establezca la prioridad entre ellos; las señales verticales y/o semáforos, en el caso de vías pavimentadas, deben ser complementadas con demarcaciones que también definan los lugares de cruce.

d) Demarcación de líneas de estacionamiento.

e) Demarcación de paraderos.

f) Símbolos y leyendas: se emplean tanto para guiar y advertir al usuario de las vías como para regular la circulación de vehículos y peatones. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, símbolos, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE y DESPACIO, SOLO BUS, entre otras.

5.1.3 Según su altura

a) **Planas:** Aquéllas de hasta 6 mm de altura.

5.1.4 DEMARCACIONES PLANAS

5.1.4.1 Dimensiones y apariencia de las demarcaciones planas

Las dimensiones de las demarcaciones planas se especifican en relación con la velocidad máxima de la vía en que se ubican. Éstas se detallan para cada caso en las siguientes secciones. Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una demarcación o darle un énfasis especial, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que leyendas y símbolos mantengan sus proporciones.

En términos generales, toda demarcación plana recién aplicada debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de modo que sus dimensiones queden claramente definidas. En particular, cuando se aplique una demarcación plana sobre otra preexistente de las mismas dimensiones, esta última debe quedar cubierta. No obstante, las líneas podrán tener una posible variación en sus ejes de hasta un 10%.

5.1.4.2 Color de las demarcaciones planas

Las demarcaciones planas deben ser blancas, amarillas, azules o rojas.

5.1.4.3 Contraste

Para la adecuada visibilidad diurna de una demarcación plana se requiere que ésta se destaque de la superficie de la vía, por ello se define una relación de contraste mínima entre la demarcación y el pavimento. Con frecuencia el color original del pavimento tiende a cambiar con el tiempo, por el desgaste de la superficie y en el caso de pavimentos de asfalto, por el envejecimiento del ligante. De hecho, los pavimentos de mezcla asfáltica tienden con el tiempo a cambiar de color negro a gris.

La relación de contraste mínima Rc es 1,7 donde:
Rc = (ß demarcación– ß pavimento) / ß pavimento
ß = Factor de Luminancia

De no registrarse este valor mínimo, o cuando se requiera dar contraste de una demarcación plana en pavimentos hidráulicos o en pavimentos asfálticos envejecidos, deberá emplearse un fondo negro que sobresalga 5 cm alrededor de la marca.

5.1.4.4 Resistencia al Deslizamiento

Al igual que la capa de rodadura, la demarcación plana debe presentar una resistencia al deslizamiento suficiente para que los vehículos circulen sobre ella sin riesgo. Esta condición está directamente relacionada con su coeficiente de rozamiento, ya que la resistencia al deslizamiento es producto de ese coeficiente por la fuerza normal que ejerce el vehículo al pasar sobre la demarcación.

5.1.5 LÍNEAS LONGITUDINALES

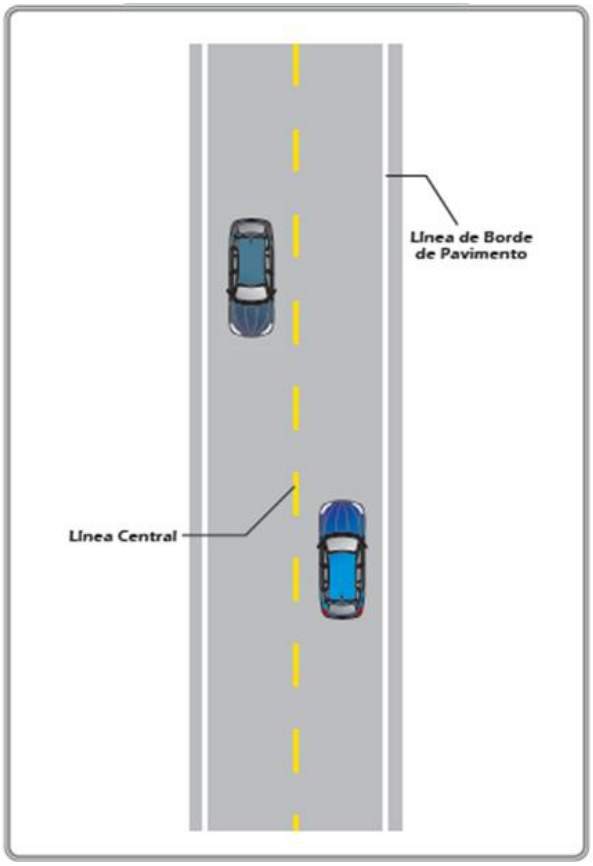
Las líneas longitudinales se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril; zonas con prohibición de estacionar; y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, carriles exclusivos de bicicletas, motocicletas o buses.

5.1.5.1 Clasificación de las líneas longitudinales

Atendiendo al elemento de la vía que identifican, las líneas longitudinales se muestran en la ilustración 5 y se clasifican en:

a. Líneas “centrales” que separan flujos opuestos.
b. Líneas que separan carriles.
c. Líneas de borde de pavimento.

Ilustración 4. Líneas Longitudinales.



Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

5.1.6 CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES

5.1.6.1 Color

☐ **Blanco:**

El color blanco se usa para indicar a los conductores:
● La separación de flujos que van en la misma dirección.
● El costado derecho del pavimento en la dirección de flujo en vías de doble sentido de circulación.
● El costado derecho e izquierdo del pavimento en la dirección del flujo en vías en un mismo sentido de circulación.

☐ **Amarillo:**

El color amarillo se usa para indicar a los conductores:
● La separación entre flujos que van en sentido opuesto en vías de una sola calzada de dos sentidos.
● El costado izquierdo en la dirección de flujo de calzadas con un sentido de circulación en vías de dos o más calzadas con separador y rampas de enlaces.

☐ **Azul:**

El color azul se usa para demarcar las líneas de borde de pavimento en las aproximaciones y frente a hospitales, clínicas y centros de atención médica.

☐ **Rojo:**

El color rojo se usa para indicar a los conductores:
● El acceso a una rampa de emergencia.
● Carriles a los cuales no debe ingresarse desde la dirección en la cual son visibles.
● En sardineles para indicar una prohibición de estacionamiento.

5.1.6.2 Significado de la forma y ancho de las líneas longitudinales

● Una línea doble indica el máximo nivel de restricción o restricciones especiales.

● Una línea continua significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella, y cuando la marca separe los dos sentidos de circulación, significa que no se debe circular por la izquierda de ella.
● Una línea segmentada indica que está permitido su traspaso.
● Una línea punteada advierte de una transición entre diferentes clases de líneas.
● Línea normal: 12 a 15 cm de ancho y en ciclovías de 10 cm.
● Línea ancha: tendrá un ancho por lo menos del doble de una línea normal.
● Línea doble: son dos líneas paralelas claramente separadas.
● Línea segmentada: es una línea normal separada por brechas.
● Línea punteada: son segmentos claramente más cortos que los de una línea segmentada, separados por brechas también más cortas que las de la línea segmentada.

5.1.7 PATRÓN DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES SEGMENTADAS

El patrón de una línea central segmentada puede variar entre 4 y 12 m. La relación entre el tramo demarcado y la brecha varía según la velocidad máxima permitida de la vía, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1. Patrón - demarcación / brecha para líneas segmentadas

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Patrón p(m)	Relación demarcación brecha	Largo demarcación (m)	Largo brecha (m)
Mayor a 60	12	3 a 5	4,5	7,5
Menor o igual a 60	8	3 a 5	3	5
Ciclovía	3	1 a 2	1	2

Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

Así, para una vía con velocidad máxima mayor a 60 km/h, se debe utilizar un patrón de 12 m y una relación 3 a 5, que se traduce en líneas de 4.5 m demarcados seguidos de 7.5 m sin demarcar. Para vías con velocidad máxima menor o igual a 60 km/h, se debe utilizar un patrón de 8 metros y una relación de 3 a 5, resulta en 3 m demarcados y 5 m de brecha. Esta última es la tradicional en las vías urbanas colombianas.

Cuando se refuerza una línea longitudinal segmentada, la demarcación elevada debe instalarse centrada en todas las brechas o brecha por medio.

Cuando en una ciclorruta se demarca el eje central, se debe utilizar una línea de 10 cm. de ancho, con un patrón de 3 m y una relación de 1 a 2, la cual resulta en una demarcación de 1 m seguido por una brecha de 2 metros.

5.1.8 LÍNEAS "CENTRALES" QUE SEPARAN FLUJOS OPUESTOS

Estas líneas se conocen como líneas centrales porque se encuentran entre dos flujos; sin embargo, no necesariamente están en el eje central de una calzada, por ejemplo, en el caso en el que el número de carriles no sea igual por sentido. Son de color amarillo cuando separan dos sentidos de tránsito y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos.

El ancho de estas demarcaciones varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía, como se detalla más adelante para cada tipo de línea. Dada la importancia de estas líneas en la seguridad del tránsito, ellas deben encontrarse siempre presentes en toda vía bidireccional con ancho de calzada.

5.1.9 LÍNEAS TRANSVERSALES

Las líneas transversales se utilizan en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

5.1.9.1 Clasificación

Atendiendo a la función que cumplen, las líneas transversales se clasifican en:

● Líneas de detención: indican el lugar ante el cual los vehículos que se aproximan a una intersección o a un paso para peatones o de ciclistas deben detenerse. En vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 60 km/h el ancho mínimo debe ser

de 20 cm; en vías con velocidades máximas permitidas superiores a 60 Km/h, dicho ancho mínimo es de 30 cm.

● Línea de seda el paso: indican el lugar ante el cual los vehículos que se aproximan a una intersección deben detenerse si en el flujo vehicular de la vía prioritaria, se aproxima un vehículo que impida cruzar la intersección o incorporarse a la vía prioritaria con seguridad.

● Líneas de cruce: éstas delimitan y señalan el sendero destinado al cruce de peatones o de ciclistas en la calzada.

5.1.10 DEMARCACIONES PARA CRUCES

Las intersecciones de vías, o cruces, a menos que presenten muy bajos volúmenes de flujos vehiculares, requieren de una señalización vertical o semaforización que establezca la prioridad entre ellos. En el caso de vías pavimentadas, las señales, deben ser complementadas con demarcaciones que también definan los lugares por los que debe realizarse el cruce de peatones. Combinados todos estos elementos, se reduce la posibilidad de confusión por parte de todos los usuarios y se incrementa la eficiencia de las intersecciones.

En esta sección se muestra cómo debe tratarse cada tipo de intersección o cruce y la relación e integración que debe existir entre las señales, semáforos y demarcaciones según la condición operativa de los distintos casos, a saber:

a. Cruce controlado por señal Pare SR-01.
b. Cruce controlado por señal Ceda el Paso SR-02.

5.1.10.1Cruce controlado por señal PARE

Cuando una intersección es controlada por una condición “PARE”, la línea de detención debe demarcarse siempre que se instale la señal vertical SR-01 PARE, complementado con la palabra PARE siempre que sea posible, excepto cuando la capa de rodadura de la vía sea en tierra o afirmado. La línea de detención indica al conductor que enfrenta la señal PARE, el lugar más próximo a la intersección donde el vehículo debe detenerse.

Se debe extender a través de todos los carriles de aproximación que tengan el mismo sentido del tránsito, aproximadamente paralela al eje de la vía que se está intersectando, y alineada con el borde exterior de la berma de la vía principal o con el sardinel. Debe ubicarse donde el conductor tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria para poder reanudar la marcha con seguridad, y a una distancia mínima de 1,2 m de cualquier paso peatonal que exista en el lugar.

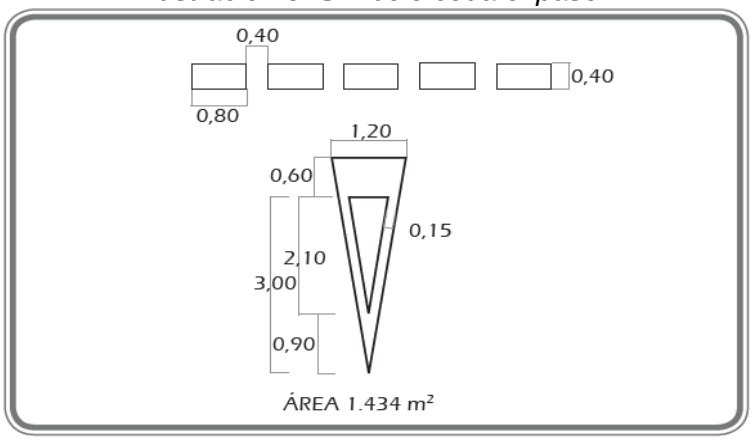
5.1.10.2Cruce controlado por señal CEDA EL PASO

Cuando una intersección es controlada por una condición “CEDA EL PASO”, la línea y el símbolo CEDA EL PASO deben demarcarse siempre que se instale la señal vertical SR-02. CEDA EL PASO, excepto en superficies de rodadura en tierra o afirmado.

La línea segmentada indica al conductor que enfrenta la señal CEDA EL PASO, el lugar más próximo a la intersección donde el vehículo debe detenerse si en el flujo vehicular de la vía prioritaria no existe un espacio suficiente para entrar a la intersección con seguridad.

Esta línea se debe extender a través de todos los carriles de aproximación que tengan el mismo sentido del tránsito, aproximadamente paralela al eje de la vía que se está intersectando, y alineada con el borde exterior de la berma de la vía principal o con el sardinel. Debe ubicarse donde el conductor tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria y a una distancia mínima de 1,2 m de cualquier paso peatonal que exista en el lugar.

Ilustración 5. Símbolo ceda el paso.



Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

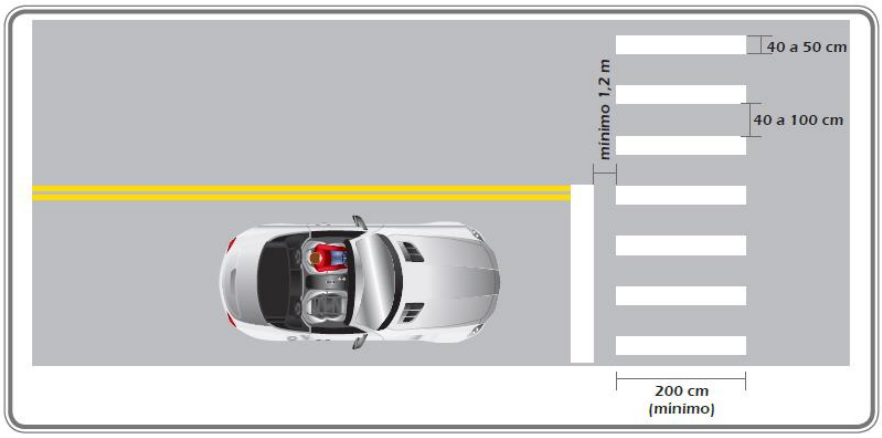
5.1.10.3Cruce Cebra

Esta demarcación se debe aplicar en cualquier situación donde un estudio de ingeniería indica la necesidad de hacer más visible el cruce peatonal. En intersecciones controladas por semáforos peatonales no es necesario la demarcación con cebra, en estos casos se demarca con sendero. Estos cruces pueden estar ubicados en tramos de la vía a no menos de 30 m de la intersección.

Las demarcaciones de un cruce cebra consisten en una línea de detención por sentido y una sucesión de líneas paralelas de 40 a 50 cm de ancho, separadas entre sí 40 a 100 cm y colocadas en posición perpendicular al flujo peatonal en forma “cebreada”, con una longitud igual al ancho de las aceras entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso menor de 2,0 m.

Para flujos peatonales superiores a 500 peatones por hora, el ancho de dicho paso peatonal debe aumentar en 0,5 m por cada 250 peatones por hora, hasta alcanzar un máximo de 5 m. Para estos efectos, el flujo peatonal debe calcularse como el promedio de las 4 horas de mayor demanda peatonal.

Ilustración 6. Cruce Cebra.



Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

5.1.11 SÍMBOLOS Y LEYENDAS

Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como CEDA EL PASO y PARE y leyendas como DESPACIO entre otras.

5.1.11.1Clasificación

Atendiendo a su tipo, estas señales se clasifican en:

• Flechas.
• Leyendas.
• Otros símbolos.

5.1.11.2Mensaje

Estas demarcaciones pueden indicar la dirección y sentido que los vehículos deben seguir para la circulación en un carril, advertir sobre riesgos y en algunos casos regular la circulación, por ejemplo, mediante la señal “Zona de Peatones” demarcada en la calzada.

5.1.11.3Forma

Debido a que estas señales se ubican horizontalmente sobre el pavimento, y que por lo tanto el conductor del vehículo percibe primero la parte inferior del símbolo, tanto flechas como leyendas deben ser más alargadas en el sentido longitudinal que las señales verticales, para que el conductor las perciba proporcionadas.

5.1.11.4Color

La demarcación de flechas y leyendas es blanca, pudiéndose utilizar colores distintos para otros símbolos, siempre y cuando dichos colores correspondan a los especificados, para cada caso.

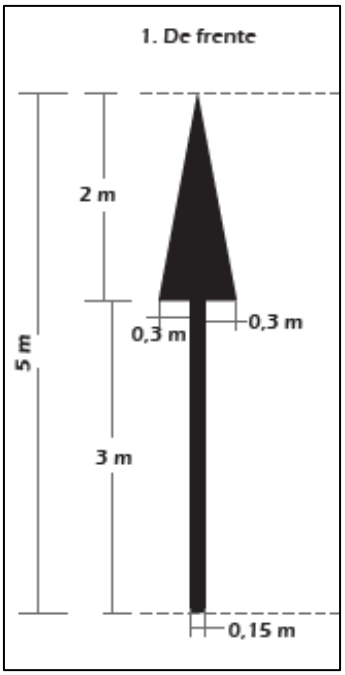
5.1.12 FLECHAS

Las flechas son marcas en el pavimento con forma de saeta que indican el sentido o los sentidos de circulación del tránsito permitidos en el carril o calzada donde estén ubicadas; se utilizan como señal de reglamentación para el conductor. Se deben emplear siempre que las maniobras permitidas no sean claras.

Las configuraciones y dimensiones de las flechas para aplicación en vías dependiendo de la velocidad máxima permitida. En intersecciones urbanas locales con al menos una vía arterial, rural o de jerarquía superior, se deben demarcar todas las flechas de giros permitidos sobre cada uno de los carriles de acceso.

El uso de flechas confirmativas de sentido en las salidas de la intersección queda limitado a sitios donde se demuestre su utilidad, como es el caso de salidas de glorietas, intersecciones con más de cuatro accesos y/o salidas. Las flechas se ubican normalmente a dos (2) metros de la línea de detención. En intersecciones urbanas locales se deben demarcar las flechas de giros permitidos en el caso de intersecciones semaforizadas o intersecciones en “T” de más de un carril de llegada por la vía que termina en el cruce.

Ilustración 7. Dimensiones para demarcación con flechas vías con velocidades de operación menor o igual a 60 km/h.



Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

5.1.13 LEYENDAS

Si bien se prefieren señales con mensajes simbólicos en lugar de escritos, ya que el uso de símbolos facilita su comprensión, existen mensajes que solo se pueden entregar a través de leyendas.

5.1.13.1Pare

Esta leyenda se utiliza para reforzar la indicación al conductor que se enfrenta a la señal PARE, debe demarcarse siempre que sea posible cuando haya instalada una señal vertical SR-01 PARE.

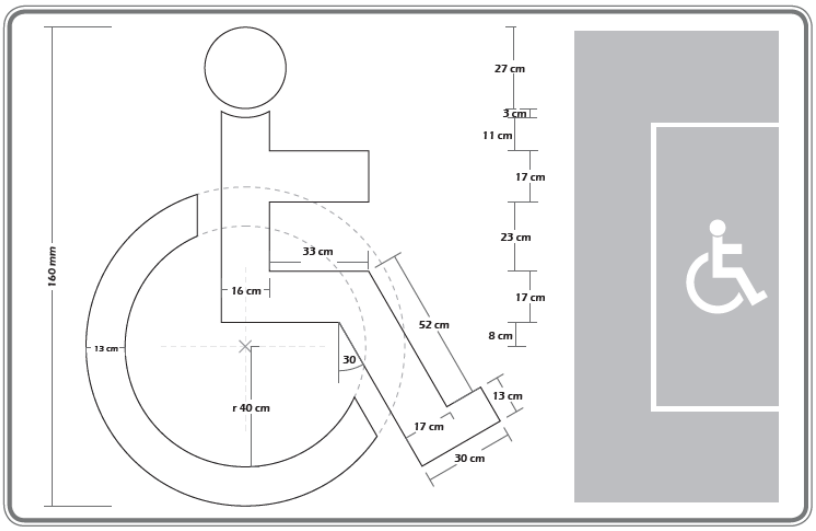
5.1.14 OTROS SÍMBOLOS

Estos corresponden a señales utilizadas para regular la circulación o advertir sobre riesgos en la vía. Dada su especificidad, para cada caso se detallan a continuación sus principales características:

5.1.14.1Estacionamiento Exclusivo para Personas Con Discapacidad

Este símbolo indica que el lugar en que se encuentra puede ser utilizado como estacionamiento sólo por vehículos de personas con discapacidad. Su forma corresponde al símbolo que identifica a estas personas, el cual se demarcará en el centro del área destinada para el estacionamiento que será delimitada por un rectángulo de 3,6 m por 5,0 m con una línea blanca de 10 cm de ancho. Su color es blanco y sus dimensiones se detallan en la ilustración 10.

Ilustración 8. Demarcación de Estacionamiento para Personas con Discapacidad

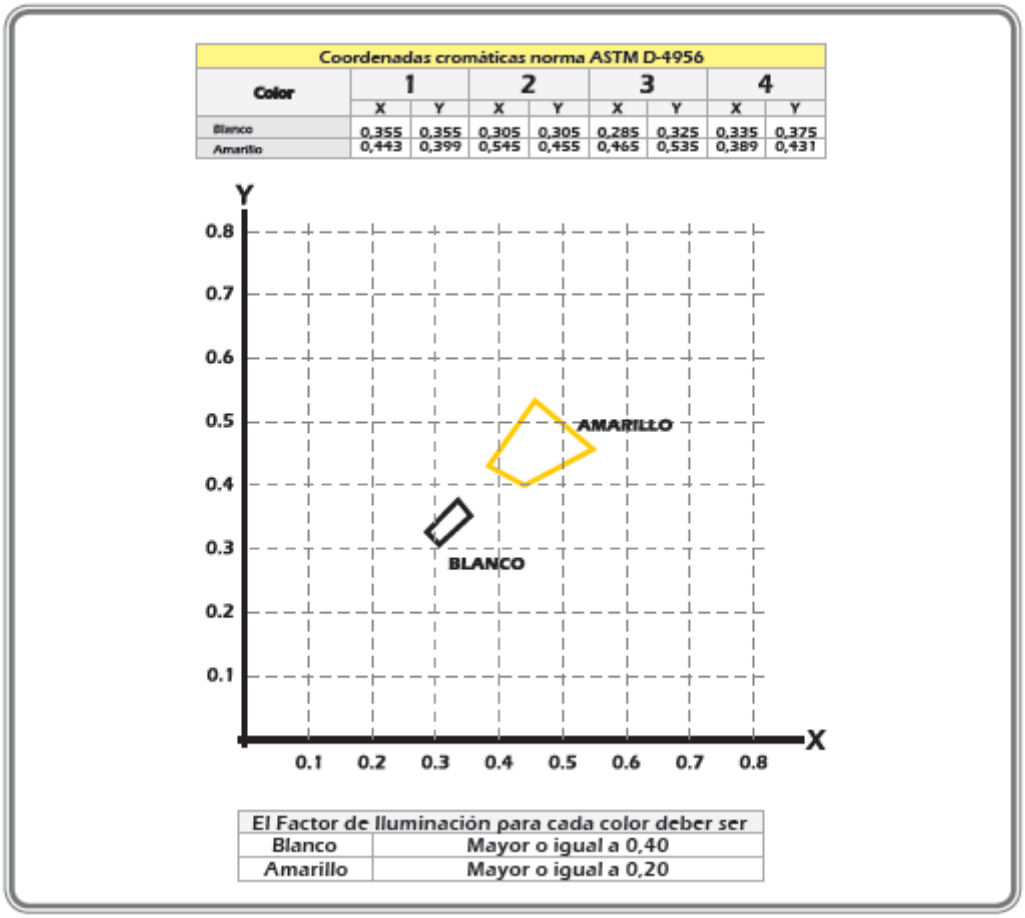


Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

5.1.15 COLORES DE LAS DEMARCACIONES

Las demarcaciones detalladas en este Manual se deben construir con los colores especificados para cada una de ellas, de acuerdo al color aceptado por los cuatro pares de coordenadas de cromaticidad en términos del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931 y el factor de luminancia, valor asociado a la mayor o menor «claridad» o «luminosidad» de un color, según se establece en la norma ASTM D-4956, condición que deben mantener o de lo contrario deben ser repuestas.

Ilustración 9. Coordenadas de Color para Demarcaciones



Coordenadas cromáticas norma ASTM D-4956								
Color	1		2		3		4	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Blanco	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Amarillo	0,443	0,399	0,545	0,455	0,465	0,535	0,389	0,431

El Factor de Iluminación para cada color deber ser	
Blanco	Mayor o igual a 0,40
Amarillo	Mayor o igual a 0,20

Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

5.1.16 DIMENSIONES DE LA DEMARCACIÓN DE LEYENDA

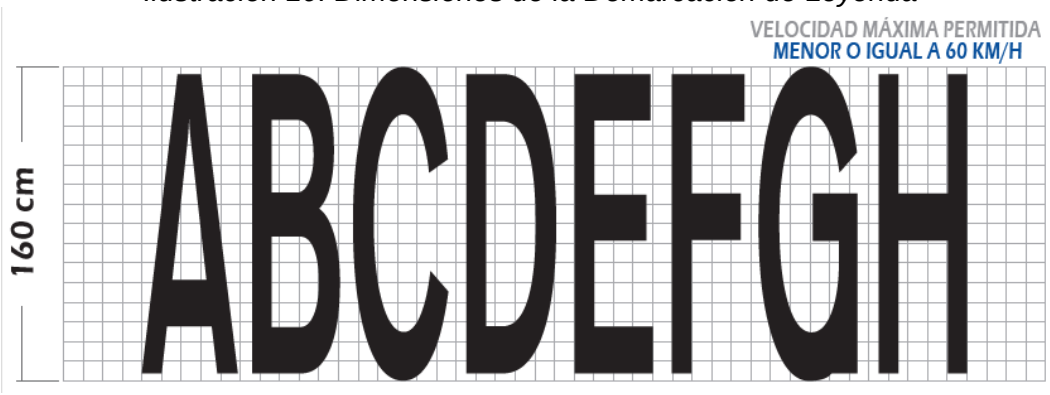
Toda señal de tránsito debe ser legible a una distancia tal que proporcione al conductor el tiempo suficiente para leer el mensaje, seleccionar la maniobra apropiada y realizar ésta en forma segura y oportuna. Esta distancia depende directamente del tipo de letra utilizado y de su tamaño.

Es por ello que para la demarcación de leyendas solo se debe utilizar la tipografía definida en esta sección. Dicha tipografía ha sido diseñada especialmente para demarcaciones; debe ir en mayúsculas, cualquiera sea su tamaño.

Las dimensiones de cada letra y número se detallan a continuación, el ancho especificado en cada caso incorpora el espaciamiento requerido “entre” las letras y números que forman una palabra.

Para asegurar la legibilidad del texto se debe dejar un espacio de al menos 30 cm entre palabras y entre éstas y las líneas de carriles.

Ilustración 10. Dimensiones de la Demarcación de Leyenda



Fuente: Manual de señalización vial 2015 – Invías.

6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL

6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES VERTICALES

Esta sección tiene por objeto establecer las guías básicas a seguir durante el suministro, almacenamiento,
transporte e instalación de señales verticales de tránsito, conforme se establezca en los planos del proyecto o lo indique el Interventor.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el presente Manual y las normas que lo complementen o sustituyan.

6.1.1 Materiales

El material reflectivo para las señales verticales, delineadores y demás dispositivos citados en el presente
Manual, deberán cumplir con las especificaciones contenidas en la Norma Técnica Colombiana NTC- 4739. Las entidades contratantes deberán exigir a los fabricantes de las señales las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, la cual deberá ser expedida por el proveedor del material. Las señales verticales contenidas en este Manual deberán elaborarse en lámina reflectiva Tipo I o de características
superiores.

6.1.1.1Material para tableros

Los tableros para todas las señales, delineadores y demás dispositivos mencionados en este Manual, deberán estar constituidos por lámina de aluminio, acero galvanizado o poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta.

En las señales informativas de destino (a excepción de la señal SI-05C), de información

en ruta y elevadas, se utilizará únicamente la lámina de acero galvanizado. En la parte posterior de todos los tableros de las señales deberá imprimirse el logotipo de la entidad contratante, día, mes y año de instalación, el nombre de la empresa contratista y el número del contrato.

Se recomienda la utilización de los diferentes tipos de materiales, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- ☐ En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías en zonas aledañas a áreas marinas o con problemas de oxidación.
- ☐ En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea inferior a mil metros (1000 m).
- ☐ En lámina galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea superior o igual a mil metros (1000m).

a) Lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio:

Este material deberá cumplir los siguientes requisitos:

Espesor: Deberá ser de tres milímetros y cuatro décimas más o menos cuatro décimas de milímetro (3,4
mm ± 0,4 mm), el cual se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios del borde de cada
lámina con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de ésta. La lámina no deberá
contener grietas visibles ni arrugas en las superficies, que puedan afectar su comportamiento y alterar las
dimensiones. Por lo menos una de las caras de la lámina debe ser completamente lisa.

Color: El color deberá ser blanco uniforme.

Pandeo: Una lámina de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado se cuelga suspendida de sus cuatro

(4) vértices. La deflexión máxima medida por el sitio de cruce de sus dos diagonales perpendicularmente al
plano de la lámina no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm). Luego se coloca la lámina suspendida
en las mismas condiciones en un horno a ochenta y dos grados Celsius (82 º C) durante cuarenta y ocho
(48) horas. La máxima deflexión no deberá exceder de doce milímetros (12 mm). Todas las medidas se
deberán tomar cuando la lámina se encuentre a temperatura ambiente.

Resistencia al impacto: Láminas cuadradas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, deberán resistir fuerzas de impacto que podrían agrietar otros plásticos o deformar metales. La lámina apoyada en sus extremos y a una altura de veinte centímetros (20 cm) del piso, deberá resistir el impacto de una esfera de acero de cuatro mil quinientos gramos (4.500 g) en caída libre desde una altura de tres y medio metros (3,5 m), sin resquebrajarse.

Estabilidad térmica: Las características de resistencia no deberán ser apreciablemente afectadas en un rango de temperaturas entre menos dieciocho y más cien grados Celsius (-18 o C y + 100 º C).

Resistencia al fuego: Los componentes de la lámina deberán contener aditivos que la hagan menos propensa a prender y propagar llamas.

Protección ante la intemperie: Las láminas deberán estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras. Deberán poseer una superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumergirá una muestra de diez centímetros (10 cm) por dos centímetros (2 cm) en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece (13) minutos, después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos caras.

Estabilización: Las láminas deberán estar fabricadas de tal manera, que no liberen constituyentes migrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo. No deberán

contener residuos de agentes desmolde antes en la superficie del laminado, que pudieran interferir en la adherencia de la lámina reflectiva.

Tratamiento de la cara frontal: Previamente a la aplicación del material reflectivo la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad.

b) Lámina de acero galvanizado:

Deberá cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Material: Lámina de acero galvanizado calibre dieciséis (16), revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.

Material base: Lámina de acero laminado en frío.

Espesor: De un milímetro y cinco décimas de milímetro, con una tolerancia de más o menos quince centésimas de milímetro (1,5+0,15 mm). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

Resistencia al doblez: Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no deberá presentar desprendimiento de zinc, cuando se dobla girando ciento ochenta grados (180 º), con una luz igual al espesor de la lámina.

Tratamiento de la cara frontal: Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina galvanizada deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad; además, estar libre de óxido blanco. El galvanizado deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

Tratamiento cara posterior: Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco.

Las señales de destino (a excepción de la señal SI-05C) y de información en ruta se fabricarán en lámina galvanizada calibre veinte (20). Las señales elevadas, se elaborarán en lámina galvanizada calibre veintidós (22). A los tableros de estas señales se les realizarán dos (2) dobleces o pestañas de dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro bordes, con el objeto de darles mayor rigidez.

c) Lámina de Aluminio:

Deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Material: Lámina de Aluminio de aleaciones 6061-T6, 5052-H38 o extrusiones similares.

Espesor: Dos milímetros de espesor, medidos con una tolerancia de más o menos dos décimas de milímetro (2+0,2 mm). La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

Tratamiento cara frontal: Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad; además, estar libre de óxido blanco. El aluminio deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

Tratamiento cara posterior: Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco.

6.1.1.2 Materiales para postes

Las estructuras de soporte o postes para señales verticales deberán ser elaborados en perfil en ángulo de
hierro de dos pulgadas (2”) por dos pulgadas (2”) por un cuarto de pulgada (1/4”), con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm²) en todos los tipos de señales, el cual será de primera clase, no permitiéndose hormigueo en ninguna parte de su longitud. No se aceptarán añadiduras ni traslapos en postes y brazos.

Se deberá garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (SP), reglamentarias (SR), informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI) y los delineadores, fijándolas a la cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deberán formar un perfecto plano de apoyo que en todo momento estará en contacto con la lámina.

La soldadura del brazo deberá ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se deberá garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas. Podrán yuxtaponerse los tableros de las señales verticales de tránsito preventivas (SP), reglamentarias (SR) o informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI), en los postes de concreto hidráulico u hormigón, acero o madera de las redes de energía o teléfonos, siempre y cuando la entidad que instaló el dispositivo autorice su adosamiento.

Para tal efecto, se utilizará una banda de acero inoxidable de media pulgada (1/2”) de ancho y tres centésimas de pulgada (0,03”) de espesor, asegurada con una hebilla de acero inoxidable. Para el sostén, apoyo o soporte del tablero de la señal se utilizará una ménsula en acero inoxidable de una y media pulgada (1½”) de ancho y setenta y cinco milésimas de pulgada (0,075”) de espesor, la cual deberá tener aletas que sobresalgan, como mínimo, veinte centímetros (20 cm) a cada lado del eje del poste para rigidizar el tablero en el sentido perpendicular al eje vertical de la señal. Siempre se deberán utilizar dos bandas, con sus correspondientes accesorios, una en la parte superior del tablero y otra en su parte inferior.

6.1.1.3Materiales para los brazos de los postes

En todos los casos, las crucetas deberán ser en ángulo de hierro de dos pulgadas (2”) por dos pulgadas (2”) por un octavo de pulgada (1/8”), con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro 2 cuadrado (25 kg/mm).

6.1.1.4Materiales para Anclaje de los postes

Los postes deberán diseñarse con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de hierro de dos pulgadas (2”) por dos pulgadas (2”) por un octavo de pulgada

(1/8”), con un límite de fluencia 2 mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm).

6.1.1.5 Recubrimiento de los postes

Los postes, crucetas y anclajes deberán ser recubiertos con pintura anticorrosiva y esmalte blanco.

6.1.1.6 Soldadura

La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25%) de la resistencia
del acero.

6.1.1.7 Anclaje de las señales al terreno

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a compresión a 2 veintiocho (28) días sea, como mínimo, ciento cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado (140 kg/cm). Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño
máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto.

6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

6.1.2 Descripción de los trabajos

Esta sección tiene por objeto establecer las guías básicas por seguir en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones
y colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.

6.1.3 Materiales

Se utilizarán resinas termoplásticas o materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío, en la demarcación de carreteras con superficie de calzada en buen estado y tránsito promedio diario superior a cinco mil vehículos (5000 veh). Igualmente se deberá utilizar estos materiales en las líneas centrales, en carreteras de tipo montañoso en buen estado, con tránsito promedio diario superior a dos mil quinientos vehículos (2500 veh).

Las demás demarcaciones se harán con pinturas de aplicación en frío. En calles o vías urbanas, la entidad encargada de la construcción o del mantenimiento podrá aplicar cualquiera de los materiales especificados.

6.1.3.1 Pintura de aplicación en frío

Las pinturas de aplicación en frío deberán cumplir con las especificaciones contenidas en la norma técnica
colombiana NTC 1360-1. Las entidades contratantes deberán exigir a los contratistas la certificación de cumplimiento de dicha norma, expedida por el proveedor de la pintura.

Para la aplicación de la pintura se deberá dar cumplimiento a los requisitos de diseño y aplicación
especificados en la norma técnica colombiana NTC 4744.

6.1.3.2 Resina termoplástica

a) Color: Blanco o amarillo, definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931.

Tabla 2. Coordenadas cromáticas de color para resina termoplástica

	COORDENADAS CROMÁTICAS									
	1		2		3		4		Factor de luminancia	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	Demarcación	Laboratorio
Blanca	0.355	0.355	0.305	0.305	0.285	0.325	0.335	0.375	> 0.30	> 84
Amarillo	0.494	0.427	0.545	0.455	0.465	0.535	0.427	0.483	> 0.20	> 40

Fuente: Especificaciones Técnicas Capitulo 8.

b) Composición: De acuerdo con lo establecido en la tabla 6.

Tabla 3. Composición de resinas termoplásticas blanca y amarilla

	Blanco	Amarillo
Aglutinante	18% mínimo	18% mínimo
Dióxido de titanio	10% mínimo	0
Microesferas de premezclado	25% mínimo	25% mínimo
Pigmento amarillo	0	4% mínimo

Fuente: Especificaciones Técnicas Capitulo 8.

c) Densidad relativa: La densidad relativa del material después de su fusión, será de dos, más o menos dos décimas de kilogramo por litro (2.0 + 0.2 kg/l). La determinación se hará de acuerdo con la norma MELC 12.132 o ASTM D 70-76.

d) Punto de reblandecimiento: El punto de reblandecimiento determinado por el método de anillo y bola, según la norma UNE 135.222 o ASTM D 36 o BS 2000-58 o ASTM E-28, no será inferior a ciento cinco grados Celsius (105 ºC).

e) Resistencia al flujo: La disminución en la altura del cono de material termoplástico, después de haber sido sometido a sesenta, más o menos dos grados Celsius (60+ 2 ºC) durante 24 horas, no será mayor del dos por ciento (2%), según norma UNE 135-223 o MELC 12.131.

f) Temperatura de inflamación: El material termoplástico se funde en un baño de aceite a ciento ochenta grados Celsius (180 ºC), homogeneizándolo mediante agitación durante al menos dos (2) horas. Una vez lograda la perfecta homogeneidad y fluidez de la muestra, se vierte en el vaso abierto de Cleveland

de manera que la parte inferior de su menisco quede a un (1) centímetro de la marca de llenado, con el fin de prevenir desbordamientos del material durante el posterior calentamiento en la realización del ensayo. Si se añade un exceso de muestra se puede eliminar con una espátula o cucharilla en caliente. Realizado el ensayo en el vaso abierto de Cleveland, según la norma MELC 12.133 o UNE 104-281 o ASTM D 92-78, la temperatura de inflamación no será inferior a doscientos cincuenta grados Celsius (250 ºC).

g) **Factor de luminancia:** Empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/O y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante D65, el valor del factor de luminancia (B). será al menos de ochenta centésimas (0.80) para el color blanco y cuarenta centésimas (0.40) para el color amarillo (Norma UNE 48-073/2 o ISO 7724/2 o ASTM E97).

h) **Estabilidad al calor:** El valor del factor de luminancia después de mantener el material a doscientos más o menos dos grados Celsius (200 +2 ºC) durante seis (6) horas con agitación continua, no variará en más de 3 centésimas (0,03). (Norma BS 3262-1).

i) **Envejecimiento artificial acelerado:** Se preparan dos probetas aplicando una película de material mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado (2.600 g/m²), sobre un recipiente de aluminio de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por setenta y cinco milímetros (75 mm), por seiscientos veinticinco milímetros (625 mm), previamente desengrasada con disolvente, se dejan secar durante siete (7) días, en posición horizontal a veintitrés más o menos cinco grados Celsius (23 + 5 ºC) y cincuenta más o menos cinco por ciento (50 + 5%) de humedad relativa, protegidas de la radiación solar y del polvo, midiéndose inmediatamente antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia sobre la superficie exterior de la película. (Norma ASTM G-53). Realizado el ensayo durante ciento sesenta y ocho (168) horas, en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta (280) nm y trescientos diez y seis (316) nm A sesenta más o menos tres grados Celsius (60 + 3 ºC) y cuatro (4)horas

de condensación a cincuenta más o menos dos grados Celsius (50 + 2 ºC), no se deberá producir un aumento o disminución en el factor de luminancia superior a cinco centésimas respecto al valor original. Por otra parte, el material aplicado después del ensayo y observado dos (2) horas después de su aplicación, no presentará defecto superficial alguno. (Norma UNE 48-251 o ASTM D 4587).

j) **Resistencia a la abrasión:** Aplicado el material con un rendimiento tal que permita obtener un espesor de un milímetro (1 mm) y ensayada la muestra con un abrasímetro Taber con ruedas calibradas tipo H-22, con un peso de quinientos gramos (500 g) y en húmedo, no se deberá producir una pérdida de masa mayor de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) al cabo de cien (100) revoluciones.

k) **Retrorreflexión de las demarcaciones planas:** Las demarcaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se elaboran con materiales apropiados, incluyendo retrorreflectivos como microesferas de vidrio, lentes prismáticos, o similar y se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.

   Las demarcaciones planas deben cumplir los valores mínimos de retrorreflexión inicial y en el tiempo, según lo determinado en la NTC 4744-3 o su actualización adoptada por el Ministerio de Transporte. Se exceptúan del requisito anterior las líneas que delimitan estacionamiento (ver sección 3.17), y las líneas de eje central y de borde en ciclovías. Para los pictogramas y textos se pueden permitir valores de retrorreflexión inferiores a los aquí establecidos.

6.1.3.3 Microesfera de vidrio

a) **Características:**

Naturaleza: La microesfera de vidrio deberá ser de tal naturaleza, que permita su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su

superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura y su retrorreflexión sea satisfactoria para las líneas y demás marcas viales.

Microesferas defectuosas: Las microesferas deberán ser transparentes e incoloras, libres de defectos y de material extraño, no deberán tener ninguna lechosidad, ni contener nubes, ni burbujas de aire que puedan afectar su funcionamiento. Un máximo de tres por ciento (3%) podrán estar rayadas, quebradas o con partículas de vidrio angulares, en una muestra de diez gramos (10 g) al ser extendida formando una capa delgada sobre un papel bond blanco y tomando tres (3) muestras de cien (100) microesferas al azar, examinadas con un microscopio con aumento 20X provisto de un analizador de luz polarizada. El porcentaje de microesferas defectuosas se calculará a partir del promedio de los resultados de tres (3) ensayos.

La cantidad máxima de microesferas de vidrio defectuosas (ovoides, deformadas, con bolsas gaseosas, con germinados) deberá ser del veinticinco por ciento (25%). La determinación se hará de acuerdo con la norma UNE 135-282-94.

Composición: Las microesferas de vidrio deberán contener un mínimo de sesenta y cinco por ciento (65%) de sílice y estar libres de plomo, excepto como impureza no superior a tres por ciento (3%), en masa, de la cantidad total.

Indice de refracción: El índice de refracción de las microesferas de vidrio se determina usando el método de inmersión en líquido con una fuente de luz blanca, a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25º C). Las microesferas deberán tener un índice de refracción mínimo de uno y medio (1.50). La medición se hará de acuerdo con la norma MELC 12.31.

Densidad: La densidad estará en el rango entre dos gramos con tres décimas y dos gramos con seis décimas por centímetro cúbico (2.3 a 2.6 g/cm^3).

Granulometría: La granulometría de las microesferas de vidrio deberá estar dentro de los siguientes límites:

Tabla 4. Límites de granulometría de esferas de premezclado o tipo premix, para resina termoplástica

TAMIZ		Porcentaje que pasa
Normal	Alterno	
1180 µm	No. 16	97 - 100
850 µm	No. 20	90 - 100
450 µm	No. 40	0 - 20

Fuente: Especificaciones Técnicas Capitulo 8.

Tabla 5. Límites de granulometría de esferas de postmezclado o tipo drop-on, para resina termoplástica.

TAMIZ		Porcentaje que pasa	
Normal	Alterno	Tipo A	Tipo B
1180 µm	No. 16	100	---
850 µm	No. 20	75 - 95	100
600 µm	No. 30	65 - 95	75 - 95
425 µm	No. 40	---	30 - 60
300 µm	No. 50	15 - 35	10 - 25
180 µm	No. 80	---	0 - 5
150 µm	No. 100	0 - 5	---

Fuente: Especificaciones Técnicas Capitulo 8.

Si los documentos del proyecto lo consideran o si el aplicador propone una granulometría particular para obtener los valores de reflectividad exigidos, se puede emplear una granulometría diferente.

Resistencia a la fractura: La microesfera de vidrio deberá presentar una resistencia mínima a la fractura
así:

- ☐ Para las microesferas de vidrio retenidas en el tamiz de 600 µm (No.30): ciento setenta y ocho Newton (178 N).
- ☐ Para las microesferas que pasen el tamiz de 600 µm (No.30) y queden retenidas en el tamiz de 425 µm (No.40): ciento treinta y tres Newton y cinco décimas (133,5 N).

Resistencia a la humedad: Las microesferas deberán fluir libremente al ser ensayadas con el siguiente
procedimiento:

En una probeta de cincuenta centímetros cúbicos (50 cm^3) se colocan cien gramos (100 g) de microesferas
y luego se vierte cuidadosamente agua destilada hasta cubrirlas con una lámina de dos y medio centímetros (2,50 cm), dejando reposar el sistema durante cinco (5) minutos. Luego, se vierten las microesferas en un embudo de cristal de doce centímetros y siete décimas (12,7 cm) de diámetro, con un cañón de diez centímetros (10 cm) de longitud, orificios de entrada y salida de once centímetros y una décima (11,1 cm) de diámetro. Puede ser necesario golpear levemente el embudo para iniciar el flujo de las microesferas.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

☐ Después de elaborado el documento se pone a disposición del público información puntual y clara frente al proceso de implementación de señalización, para la ejecución adecuada y simplificada por parte de ingenieros, técnicos o personal a cargo de los procedimientos dentro de un proyecto de señalización vial.

☐ Se logró definir e identificar cada uno de los procesos de implementación vial, desglosar cada uno de sus aspectos, como lo fue la identificación de cada una de las señales (tipo, uso, prioridad) y consolidarlas dentro de un diseño.

☐ Se decidió presentar las especificaciones técnicas referente a la fabricación de señalización vertical, como un valor agregado al documento presentado, teniendo en cuenta que la fabricación de los dispositivos no hace parte del desarrollo del proyecto, pero si es fundamental contar con las especificaciones normativas y así cumplir con las mismas en el momento de adelantar proceso de implementación o instalación y la verificación de calidad.

☐ En el diseño de señalización se elaboraron planos y carteras donde se muestran cantidades y detalles y que quedan adjuntas a este documento.

MICHAEL AFRANIO DIAZ RICARDO

M.T 70202-332116 TLM

MAGISTER EN INFRAESTRUCTURA VIAL