

## **CAPITULO I INTRODUCCIÓN**

### **1.1 GENERALIDADES**

El mantenimiento vial, en general, es el conjunto de todas las actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen el camino y, de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica lo que se busca es preservar el capital ya invertido en el camino y evitar su deterioro físico prematuro.

Debido al acelerado crecimiento vehicular los problemas del tránsito se han incrementado, hoy en día son más frecuentes las congestiones y accidentes de tránsito, especialmente en las zonas centrales de las Ciudades, la vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen. En ese sentido, el lenguaje vial guía tanto a transeúntes como a conductores por el camino de la seguridad y la prevención de cualquier tragedia.

La señalización no es un simple adorno de la vía, sino que cumple las siguientes funciones fundamentales: Organiza el tránsito, Advierte los peligros, Ordena conductas de seguridad y Comunica informaciones útiles.

Uno de los dispositivos más eficaces para el control y manejo de tránsito vehicular son las señales verticales y horizontales. Estas señales conducen al usuario a su destino, logrando orden, uso racional y en general el máximo aprovechamiento del Sistema Vial.

En líneas generales la señalización es una herramienta de la ingeniería vial que abarca el diseño y disposición de señales de advertencia al tránsito en forma vertical u horizontal, debiendo cumplir requisitos de contraste y retrorreflectividad. Es por eso que existe equipos diseñados puntualmente para medir dicho parámetro como el Reflectómetro lo cual mide la retrorreflección, es decir, reflexión en la cual la radiación retorna hacia la fuente emisora en direcciones cercanas a la de incidencia, en otras palabras, mide el reflejo de las señales de tránsito. Este parámetro depende

principalmente de la composición de las pinturas (microesferas), colocación y así mismo el mantenimiento que se le otorga.

Las microesferas otorgan a las marcas dos características: Durabilidad y la más importante retrorreflectancia. Las demarcaciones sin microesferas son virtualmente inútiles de noche. Además de ello, las cubiertas de los vehículos pasarían directamente sobre la capa lisa de la marca y desgastaría al material más rápido.

Los problemas más comunes asociados con la aplicación de microesferas de vidrio son el engarce incorrecto, la distribución despareja y gramaje impropio del sembrado.

El empleo de un equipo de medida móvil, ofrece la posibilidad de llevar a cabo una evaluación fiable, rápida y sin riesgo, de la visibilidad (diurna y nocturna) de las marcas viales, sobre grandes extensiones de carreteras, lo que supone un avance decisivo en el control de las garantías y en la gestión de conservación de las obras de señalización horizontal.

Por lo tanto debido al incumplimiento de los reglamentos nacionales de circulación y transporte de cargas por parte de los transportistas, la aparición y permanencia de materiales no deseados que contaminan las señales del pavimento, ocasionan dificultades de visualización, adherencia y durabilidad de las demarcaciones.

Es responsabilidad básica y fundamental de todas las autoridades la aplicación de la normativa del tránsito en la vía pública, la preservación de la integridad y visibilidad de la demarcación vial, en cuanto a los elementos externos, humanos o no, que las puedan perturbar.

## **1.2 PROBLEMA**

El problema central es la inexistencia de información actualizada sobre una metodología que optimice el mantenimiento de la señalización horizontal en la ciudad de Tarija.

Esta falta de información se relaciona con el escaso Control de Calidad de las obras y la evaluación "in situ" de los requisitos esenciales de visibilidad de las marcas viales, siendo la "Gestión Deficiente" de las instituciones departamentales, una de las

principales causas de este problema, ya que no se destinan recursos económicos y humanos a dicho estudio. El presente documento actuara como una herramienta actualizada y aplicable a nuestra región.

### **1.3 JUSTIFICACION**

Este trabajo tiene la finalidad de identificar los modelos y niveles de deterioro en la demarcación vial, analizando los resultados de mediciones sistemáticas de visibilidad, obtenidas de campañas periódicas de monitoreo, para así conservar preventivamente la demarcación vial.

La realización del presente trabajo va a establecer patrones de comportamiento sobre la durabilidad de las marcas y, a partir ellos se establecerá criterios para optimizar la planificación del mantenimiento preventivo, analizando los factores que influyen como son el transito, el clima, variación de secado por la temperatura, geometría del tramo, etc.

El presente estudio establecerá los criterios para la selección de los materiales a utilizar en señalización horizontal y sus especificaciones técnicas, así como las características fundamentales de las maquinarias de aplicación.

Se definirán los valores mínimos de los parámetros que definen las características esenciales de las marcas visuales, la metodología a seguir para llevar a cabo el control de calidad de las mismas y sus criterios de aceptación o rechazo.

La elaboración de este documento técnico va a proporcionar una herramienta de consulta, orientación, conducción y lineamientos de acciones, de carácter conceptual, metodológico y procedimental para subsanar las actuales deficiencias de un inadecuado mantenimiento y así aumentar el nivel de seguridad vial y disminuir los riesgos de accidentes, ya que la demarcación vial se debe cuidar y preservar de manera que permita una transitabilidad satisfactoria para los usuarios.

Se aplicara el uso de herramientas de auscultación periódicas por medio del uso de un retrorreflectometro que permitirá el control de calidad in situ de las marcas viales midiendo el coeficiente de luminancia retroreflejada, para así resolver el modo de

pronosticar el deterioro futuro en cada sección y el momento oportuno de su repintado, sin recurrir a costosas anticipaciones de repintados despilfarrando parte de la vida útil de las marcas.

Este estudio propondrá un cambio en las organizaciones encargadas, empezando por el reconocimiento de su importancia por parte de las autoridades para asignar los recursos financieros y progresivamente ir consolidando un manejo operativo técnico riguroso, por personal calificado, para la ejecución planificada de señalización horizontal y las actividades específicas de mantenimiento.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar los Modelos de deterioro en la señalización horizontal aplicada en el casco viejo de la ciudad de Tarija

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los aspectos generales sobre señalización horizontal y vertical.
- Revisar las características de los materiales aplicados en la señalización horizontal.
- Describir los equipos utilizados en ejecución y control de la señalización horizontal.
- Reconocimiento visual del área de proyecto y descripción de las demarcaciones en las vías existentes.
- Realizar las auscultaciones periódicas de espesor, gramaje y reflectividad de la demarcación vial por medio de instrumentos adecuados.
- Elaborar planillas y sus correspondientes graficas mostrando la evolución de las secciones demarcadas a lo largo del tiempo.
- Establecer conclusiones y recomendaciones sobre el tema en estudio.

## 1.5 ALCANCE

El presente estudio parte de analizar los aspectos generales sobre la señalización horizontal y vertical, estudiando en detalle las marcas viales como un factor que modifica las propiedades superficiales del pavimento, como su resistencia al deslizamiento y su durabilidad.

Por medio de recopilación de información se detallaran las características de los materiales y equipo utilizado en ejecución y control de la señalización horizontal, de manera que se identifique el material más idóneo con su correspondiente maquinaria de aplicación.

Como parte central está la ubicación del área de estudio y la descripción de la misma, donde se llevara a cabo las mediciones de espesor y gramaje de las muestras de pintura extraídas, además se realizará mediciones sistemáticas de visibilidad (retroreflexión) de las demarcaciones, monitoreando con un retroreflectometro sobre los 10 puntos de observación determinadas de las vías del casco viejo de la ciudad de Tarija.

Con los valores obtenidos se podrá elaborar planillas y gráficos correspondientes a la evolución de las secciones a través del tiempo, reflejadas en pendientes de deterioro, las cuales presentan valores variables a lo largo de la vida útil de la marca, con frecuencia estas pendientes disminuyen.

Por otra parte, se realizará una comparación de los resultados de retroreflexión y espesor con el valor mínimo estándar exigido para las marcas viales y programar el repintado de todas las secciones cuando lo requieran.

Una vez analizados todos los resultados se presentaran las conclusiones y recomendaciones

## **CAPITULO II ASPECTOS GENERALES DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL**

### **2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL**

Las señales horizontales o demarcaciones, son marcas o elementos instalados sobre el pavimento, que mediante el uso de símbolos y leyendas determinadas cumplen la función de ordenar y regular el uso de la calzada.

#### **2.1.1 MARCAS VIALES; FACTOR QUE MODIFICA LAS PROPIEDADES SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO**

##### ***2.1.1.1 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO***

Por resistencia al deslizamiento se entiende la propiedad de una superficie circulada de mantener la adherencia de un neumático.

Las marcas viales pueden modificar las propiedades superficiales del pavimento. Esta variaciones tanto mayor cuanto más gruesa sea la capa que recubre el pavimento, pues ello hace que no se transmita a la superficie de la marca la textura del pavimento, por tanto, a más dosificación(o mayor número de capas) menor transmisión de textura. En todo caso la dosificación debe estar en equilibrio con la durabilidad.

El coeficiente de rozamiento sobre una superficie seca, es generalmente satisfactorio, pero en mojado, la adherencia entre el neumático y el pavimento disminuye debido a la interposición de una película de agua entre ellos, que se manifiesta con una disminución muy apreciable del coeficiente de rozamiento.

La microtextura del pavimento es el principal contribuyente a la resistencia al deslizamiento y es el factor dominante en la determinación de la resistencia a deslizamiento en húmedo a bajas velocidades.

La macrotextura del pavimento, favorece el rápido drenaje y el agarre del neumático a altas velocidades.

La resistencia al deslizamiento se reduce por efecto de la acción lubricante del agua de la superficie. Los canales de drenaje que proporciona la macrotextura, así como el dibujo del neumático, ayudan a eliminar la mayor parte del agua y es tanto más importante cuanto mayores la velocidad. La penetración de la película de agua remanente sólo puede alcanzarse si además existen suficientes granos (microtextura) en el pavimento sobre los cuales pueda agarrarse el neumático, estableciendo áreas de contacto "seco" entre el pavimento y el neumático.

Cuando se aplica una marca sobre la superficie, se modifica la microtextura de la superficie afectada, dependiendo esta modificación, como se ha dicho, de la propia naturaleza de la marca y de su espesor.

### ***2.1.1.2 MEDIDA DE LA 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 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.

Considerando lo anterior, el coeficiente de rozamiento de las demarcaciones planas debe ser mayor o igual a **0,45**, según mediciones con el Péndulo Británico.

**Figura 2.1** Medida de la resistencia al deslizamiento de una marca vial con el péndulo de rozamiento.



El conocimiento previo de la rugosidad del pavimento sobre el que va a ser aplicada la marca vial proporciona información fundamental para prever cuál puede ser el comportamiento final de la marca vial desde el punto de vista de la resistencia al deslizamiento y de su durabilidad y por lo tanto constituye uno de los criterios básicos a la hora de definir el uso previsto y de seleccionar el material adecuado.

### ***2.1.1.3 LA DURABILIDAD***

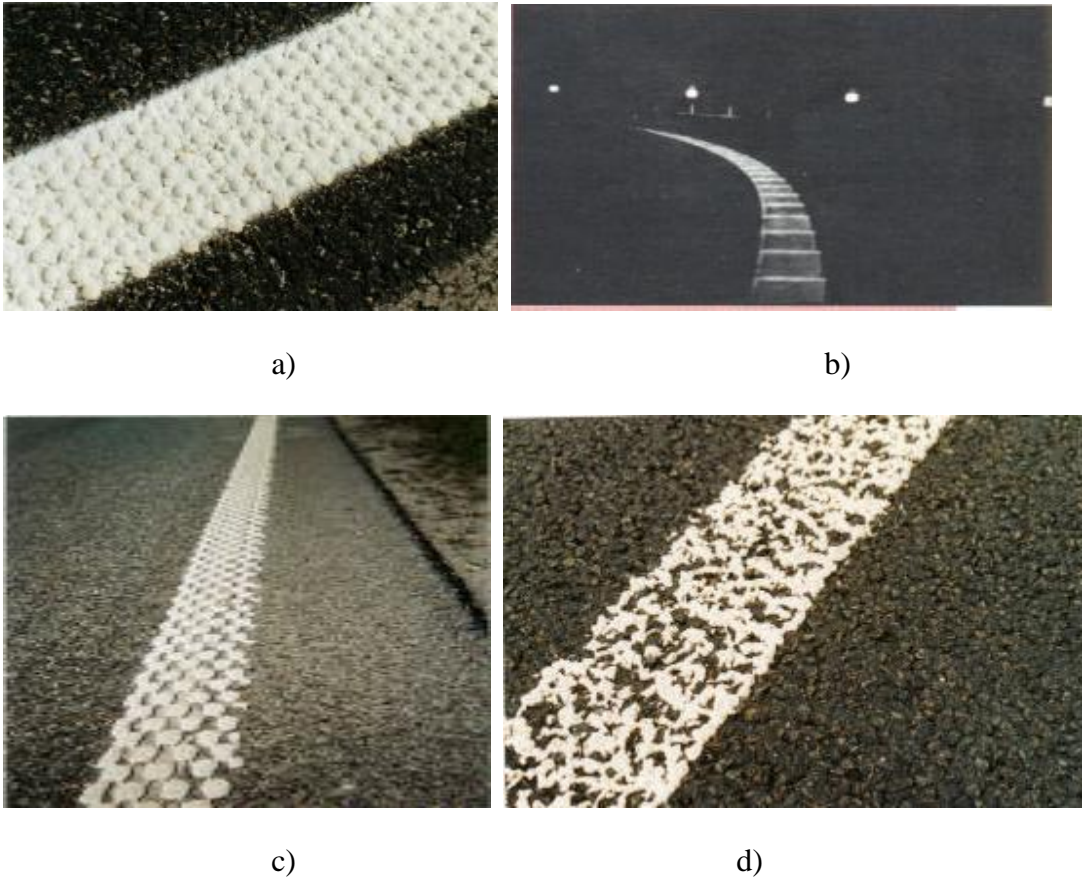
Los parámetros que han demostrado mayor influencia en el desgaste de las marcas viales son el paso de ruedas (tráfico) y la rugosidad del sustrato, en consecuencia el ensayo debe dar información sobre la evolución de las características de visibilidad y resistencia al deslizamiento. La durabilidad junto a las características de visibilidad y resistencia al deslizamiento, completa el conjunto de requisitos esenciales de las marcas viales.

### ***2.1.1.4 MARCAS VIALES ESTRUCTURADAS***

Existe un tipo de marca vial sobre el que no es posible aplicar el método de medida del péndulo pero con las que la resistencia al deslizamiento se considera garantizada, son marcas viales que presentan una superficie rugosa que facilita el drenaje del agua sobre su superficie y que, al mismo tiempo, provee al sistema de puntos emergentes (resaltes) sobre la película de agua que permiten mantener un cierto grado de retroreflexión, incluso en condiciones de lluvia intensa.

Existen en la actualidad gran cantidad de diseños, de muy diversa geometría, que pueden dar respuesta al problema (texturas granuladas, enrejadas, barritas inclinadas, barritas transversales, botones, protuberancias rectangulares etc.).

**Figura 2.2 Ejemplos de marcas viales con resaltes (o estructuradas)**



- a) Botones de plástico en frío b) Barritas de termoplástico aplicado por extrusión  
 c) Protuberancias de termoplástico d) Gotelé con plástico en frío

## **2.1.2 CLASIFICACIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES**

### **2.1.2.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN ALTURA**

La señalización horizontal, en función de su altura, podrá ser de alguno de los siguientes tipos:

**Planas.**-Son las de hasta 6 mm de altura.

**Elevadas.**-Son las de más de 6 mm y hasta 21 mm de altura, utilizadas para complementar a las primeras. Una demarcación elevada aumenta su visibilidad, especialmente, al ser iluminada por la luz proveniente de los focos de los vehículos,

aun en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente, la demarcación plana pierde eficiencia.

### **2.1.2.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FORMA**

La Demarcación Plana, en función de su forma, se clasifica en los siguientes tres grupos tipo genéricos:

Líneas, Símbolos, leyendas y Otras Demarcaciones.

La agrupación “Líneas”, pudiendo ser líneas continuas, discontinuas y/o mixtas, contiene los siguientes dos sub grupos: Líneas Longitudinales y Líneas Transversales.

#### **2.1.2.2.1 LINEAS LONGITUDINALES**

Una línea continua sobre la calzada, independiente de su color, significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella.

Una línea discontinua sobre la calzada, independiente de su color, significa que es traspasable por cualquier conductor.

Se emplean para delimitar pistas, calzadas, zonas con y sin prohibición de adelantamiento, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

Este tipo de línea, se utiliza para delinear sub ejes longitudinales principales de la calzada de una vía. Se tiene: Líneas de Eje, Líneas de Carril, Líneas de Borde de Calzada, Líneas de Prohibición de Estacionamiento y Líneas de Transición (Reducción o ampliación de pistas).

#### **LINEAS DE EJE**

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de pistas para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el centro. De forma similar, cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazar levemente estas líneas para asegurar una mayor duración de las mismas.

El ancho de las demarcaciones centrales 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 esta línea en la seguridad del tránsito, ella debería encontrarse siempre presente en toda vía bidireccional cuya calzada exceda los 5 m de ancho. En calzadas con anchos inferiores no es recomendable demarcar el eje central.

Para aumentar su eficacia en vías interurbanas, se deberá reforzar las líneas de eje central con demarcación elevada (tachas).

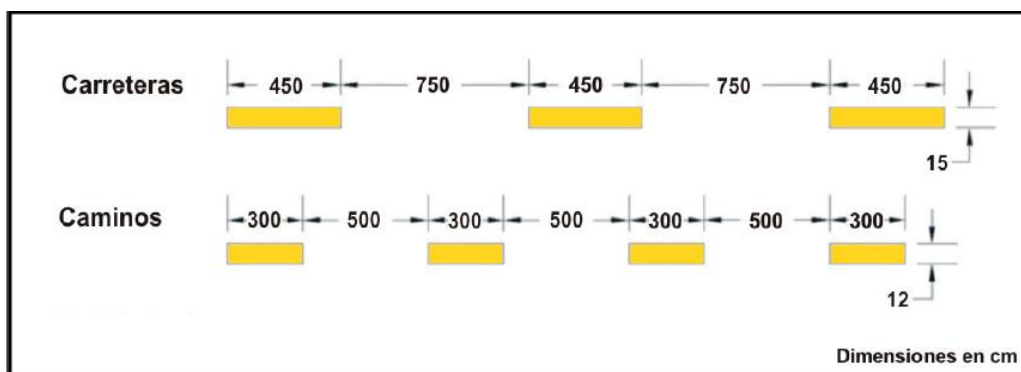
Las líneas de eje central pueden ser: segmentadas, continuas dobles o mixtas.

#### a) Línea amarilla discontinua

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde se permite la maniobra de adelantamiento.

Para velocidades menores a 60 km/hr. El ancho de la línea continua será de 12 cm. Para rutas con velocidades mayores, su ancho será de 15 cm.

Figura 2.3 Diseño Línea Discontinua



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

#### b) Línea doble amarilla continua

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.

Se prohíbe reglamentariamente el cambio de pistas en cruces, disponiéndose líneas de pistas continuas, en cruces controlados por las señales estáticas “CESA EL PASO” O

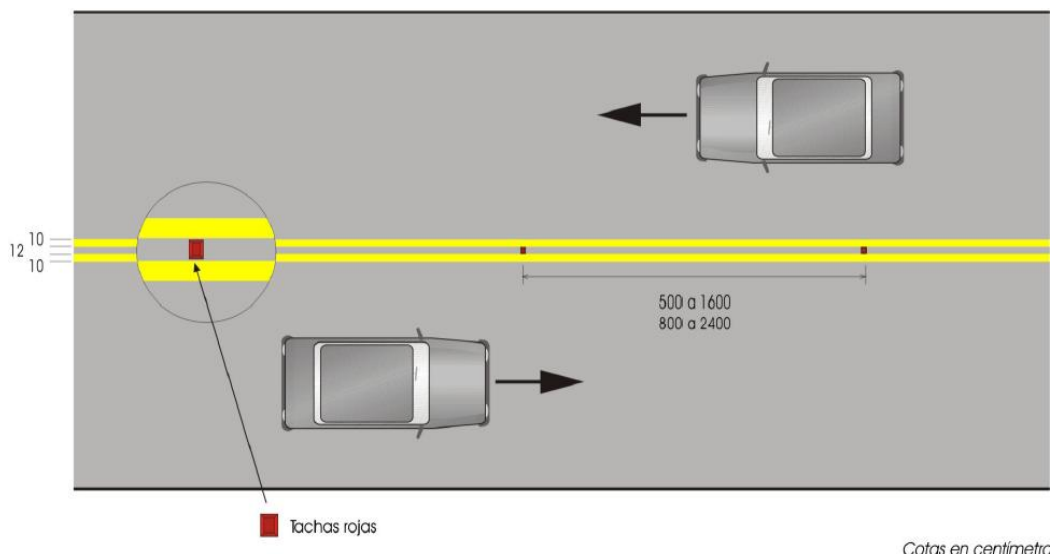
“PARE” y en cruces controlados por las señales dinámicas “SEMAFORO”, en una longitud de 20 metros medidos desde la línea de detención.

Las líneas de eje central continuas dobles consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho mínimo de 15 cm cada una, separadas mínimo por 20 cm, de modo tal que entre la tacha y los bordes de cada línea queden siempre 3 cm.

En curvas que requieren sobreancho las líneas de eje central continuas dobles pueden no ser paralelas para adaptarlas a la geometría del camino, siempre que se mantengan separadas por más de 12 cm.

La demarcación elevada debe ser de color amarillo e instalarse entre las líneas continuas, manteniendo una distancia uniforme entre ellas, la que varía entre 5 m y 16 m en vías con velocidad máxima permitida menor o igual a 60 km/hr, y entre 8 m y 24 m en vías con velocidades máximas permitidas superiores.

**Figura 2.4 Ejemplo de Líneas Continuas Dobles**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**c) Línea doble amarilla continua y discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde la maniobra de adelantamiento es permitida sólo para el tránsito adyacente a la línea de trazado discontinuo.

**d) Línea doble amarilla discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo varia. Se utiliza para indicar carriles reversibles.

**LINEAS DE CARRIL**

La función principal de las líneas de pista es ordenar el tránsito y posibilitar un uso más seguro y eficiente de las vías, especialmente en zonas congestionadas. Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección, y pueden ser de dos tipos; continuas o segmentadas.

**Línea blanca Discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles de un mismo sentido de flujo en donde si es permitida la maniobra de adelantamiento.

**a) Líneas segmentadas normales**

Las dimensiones de estas demarcaciones son las indicadas en

Las “Líneas de Pista Segmentadas Normales” se dispondrán en tramos de una vía, en donde se permite reglamentariamente la maniobra de cambio de pista, desde una pista normal de circulación a otra también de circulación normal.

Dependiendo de la categoría de la vía en cuestión, la relación entre longitudes de los segmentos demarcados, brechas de separación y anchos de segmentos, deberán cumplir con lo indicado en Tabla 2.1, siguiente:

**Tabla 2.1 Relación Demarcación / Brecha en líneas de pistas**

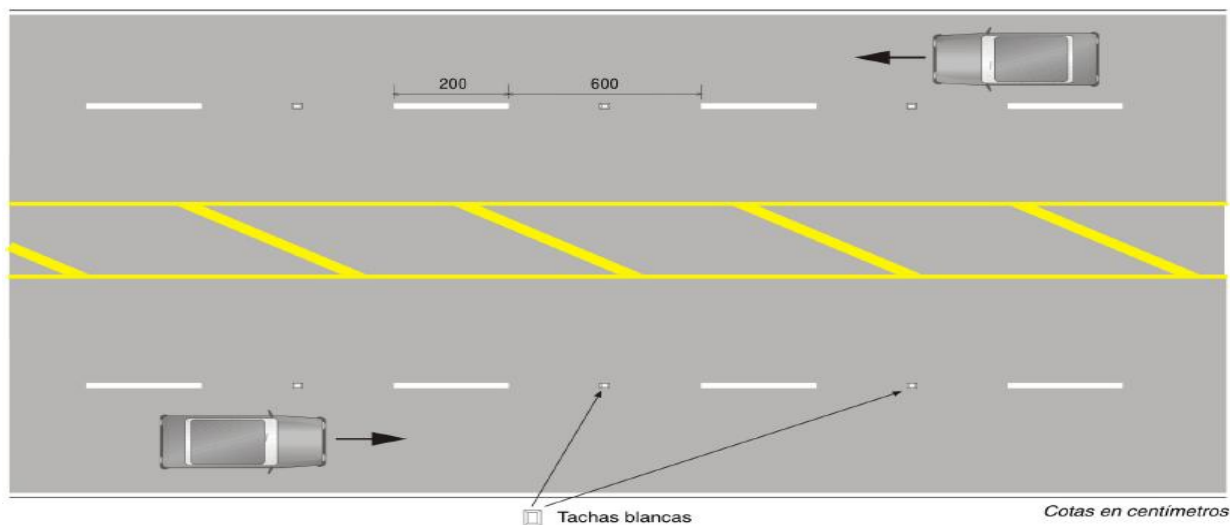
Velocidad Máxima de la Vía (Km/h)	Patrón (m)	Relación Demarcación Brecha
Mayor a 80	12	1 a 3
Menor o Igual a 80	8	3 a 5

Fuente: Administradora Boliviana de Carreteras

Así, para una vía con velocidad máxima inferior a 60 km/hr se debe usar un patrón de 8 m y una relación 3 a 5, lo que se traduce en líneas de 3 m demarcados seguidas de 5 m sin demarcar.

La demarcación elevada debe ser de color blanco e instalarse centrada en todas las brechas o brecha por medio. Ver Figura 2.5.

**Figura 2.5 Ejemplo de Líneas de Pistas Segmentadas**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

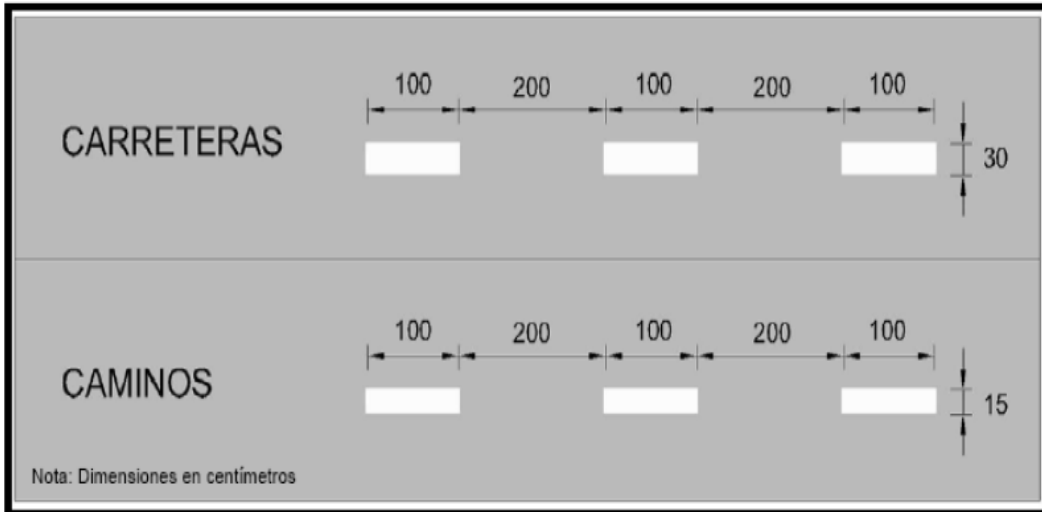
#### b) **Líneas segmentadas especiales**

Se utilizan para separar una pista normal de circulación de una pista auxiliar. Las pistas auxiliares, corresponden a Pistas de Cambio de Velocidades (aceleración y deceleración), Pistas de Viraje, Pistas de Salidas Directas, Pistas de Incorporación, Pistas Lentas, etc.

*i. Pistas auxiliares de incorporación y/o egreso*

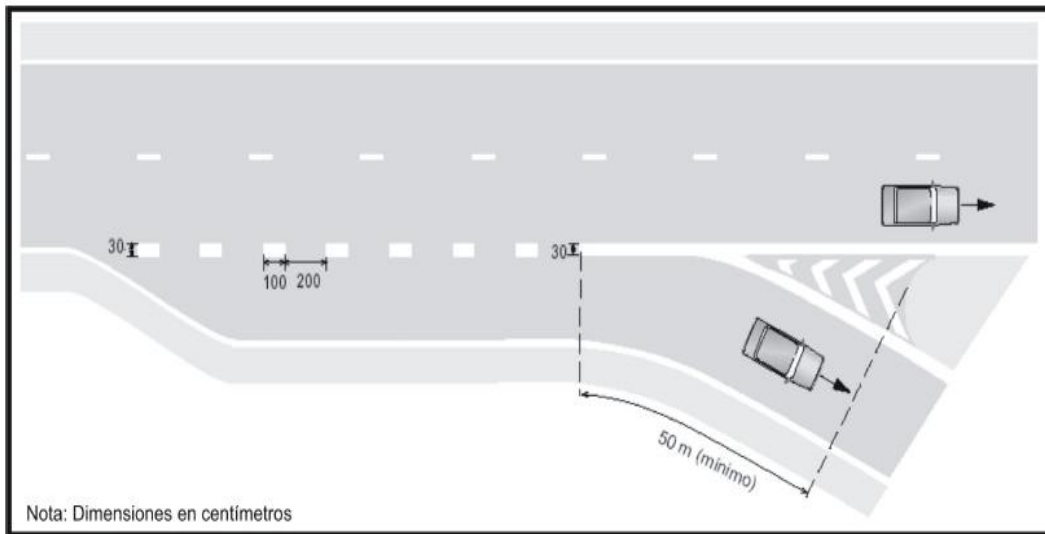
Dependiendo de la categoría de la vía en cuestión, este tipo de línea, deberá presentar las siguientes características, en cuanto a ancho y longitudes de segmentos y brechas.

**Figura 2.6 Relaciones de Demarcación para Pistas auxiliares de Incorporación y Egreso**



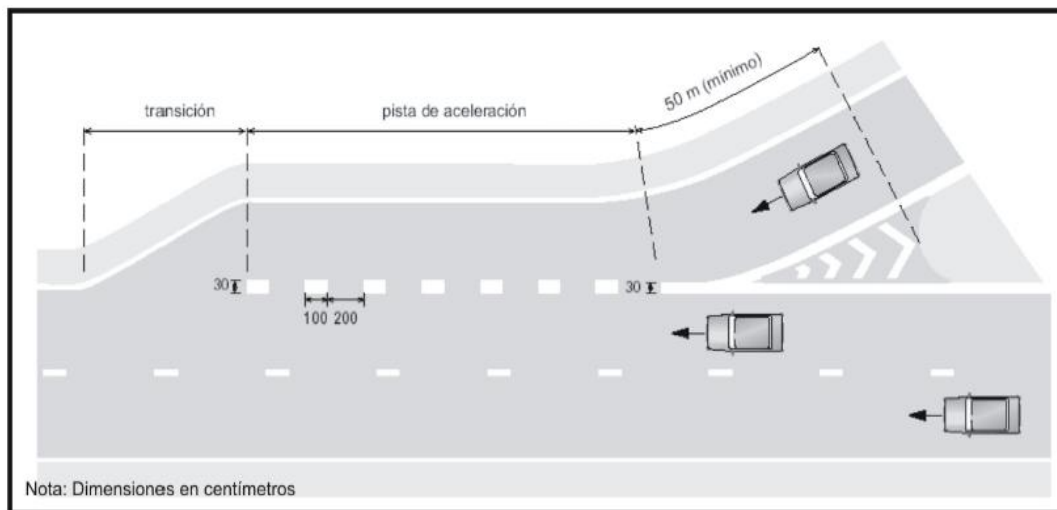
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.7 Caso pista de Egreso**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.8 Caso pista de Incorporación**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### ***ii. Pistas auxiliares de tránsito lento***

Estas líneas tienen la función de separar la pista reservada al tránsito de determinados vehículos. Además, separa una eventual pista adicional obligatoria para tránsito lento, y puede ser utilizada por el resto de la circulación en este sentido a fin de facilitar su desplazamiento. En el tramo en donde se incorpora la pista especial, será necesario demarcar en la calzada, flechas rectas que indiquen el sentido del tránsito. Los anchos y la relación entre las longitudes de los segmentos demarcados y de las brechas de separación, deberán cumplir con lo indicado en Tabla 2.1.

### ***iii. Línea segmentada de borde de calzada***

La función principal de las líneas de borde es delimitar el borde o límite transversal de la calzada, e inicio de la zona de bermas y/o aceras y/o accesos particulares, pueden ser de dos tipos; continuas o segmentadas.

Las líneas segmentadas de borde de calzada, deben ser empleadas en lugares de emplazamiento de accesos particulares y para delimitar ensanchamientos de calzada destinadas al estacionamiento o detención de vehículos. La relación entre las longitudes de los segmentos demarcados y de las brechas de separación y anchos deberán cumplir con lo indicado en Tabla 2.1.

### **Línea blanca Continua**

Como ya se ha indicado, la línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella. Acorde a lo interior, la línea continua se utiliza para:

#### **a) Demarcar la separación de carriles**

De un mismo sentido de flujo en donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.

Se prohíbe reglamentariamente el cambio de pistas en cruces, disponiéndose líneas de pistas continuas, en cruces controlados por las señales estáticas “CEDA EL PASO” o “PARE” y en cruces controlados por señales dinámicas “SEMAFORO”, en una longitud de 20 metros medidos desde la línea de detención.

#### **b) Demarcar el borde derecho de la calzada**

Indicando el término de la calzada estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente sobre esta.

Estas demarcaciones, son la única orientación para un conductor cuando es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, de allí la importancia que presenta en caminos y carreteras bidireccionales.

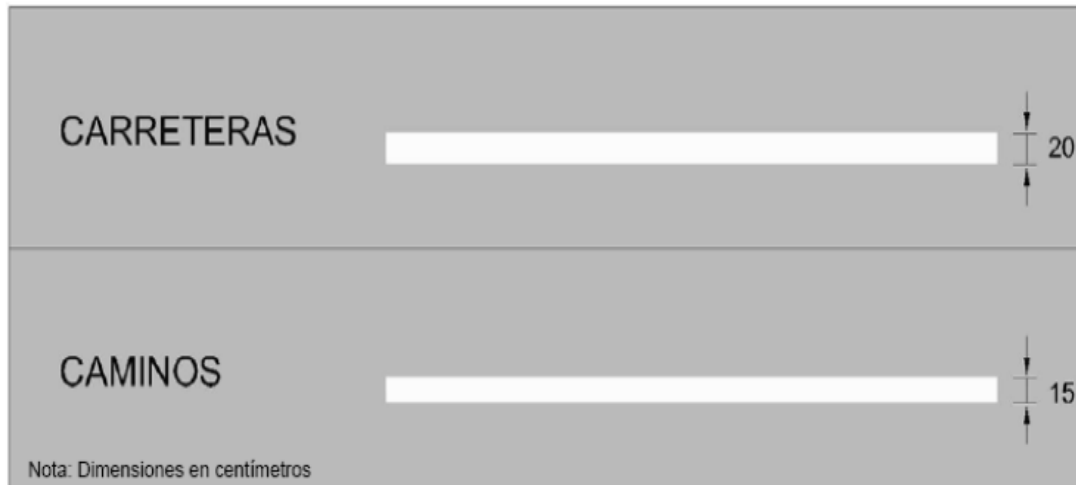
En áreas urbanas, cuando las características geométricas de la vía generan condiciones de riesgo, como por ejemplo: curvas cerradas, variaciones de ancho de calzada o cuando no existe iluminación apropiada, estas líneas presentan una gran utilidad para el conductor, por lo tanto deben ser consideradas en el diseño.

Estas líneas deberán disponerse de los anchos indicados en el esquema siguiente, en función del tipo de vía.

Para velocidades menores a 60 km/hr. El ancho de la línea continua será de 12 cm.

Para rutas con velocidades mayores, su ancho será de 15 cm.

**Figura 2.9 Dimensiones Demarcación Continua**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## **OTRAS LINEAS LONGITUDINALES**

### **Líneas de prohibición de estacionamiento**

Estas líneas señalan la prohibición de estacionamiento permanente a lo largo de un tramo de vía; son continuas, amarillas y se ubican junto al borde de calzada o en la solera en caso que ésta exista. Se recomienda utilizarla complementada con la señal vertical PROHIBIDO ESTACIONAR (SR-28). El ancho de esta línea dependerá de la velocidad, de acuerdo a lo siguiente:

- Para velocidad menor o igual a 60 km/h, emplear un ancho mínimo de 10 cm.
- Para velocidad entre 70 km/h y 90 km/h, inclusive, usar ancho de 15 cm.
- Para velocidad mayor o igual a 100 km/h, el ancho debe ser de 20 cm.

#### **2.1.2.2.2 LINEAS TRANSVERSALES**

Se emplean fundamentalmente en cruces, para delimitar líneas de detención a los vehículos motorizados, y para demarcar sendas destinadas al tránsito de paso de peatones y/o ciclistas, teniéndose los siguientes dos sub grupos genéricos: Líneas de Detención y Líneas de Sendas.

Las cuales pueden ser de tipo continuas y/o Discontinuas.

## LÍNEAS DE DETENCIÓN

Corresponde a las líneas que indican el lugar, ante el cual, los vehículos que se aproximan a un cruce o paso para peatones, deben detenerse. En vías urbanas con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 60 km/h, y en caminos, el ancho mínimo debe ser de 20 cm. En cambio, cuando se trate de vías urbanas con velocidades máximas superiores a 60 km/h, y en carreteras, el ancho mínimo será de 30 cm.

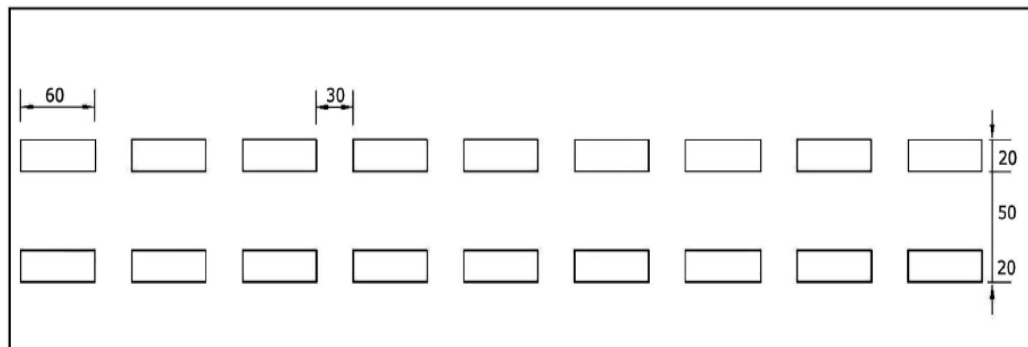
### Cruce controlado por señal ceda el paso

En este caso. La línea de detención corresponde a una demarcación transversal conformada por una línea segmentada doble y constituyendo un complemento a la señal vertical CEDA EL PASO (SR-2).

Las líneas de detención indican al conductor que enfrenta la señal CEDA EL PASO, el lugar más próximo a la intersección donde el vehículo deberá detenerse, buscando optimizar la visibilidad del conductor sobre la vía prioritaria.

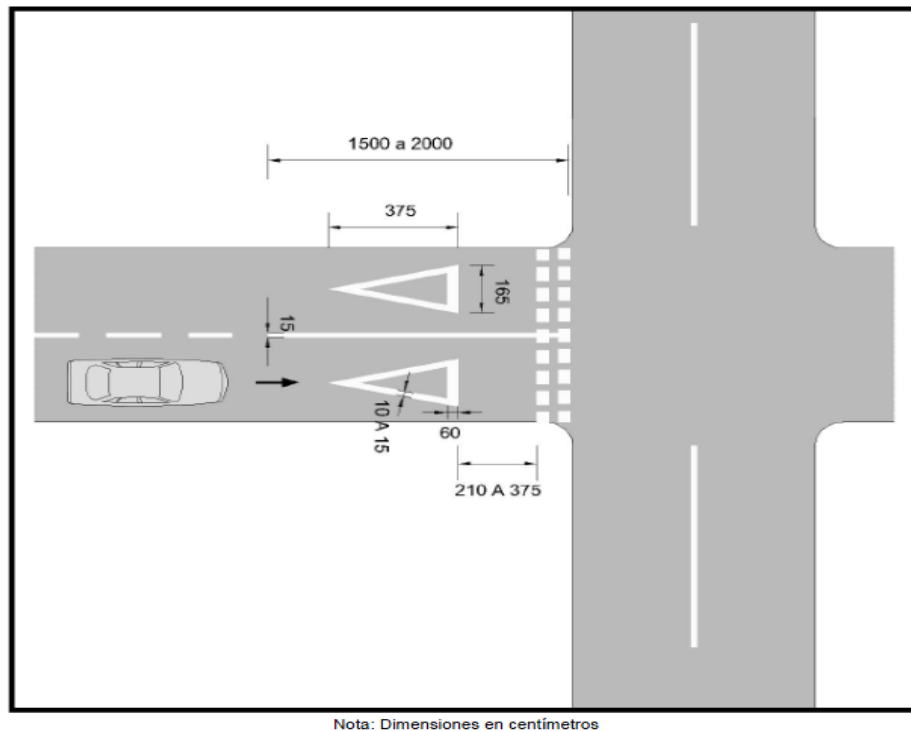
Las líneas de detención CEDA EL PASO deberán demarcarse siempre, y deberá presentar las siguientes características, en cuanto a ancho y longitudes de segmentos y brechas.

Figura 2.10 Línea de Detención Ceda el Paso



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.11 Demarcación en cruce regulado Señal Ceda el Paso**



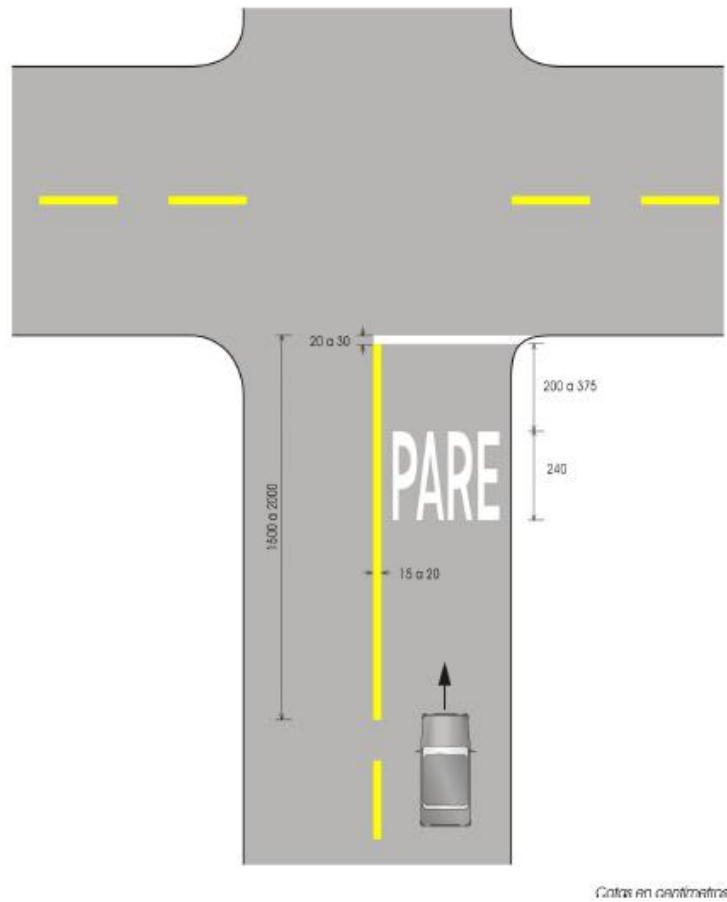
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### **Cruce controlado por señal pare**

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la señal Pare, el lugar más próximo a la intersección donde el vehículo debe detenerse. Debe ubicarse donde el conductor tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria para reanudar la marcha con seguridad.

Estas líneas de detención deben demarcarse siempre, constituyendo una complementación de la señal vertical PARE (SR-1) y deberá presentar las características, en cuanto a ancho, mostradas en la Figura 2.12 siguiente:

**Figura 2.12 Señalización Horizontal en cruce regulado Señal Pare**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

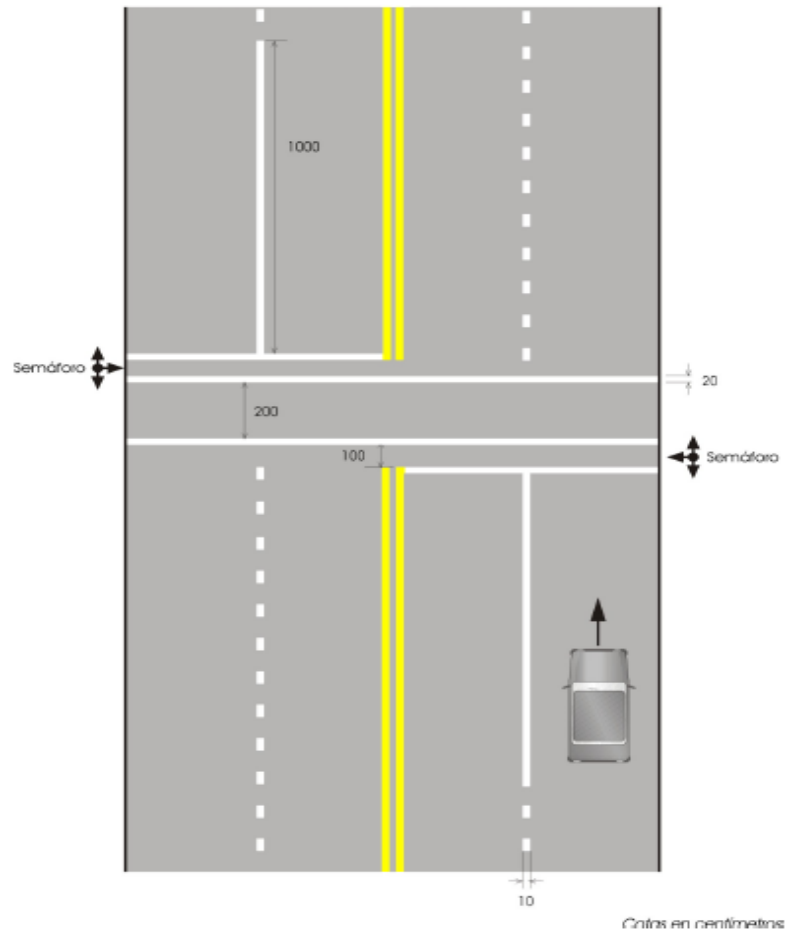
### **Cruce regulado por semáforo**

La demarcación transversal de un cruce peatonal regulado por semáforo está compuesta por una línea de detención continua y un paso peatonal.

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la luz roja de un semáforo, el lugar más próximo al paso peatonal regulado donde el vehículo tendrá que detenerse. Se deberá ubicar a un (1) metro, de la línea de borde de la senda peatonal.

Estas líneas deben demarcarse siempre, constituyendo una complementación al sistema de semáforos y deberá presentar las características, en cuanto a ancho, mostradas en la Figura 2.13.

**Figura 2.13 Demarcación en cruce Peatonal regulado por Semáforo**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## LÍNEAS DE CRUCE

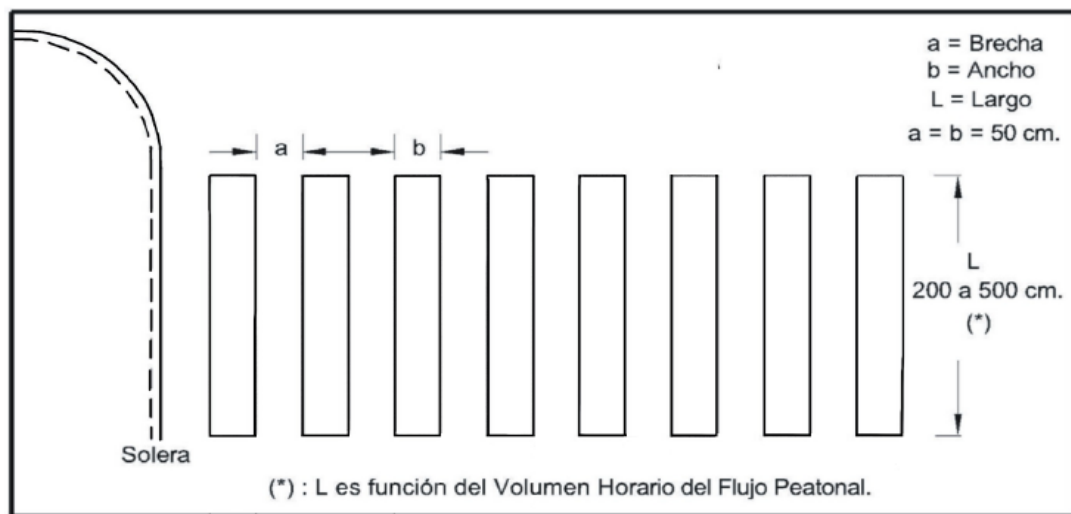
### Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra

Esta demarcación, se utiliza para delimitar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta. Dicha zona se compone de una línea transversal segmentada, en que cada segmento tiene un ancho de 50 cm, una brecha de 50 cm, y un largo constante que puede variar entre 2,0 – 5,0 m según volumen del flujo peatonal que solicitara el cruce. El borde de la banda más próxima a cada solera debe ubicarse aproximadamente a 50 cm, de ésta.

La línea de detención asociada al cruce peatonal indicara al conductor que enfrenta un paso de cebra, el lugar más próximo al cruce donde el vehículo deberá detenerse. Misma exigencia deberán cumplir Pasos Peatonales Tipo Cebra emplazados en esquinas.

En casos especiales de alto tránsito peatonal, se podrá utilizar un ancho mayor, dependiendo de la evaluación que se efectúe en cada situación.

**Figura 2.14 Largo Paso Peatonal frente a un alto Flujo Peatonal**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

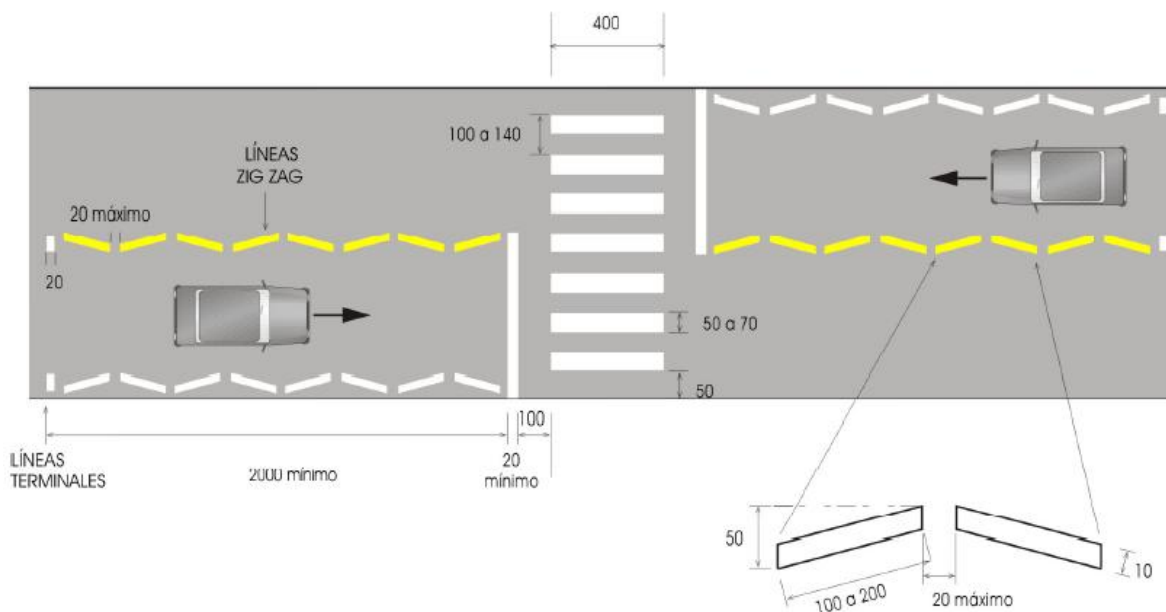
El ancho de la senda es función del flujo peatonal, de acuerdo a lo indicado en la tabla 2.2

**Tabla 2.2 Ancho Senda Peatonal**

<b>Flujo Peatonal (peatones/h)</b>	<b>Ancho Mínimo (m)</b>
Menor o igual a 500	2,0
501 a 750	2,5
751 a 1000	3,0
1001 a 1250	3,5
1251 a 1500	4,0
1501 a 1750	4,5
Mayor a 1750	5,0

Fuente: Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.15 Señalización Horizontal en Cruce Peatonal Tipo Paso de Cebra**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Estas líneas de cruce peatonal del tipo Paso de Cebra, deberán ser complementadas con demarcaciones de líneas tipo zig-zag, desde 20 m antes de la línea de detención, con la finalidad de advertir a los conductores la proximidad de Paso de Cebra. Estas líneas son blancas y se construyen según lo indicado en la figura anterior.

Además, para advertir la proximidad de esta demarcación, se complementa con la señal vertical PROXIMIDAD DE PASO DE CEBRA, balizas iluminadas u otras señales que refuercen el mensaje hacia el conductor, con la finalidad de que disminuya su velocidad.

No obstante lo anterior, se deberá instalar un reductor de velocidad que obligue al conductor a bajar la velocidad de operación, para lo cual, se considerará un resalto.

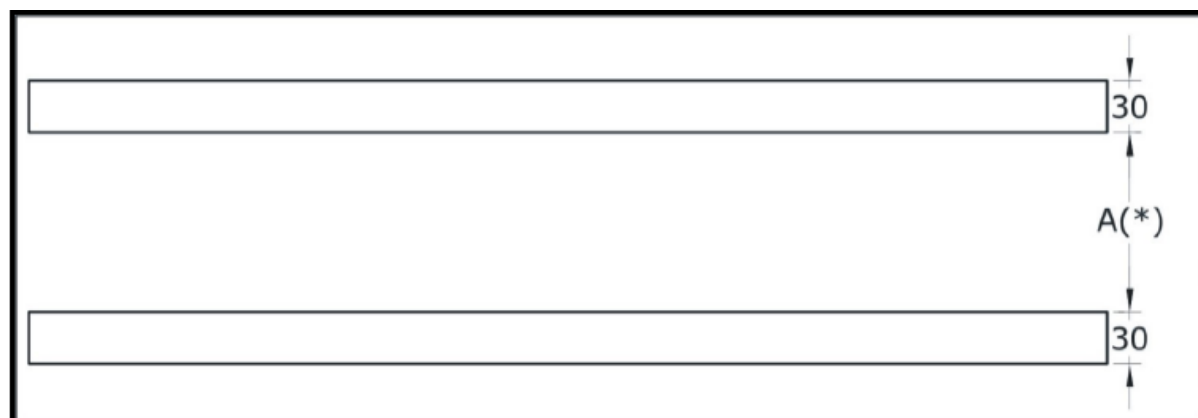
### **Líneas para cruce peatonal semaforizado**

Corresponde a las líneas de demarcación, que delimitan el sector de la calzada empleada por los peatones, para realizar el atravesado en cruces regulado por semáforo.

La demarcación está conformada por dos líneas paralelas de color blanco, cuyo ancho es de 30 cm y 50 cm. En caso que la intersección presente desalineamientos geométricos, dichas líneas de demarcación podrán no ser paralelas. No obstante, la línea de detención deberá ubicarse entre 1 m de la línea transversal más próxima que delimita la senda de cruce.

El ancho “A” de la senda peatonal será de 2 m como mínimo. Para flujos peatonales mayores a 500 peatones por hora, el ancho del paso peatonal, deberá ser aumentando en 0,5 metros por cada 250 peatones por hora, con un máximo de 5 metros. El flujo peatonal se calculará como el promedio de las 4 horas de mayor demanda peatonal.

**Figura 2.16 Dimensiones Demarcación Cruce Peatonal Semaforizado**



Nota: Dimensiones en centímetros

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

El ancho de la senda (A) es función del flujo peatonal.

#### 2.1.2.2.3 SIMBOLOS Y LEYENDAS

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Este tipo de demarcación se subdivide en los siguientes grupos tipos genéricos: 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 demarcaciones flechas, señales como CEDA EL PASO Y PARE y leyendas como LENTO, entre otras.

Atendiendo a su tipo, estas señales se clasifican en: Flechas, Leyendas y Otros símbolos.

Debido a que estas señales se ubican horizontalmente sobre el pavimento y que por lo tanto el conductor 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.

La demarcación de flechas y leyendas es blancas, pudiéndose utilizar colores distintos, tales como amarillo. Negro, etc. Para otros símbolos, siempre y cuando dichos colores correspondan a los especificados, para cada caso, más adelante en esta sección.

Estas señales deben demarcarse en el centro de cada una de las pistas en que se aplican, con la excepción de la flecha de Advertencia Inicio Línea de Eje Central Continua, que se demarca en el costado izquierdo de las pistas.

Si las condiciones del tránsito o de la vía lo hacen necesario, estas demarcaciones pueden ser repetidas a lo largo del camino, lo que otorga más oportunidades a los conductores para percibir el mensaje.

## **FLECHAS**

Las flechas demarcadas en el pavimento se utilizan fundamentalmente para indicar y advertir al conductor, la dirección y sentido que deben seguir los vehículos que transitan por una pista de circulación, lo que contribuye a la seguridad y expedición del tránsito.

Según las maniobras asociadas a ellas se tienen los siguientes tipos de flechas:

- Flecha Recta
- Flecha de Viraje
- Flecha Recta y de Viraje
- Flecha Recta y de Salida
- Flecha de Advertencia Inicio Línea de Eje Central Continua

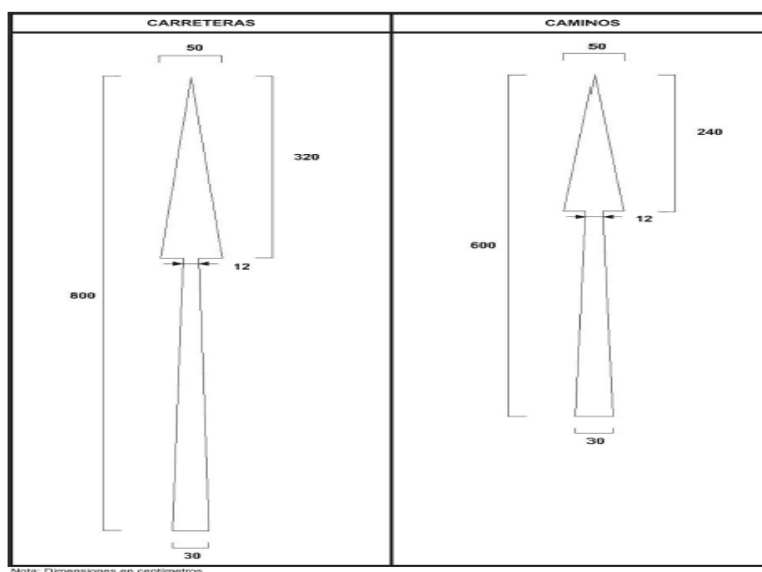
- Flecha de Incorporación
- Flecha de Incorporación a Pistas de Tránsito Exclusivo
- Flecha de Incorporación a Pistas de Tránsito Lento

### Flecha recta

Esta flecha indica que la pista donde se ubica, está destinada al tránsito que continúa en línea recta. En general, se utiliza en aproximaciones a intersecciones, empalmes o enlaces.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.17, siguiente:

Figura 2.17 Flecha Recta



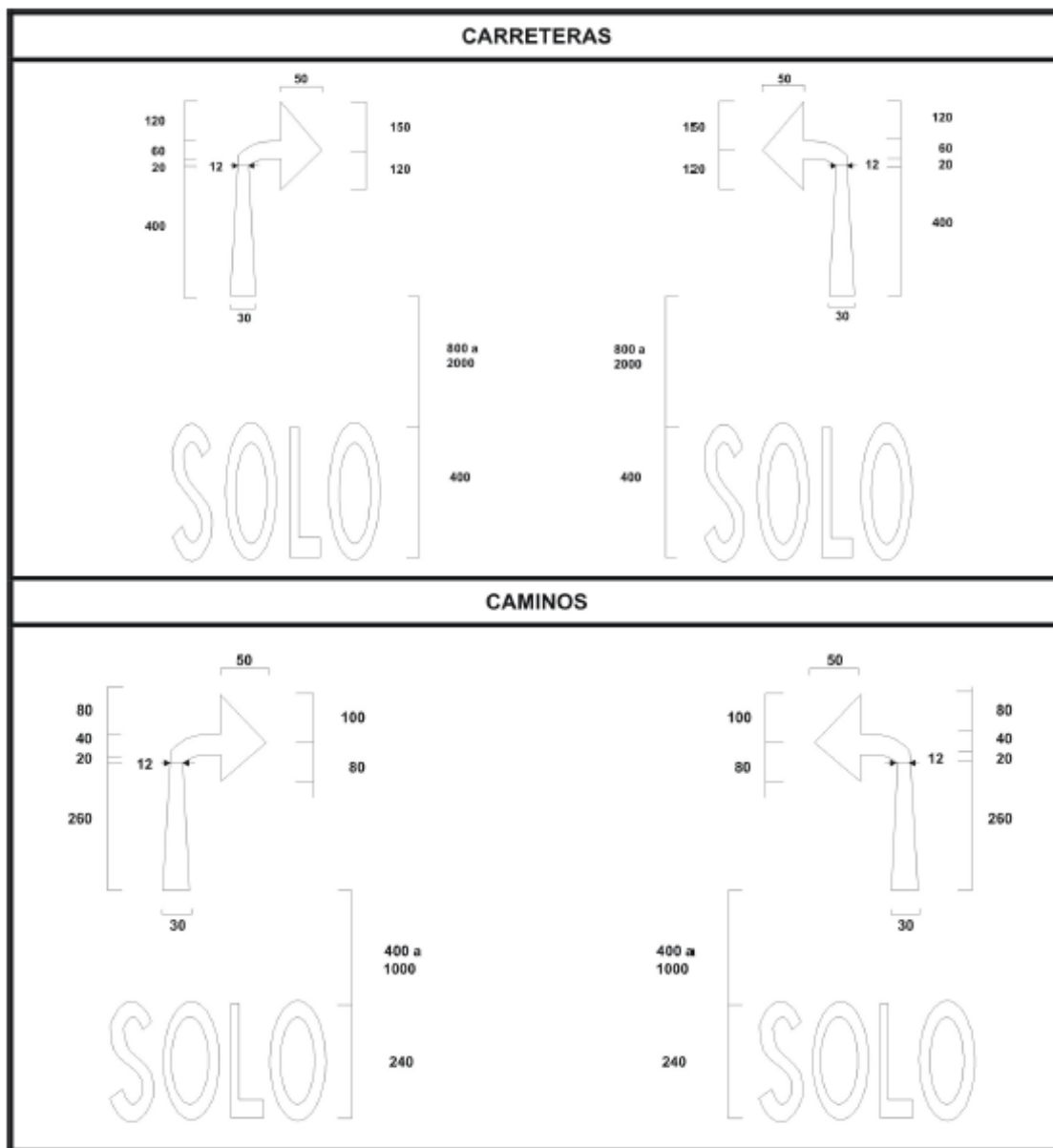
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Flecha de viraje

Esta flecha indica que la pista donde se ubica está destinada al tránsito que vira en la dirección y sentido señalado por la flecha. En general se utiliza en las proximidades de intersecciones y empalmes para señalar a los conductores las pistas donde sólo es posible virar. Debe ser reforzada con la leyenda “SOLO”.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.18, siguiente:

Figura 2.18 Flecha de Viraje



Nota: Dimensiones en centímetros

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

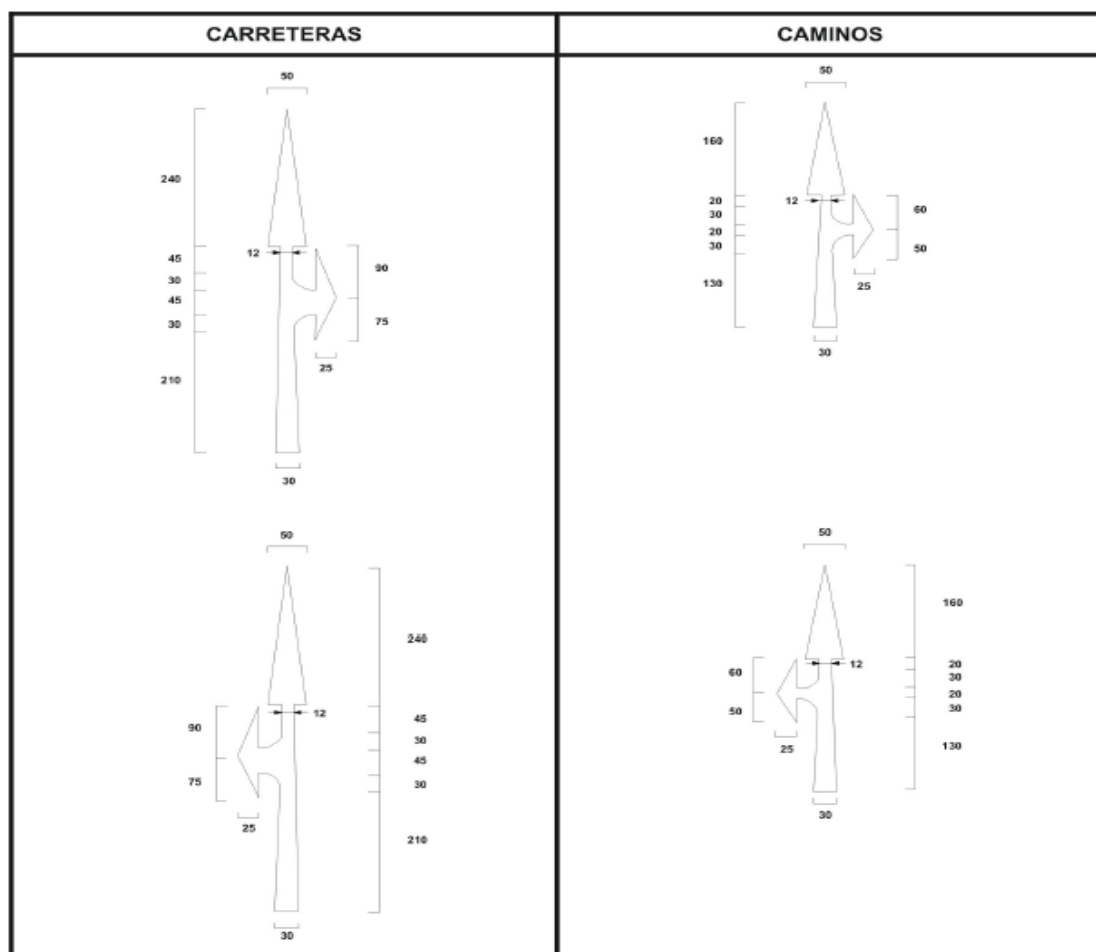
### Flecha recta y de viraje

Esta señal indica que la pista donde se ubica, está destinada tanto al tránsito que continúa en línea recta como al que vira en la dirección y sentido indicado por la flecha de viraje. Se utiliza en las proximidades de intersecciones, empalmes y enlaces para advertir a los conductores las maniobras permitidas en las pistas laterales.

Generalmente, se utilizan flechas de dos puntas; sólo excepcionalmente, en intersecciones complejas, la señal puede tener tres puntas.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.19, siguiente:

Figura 2.19 Flecha Recta y de Viraje



Nota: Dimensiones en centímetros.

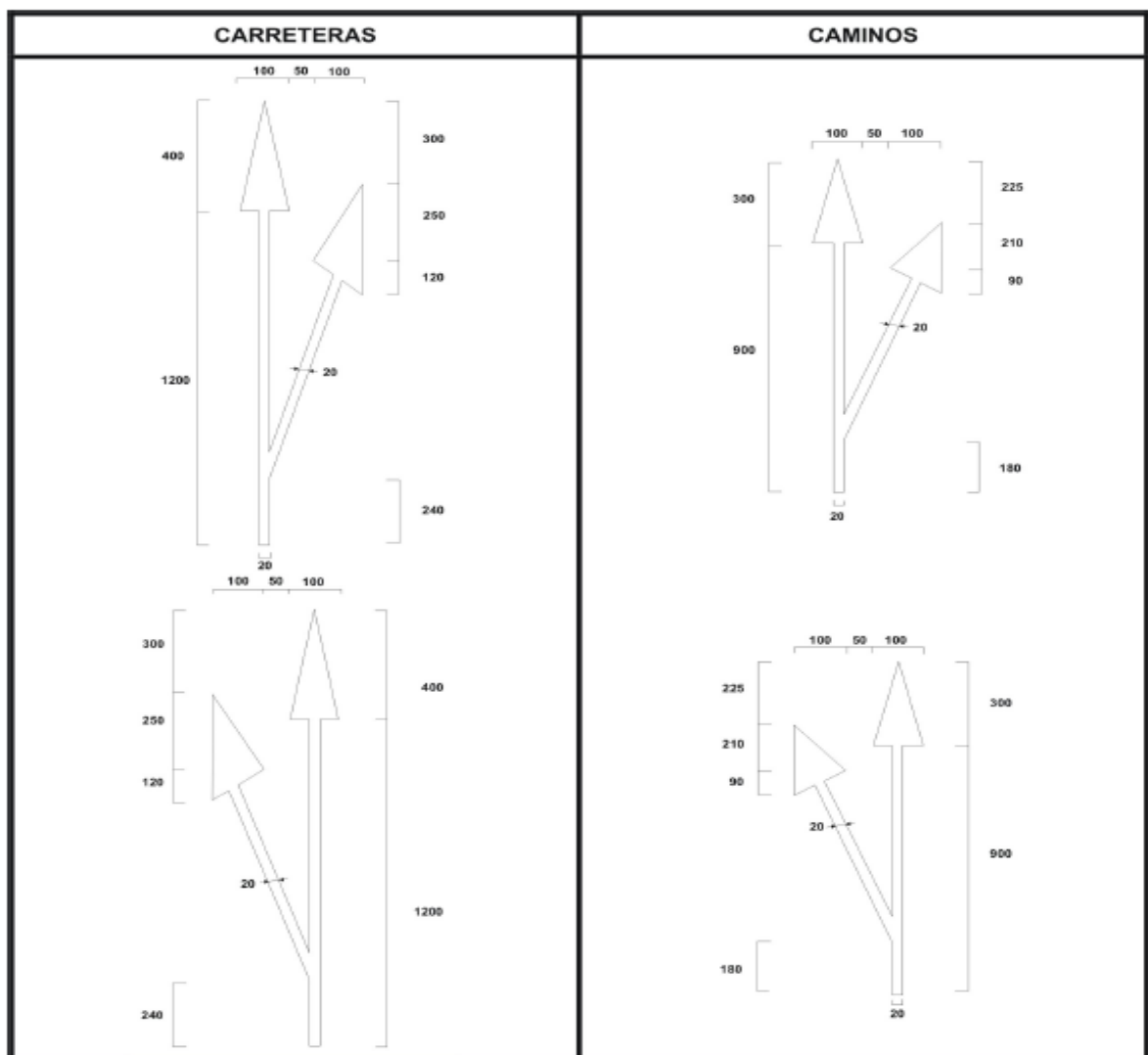
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Flecha recta y de salida

Esta flecha se utiliza en autopistas, autovías y vías rurales para indicar donde se puede iniciar la maniobra de salida utilizando una pista de salida o desaceleración. Se ubica en el centro de la pista contigua a las mencionadas.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.20, siguiente:

Figura 2.20 Flecha Recta y de Salida



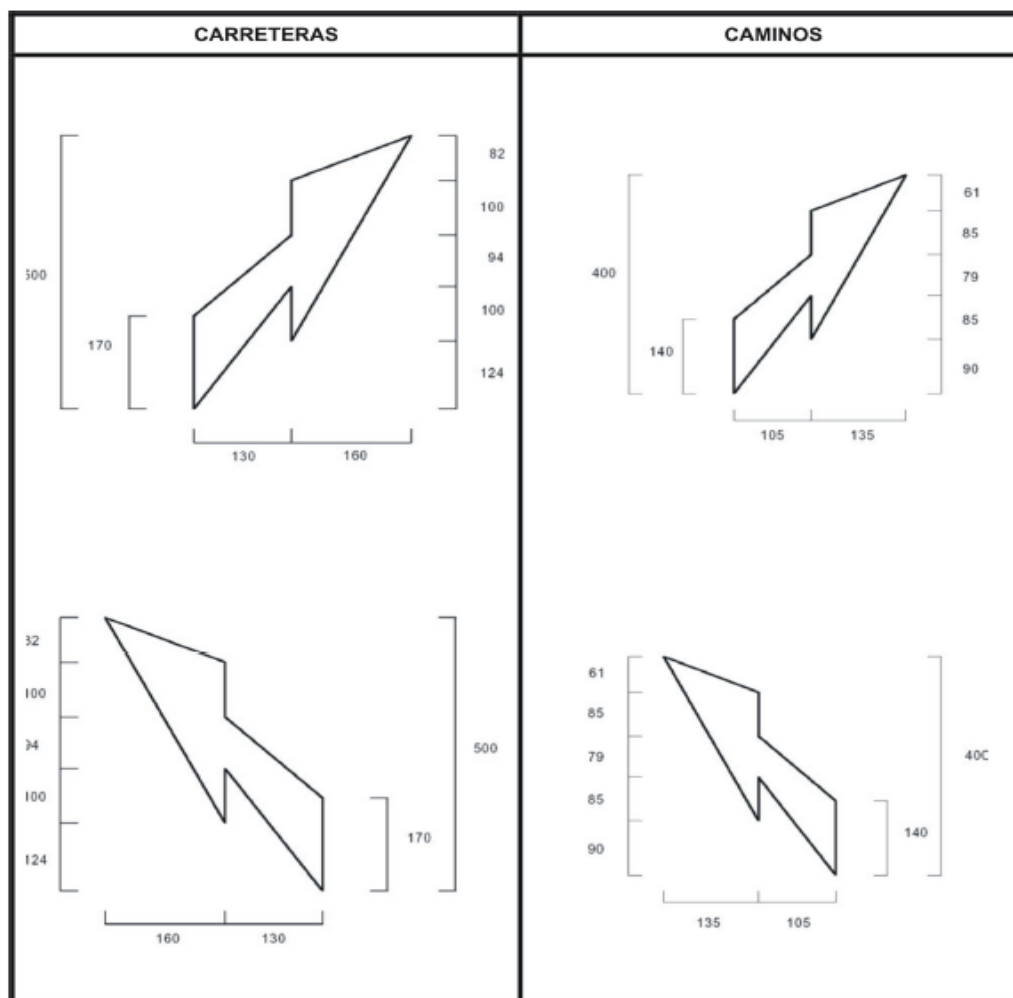
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Flecha de incorporación

Esta flecha advierte que los vehículos deben abandonar la pista por la que circulan e incorporarse a la que apunta la flecha. Se debe utilizar en pistas de aceleración otras. Dado el peligro que advierten, al aplicarla se debe reiterar a lo menos una vez.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señales en Figura 2.21, siguiente:

Figura 2.21 Flecha de Incorporación



Nota: Dimensiones en centímetros.

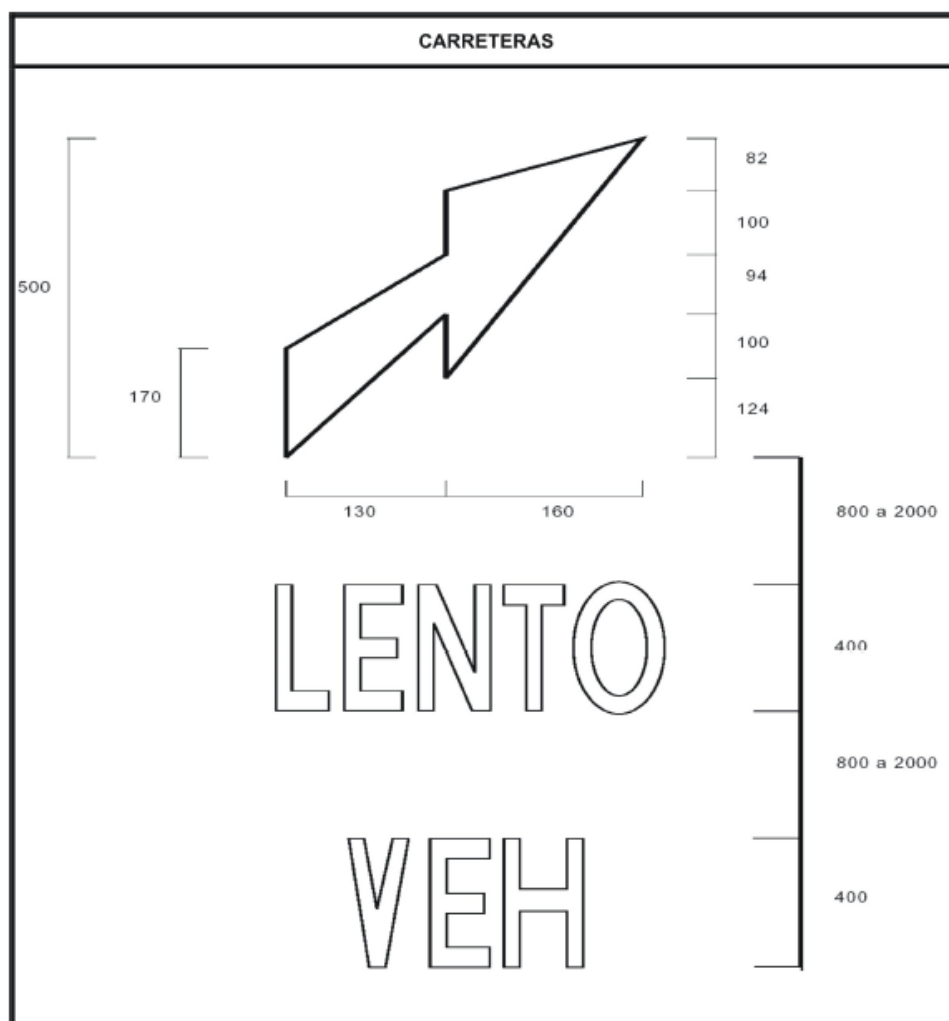
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Flecha de incorporación a pista de tránsito lento

Esta flecha indica a conductores de vehículos excluidos de circular por pistas de uso exclusivo, los lugares donde pueden incorporarse a éstas para realizar una maniobra como virar a la derecha. Esta flecha indica el inicio de una pista destinada a la circulación de vehículos lentos. Debe ser reforzada con la leyenda “VEH LENTO”.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.22, siguiente:

Figura 2.22 Flecha de Incorporación a Pistas de Tránsito Lento en Carreteras



Nota: Dimensiones en centímetros.

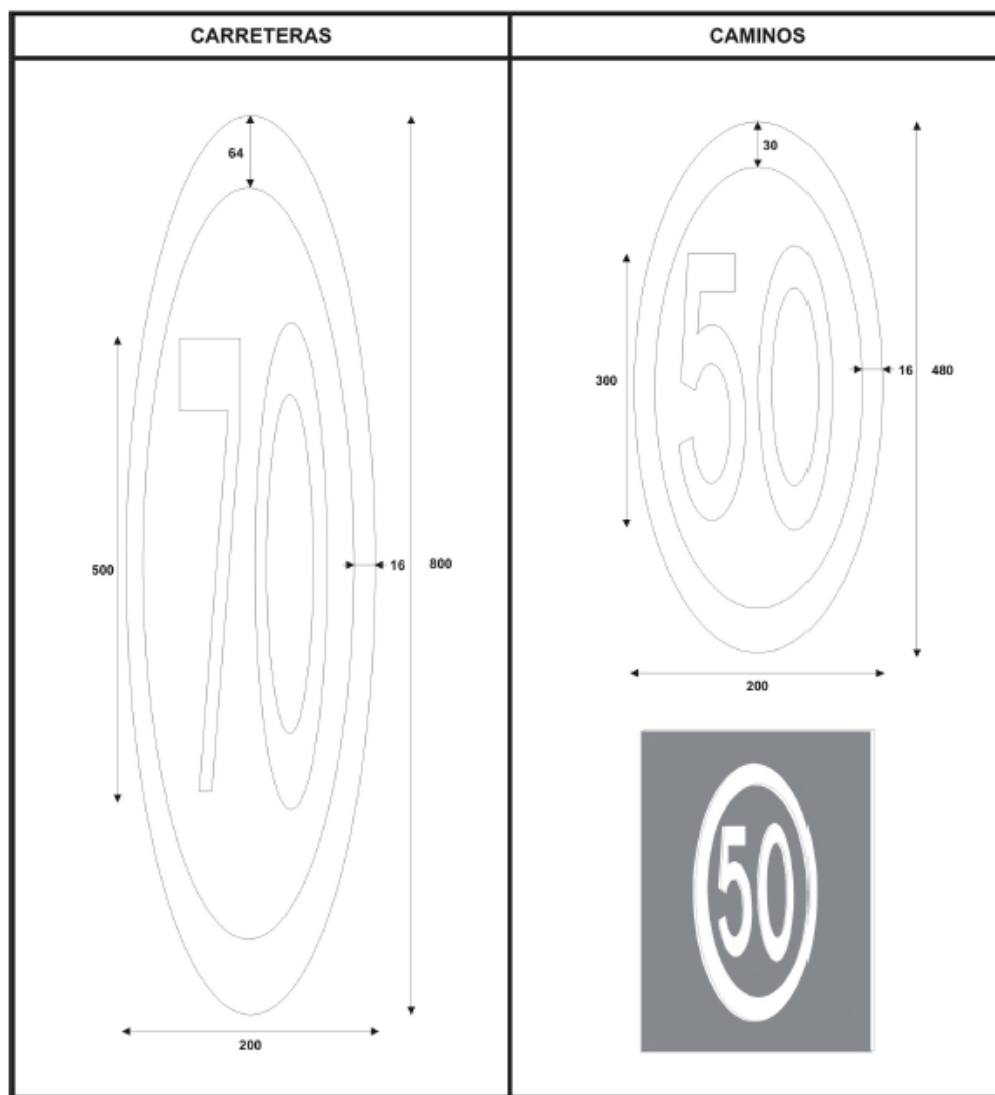
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## Velocidad máxima

Este símbolo indica la velocidad máxima permitida en la pista en que se ubica. Puede utilizarse para reforzar la señal vertical VELOCIDAD MAXIMA (SR-1) o en sitios tales como túneles o puentes. Su color es blanco.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.23, siguiente:

Figura 2.23 Velocidad Máxima



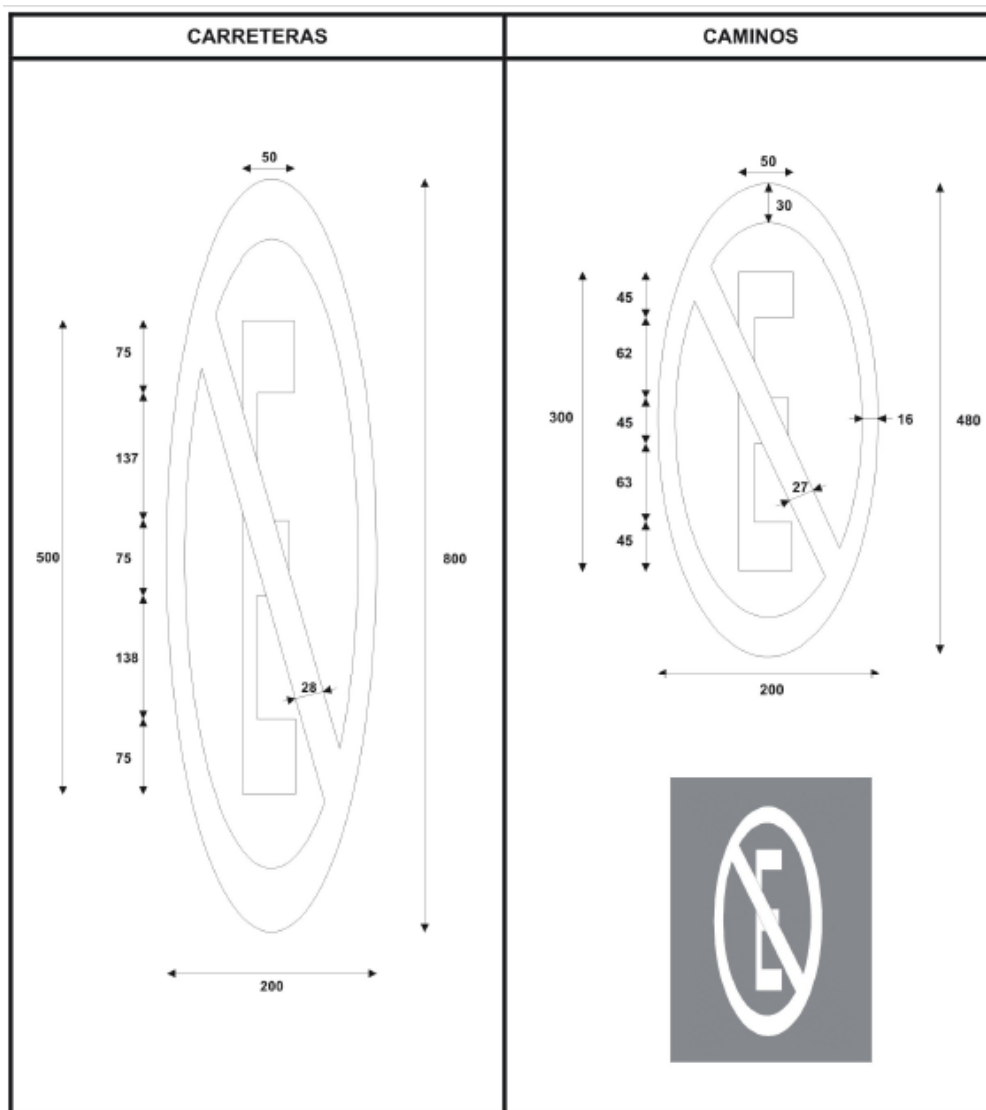
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Prohibido estacionar

Este símbolo indica la prohibición de estacionar en la pista en que se ubica. Su color es blanco. Cuando el tramo en que se aplica es superior a 15 m, se recomienda reiterarlo.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.24, siguiente:

Figura 2.24 Prohibido Estacionar



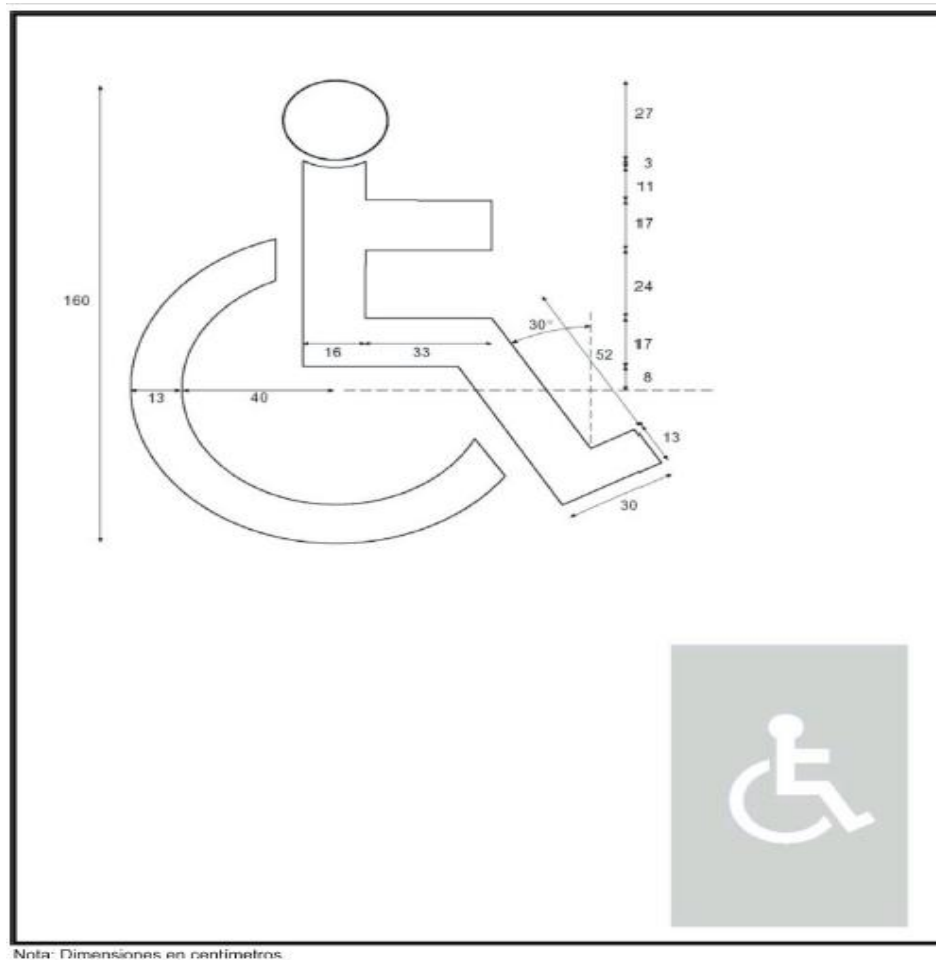
Nota: Dimensiones en centímetros

### Estacionamiento exclusivo para personas minusválidas

Este símbolo indica que el lugar en que se emplaza puede ser utilizado como estacionamiento sólo por vehículos de personas con discapacidad. Su forma corresponde al símbolo que identifica a estas personas. Su color es blanco.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.25, siguiente:

**Figura 2.25 Estacionamiento exclusivo para Personas Minusválidas**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

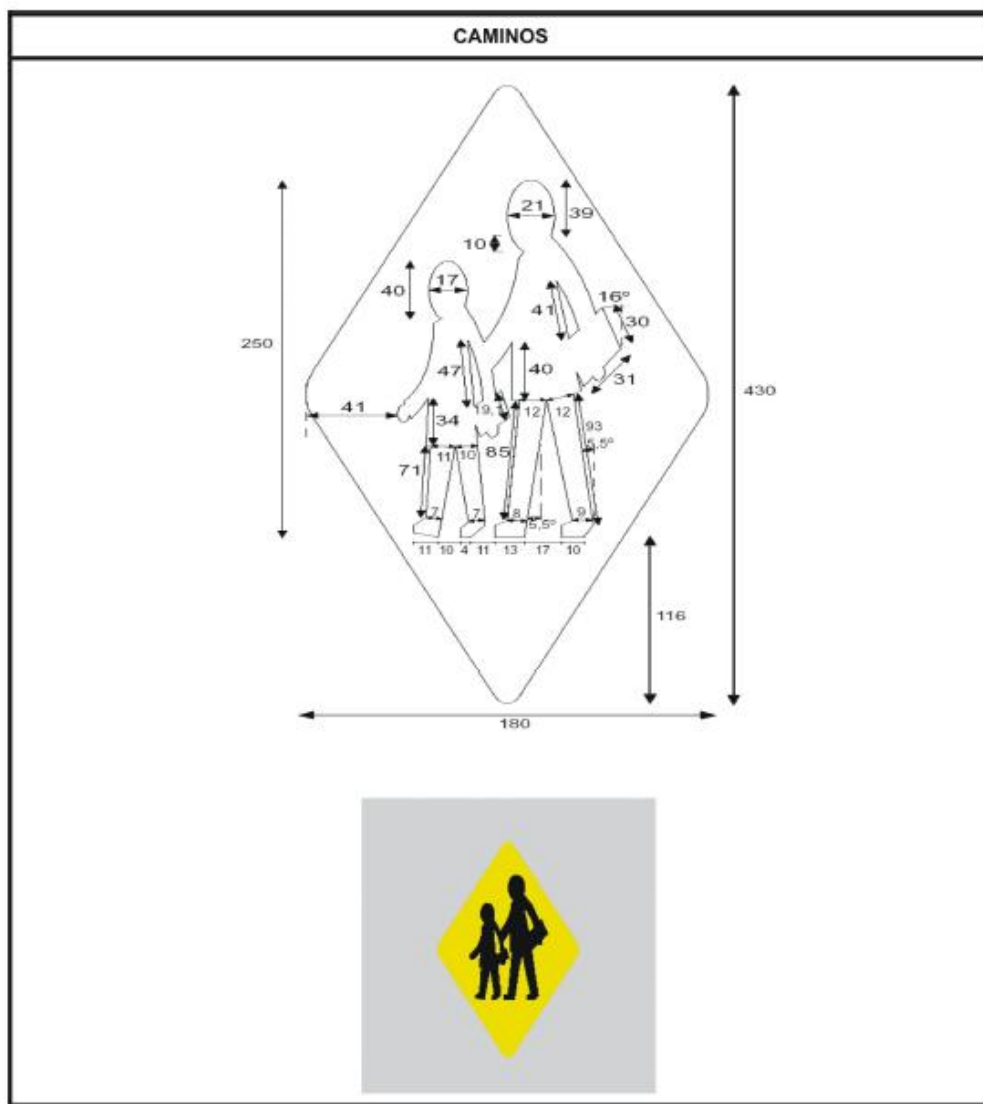


### Zona de escuela

Este símbolo advierte la probable presencia de escolares en la vía. Puede complementar la señal vertical ZONA DE ESCUELA (SP-53). Su color de fondo es amarillo con el símbolo en negro.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.27, siguiente:

Figura 2.27 Zona de Escuela



Nota: Dimensiones en centímetros.

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

#### 2.1.2.2.4 OTRAS DEMARCACIONES

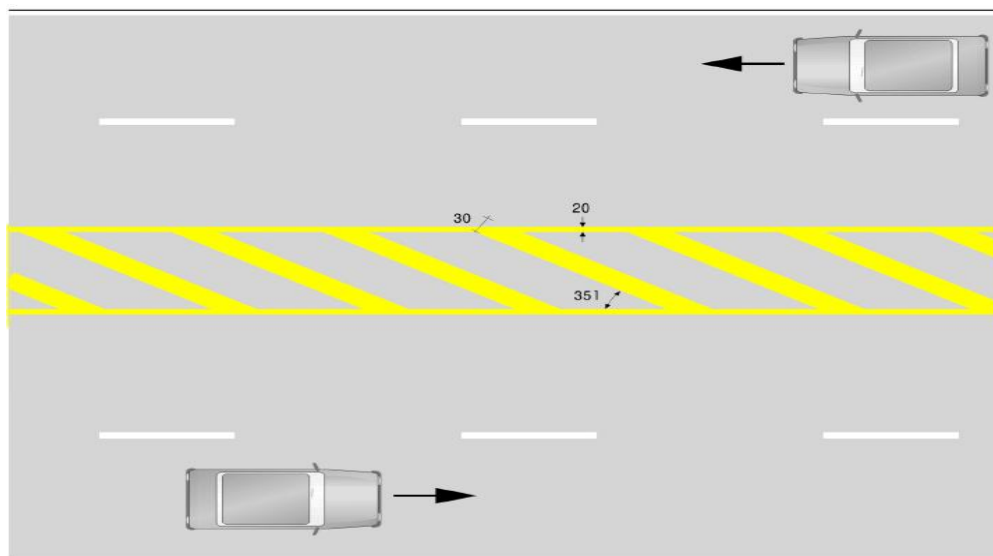
Existen otras demarcaciones que no es posible clasificar dentro de las agrupaciones anteriores ya que ninguno de sus componentes (longitudinales, transversales o simbólicos) predomina por sobre los otros. Este tipo de demarcación se agrupa en un gran grupo, denominado Composiciones (Líneas, Símbolos y Leyendas).

#### ACHURADOS

La función de los achurados es prevenir a los conductores la proximidad de islas y bandejones así como canalizar el flujo vehicular.

Se distinguen dos tipos de achurados; en diagonal y en “V”. Los achurados en diagonales se emplean en canalizaciones y en islas centrales, cuando los flujos que los enfrentan tienen sentidos opuestos y en las superficies retranqueadas que se extienden por el costado del separador. En el caso de los achurados en “V” se emplean para anunciar la presencia de una isla o bandejón, cuando los flujos vehiculares convergen o divergen. Es conveniente destacar estas superficies con la instalación de tachas reflectantes de color amarillo.

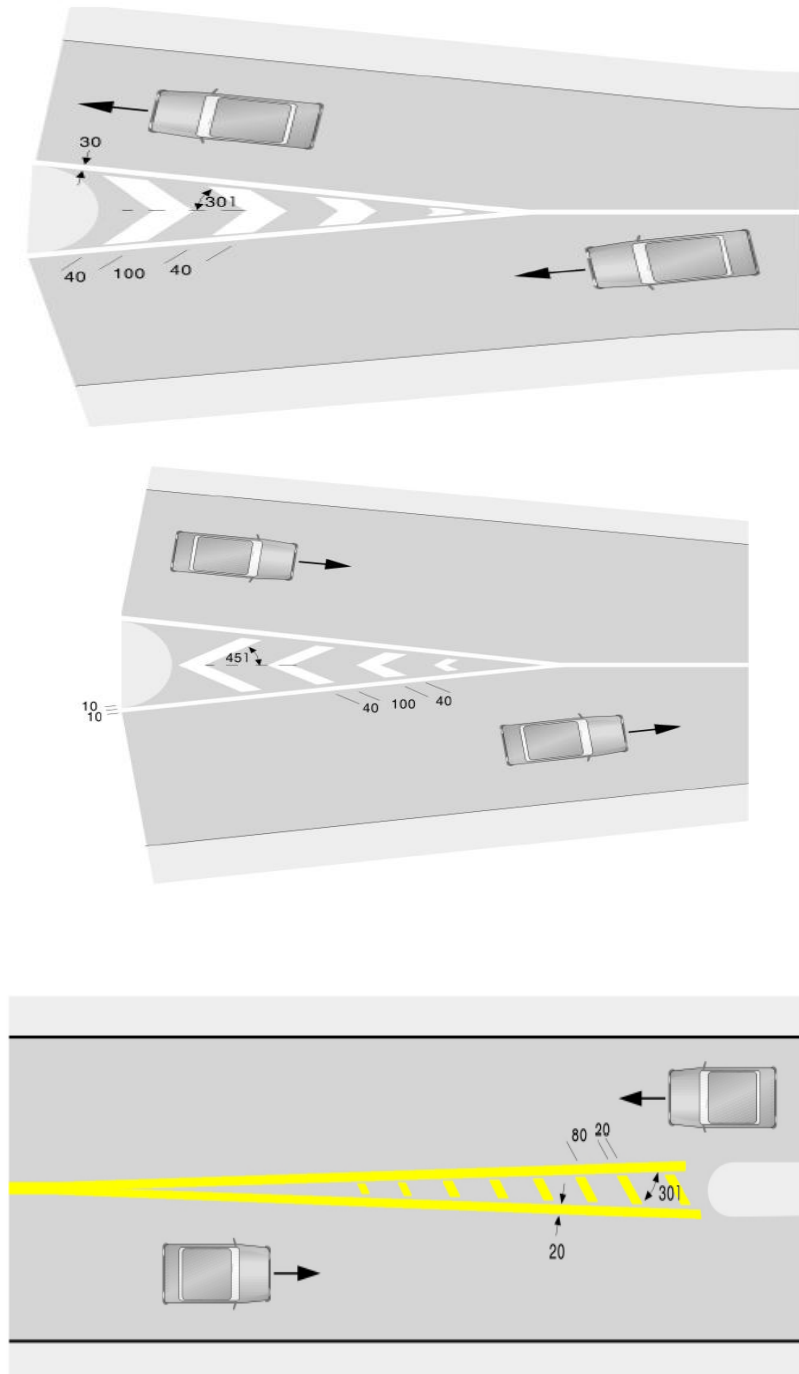
**Figura 2.28 Demarcación tipo Achurado Central**



*Cotas en centímetros*

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Figura 2.29 Demarcación tipo Achurado Bifurcación Divergente y Convergente



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Bloqueo de cruces

Esta señal indica a los conductores la prohibición que establece la Ley de quedar detenido dentro de un cruce por cualquier razón. Se instala en cruces que presenta altos niveles de congestión, con el propósito de que la detención del flujo por una vía, no obstaculice la circulación de vehículos por la otra.

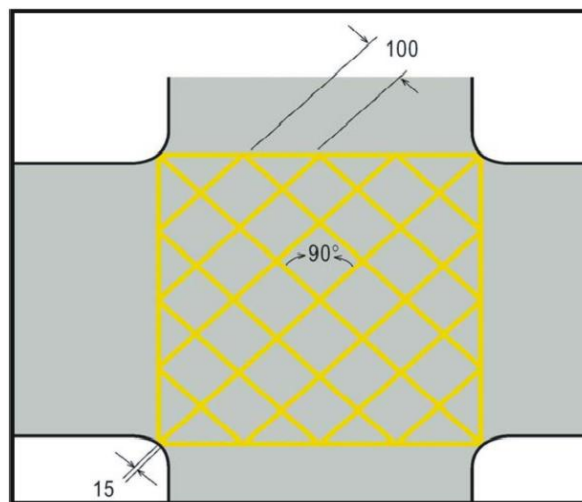
Esta demarcación sólo debe aplicarse en intersecciones donde se generen bloqueos producto de la congestión aguas debajo de ellas, siempre y cuando no existan flujos importantes que viren a la izquierda desde la vía perpendicular, ya que en este caso la demarcación no es respetada y la señalización en general se desacredita.

Esta demarcación se construye con líneas diagonales amarillas de 15 cm de ancho, las que se cruzan dentro de la intersección. Para dibujarlas se recomienda lo siguiente:

- Dibujar en el centro de la zona a demarcar dos diagonales que al cruzarse formen un ángulo de aproximadamente  $90^\circ$  sexagesimales.
- Demarcar líneas paralelas a las diagonales iniciales a intervalos de 1 m.

En cuanto a las formas y dimensiones, en función del tipo de vía, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.30.

**Figura 2.30 Demarcación Tipo Bloqueo de Cruces**



Nota: Dimensiones en centímetros.

## **Resaltos**

El exceso de velocidad es una de las causas de la ocurrencia y la gravedad de los accidentes de tránsito, entonces para disminuir la velocidad se deberá recurrir al empleo de medidas reductoras de velocidad como son los resaltos.

Estos dispositivos, se emplearan en accesos a intersecciones que presentan una alta tasas de accidentes, en donde sea necesario proteger el flujo peatonal y en las vías donde es necesario disminuir las velocidades de los vehículos.

La ubicación de estos resaltos se empleará para resolver los siguientes problemas:

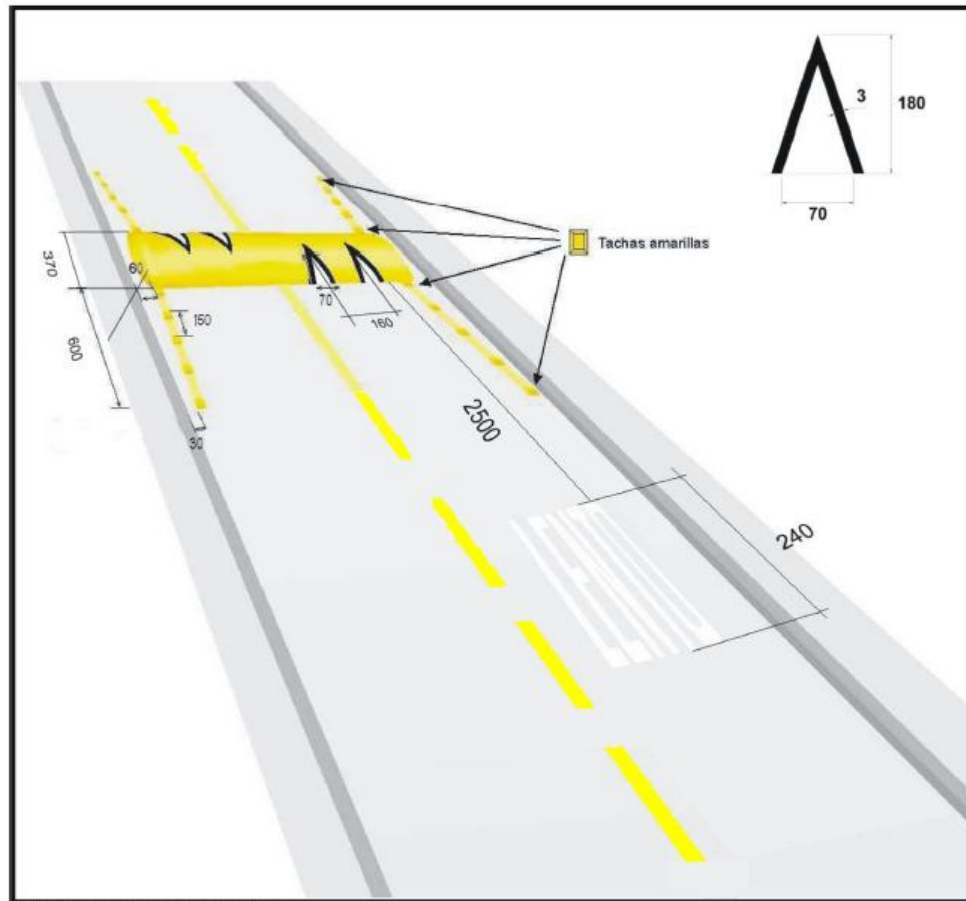
- En cruces de vías de acceso no regulados, donde se requiere reducir la velocidad.
- Tramos de caminos donde se registra exceso de velocidad.
- En cruces y vías para proteger el flujo peatonal.
- Cruces regulados por señal de prioridad, para que los conductores respetan la velocidad.
- Zonas de Escuelas y Plazas de Juegos Infantiles.

Para la definición de instalación de resaltos se requerirá, disponer los antecedentes estadísticos que registren al menos 1 accidente con lesiones graves o muerte, o en su defecto que las encuesta a los vecinos o usuarios de la vía denuncien el exceso de velocidad. La visita a terreno, será necesaria, para detectar si efectivamente el exceso de velocidad es el factor de riesgo en el sector y para evaluar la posible reasignación de flujos.

Su función es reducir la velocidad a un promedio de 30 km/hr, por lo sólo deben instalados en vías urbanas de carácter local y de usos de suelo predominantemente residencial y/o donde se emplazan establecimientos educacionales. Estos dispositivos no son adecuados para las vías urbanas de mayor jerarquía (o aquellas rurales de menor jerarquía), en donde se requiere mantener las velocidades cercanas a los 60 km/hr, en cuyo caso se utilizara el Resalto tipo Cojín.

Previo al resalto, siempre deberá demarcarse en el pavimento la leyenda “LENTO”

Figura 2.31 Resalto



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Resalto tipo cojín

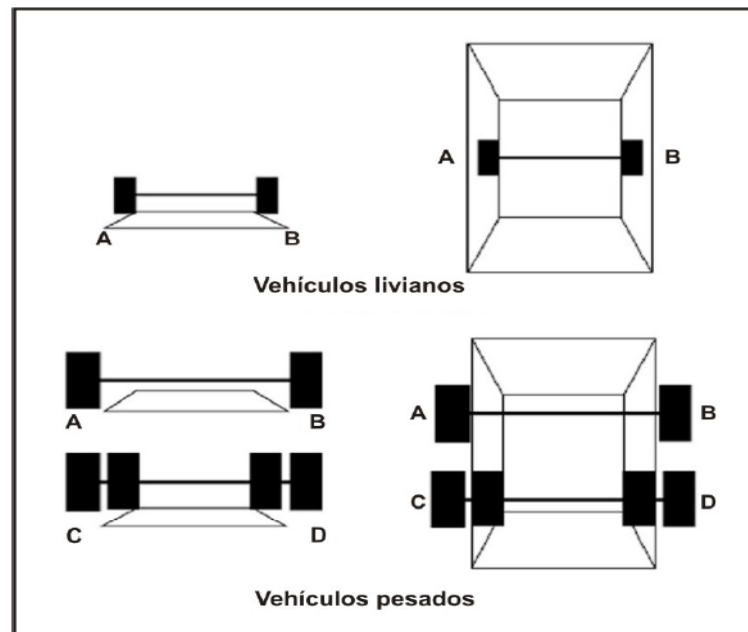
El exceso de velocidad en relación a ciertas condiciones de la vía y del entorno, es uno de los principales factores contribuyentes al riesgo, ocurrencia y gravedad de los accidentes de tránsito. Es por esta razón que los países con mayor trayectoria en seguridad de tránsito han introducido políticas explícitas de gestión de la velocidad, las cuales incorporan entre sus herramientas las llamadas “medidas calmantes de velocidad”.

La medida reductora, o calmante, de velocidad más conocida ha sido el resalto o “rompe-muelle”. Su función es reducir la velocidad a un promedio de 30 km/hr, lo

que los hace especialmente aptos para vías urbanas de carácter local y de usos de suelo predominantemente residencial y/o donde se emplazan establecimientos educacionales. Sin embargo, dichos dispositivos no son adecuados para las vías urbanas de mayor jerarquía (o aquellas rurales de menor jerarquía), en donde se requiere mantener las velocidades cercanas a los 60 km/hr.

Los resaltos denominados “cojines”, son más amigables para los usuarios de vías de mayor jerarquía, al posibilitar velocidades medias del orden de 50 km/hr. Éstos tienen su origen en el Reino Unido, y respondieron a la necesidad de crear dispositivos que calmaran la velocidad sin afectar la comodidad de usuarios y conductores de buses. La forma cómo funcionan los vehículos puede ser percibida en Figura 2.32.

**Figura 2.32 Esquema de funcionamiento de los resaltos tipo cojín**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Para la instalación de cojines se recomienda que se de uno o más de los siguientes criterios:

- Que haya ocurrido a lo menos un accidente de tránsito anual durante los dos últimos años, al cual haya contribuido el factor velocidad, ya sea en la ocurrencia o en su gravedad.
- Que la velocidad de operación sea mayor a 60 km/hr y que esta constituya un factor de riesgo de accidentes, particularmente para peatones, ciclistas y otros usuarios vulnerables.

Dónde instalarlos.

- En el caso de cercanía a intersecciones y de haber virajes de buses articulados o camiones con remolque hacia la vía donde se proyecte instalar cojines, se recomienda que éstos sean instalados a lo menos a 25 m de la esquina. Para el resto de los casos, dicha distancia puede ser reducida a 10 m.
- En el caso de que su instalación esté destinada a proteger pasos cebra, se recomienda que sean ubicados a lo menos a 15 m antes de la facilidad peatonal.
- Deben instalarse próximos a luminaria pública a una distancia no mayor de 3 m medidos desde el borde del cojín.

Donde no instalarlos:

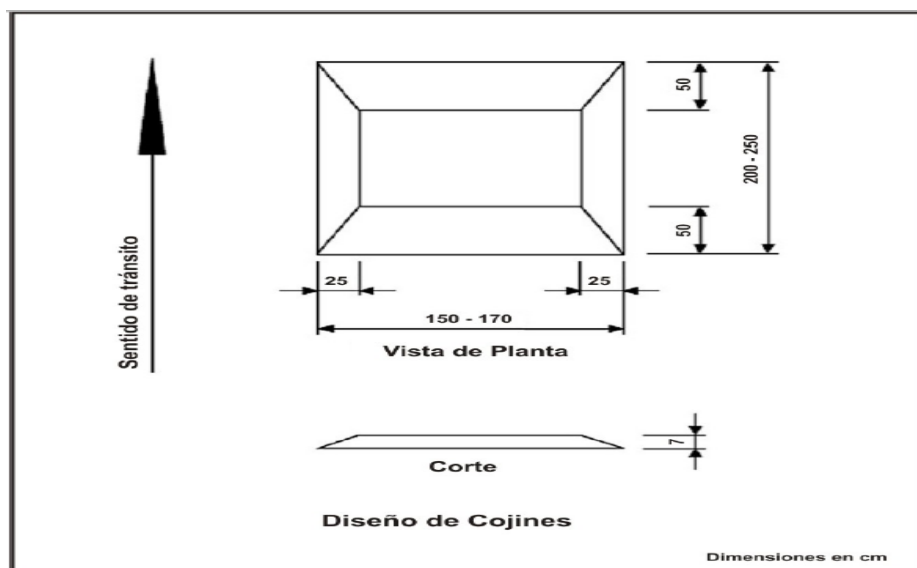
- No deben instalarse a menos de 20 m de una línea de ferrocarril.
- No deben ser instalados a menos de 25 m de estructuras que pasen por debajo o sobre la calzada, como túneles, pasos bajo nivel, colectores, puentes, pasarelas, etc.
- En vías con pendientes sobre 10%, no deben estar a menos de 20 m de la cima ni a más de 70 m de otro reductor de velocidad.
- No deben instalarse a menos de 30 m de una parada de buses.

- Su instalación no debe interferir con accesos vehiculares ni con elementos tales como sumideros, cámaras de inspección y espiras. Tampoco deben ubicarse frente a grifos.

#### Instalación:

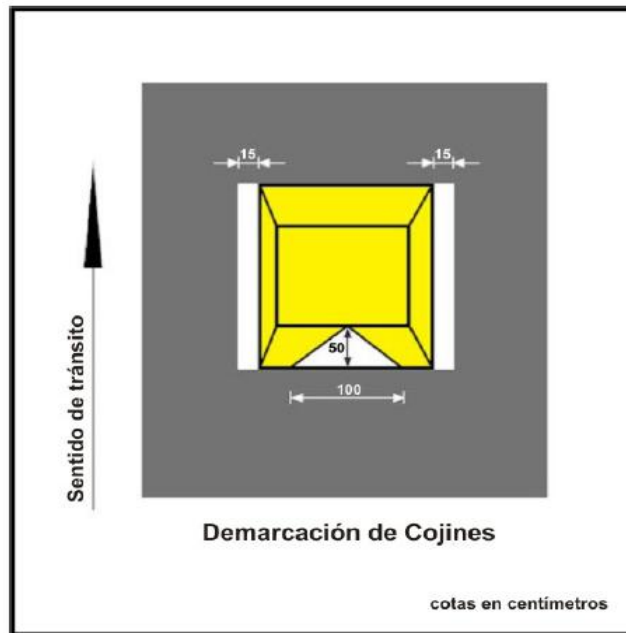
- Se instalan en cada pista de circulación. En tramos de vía pueden ser ubicados en forma individual o en serie. En este último caso, se recomienda distanciados 70 m unos de otros. En todo caso, el distanciamiento de cojines en serie debe estar en el rango de 50 y 100 m.
- Se debe analizar el ancho de la calzada, ya que esta situación podrá definir distintas configuraciones. Al respecto, se recomienda que entre pares de cojines, en el sentido transversal de la vía, no exista una distancia mayor a la del ancho de un vehículo liviano (debe ser siempre menor a 1,4 m). en el caso de la distancia entre los cojines y la solera esta debe ser superior a 1 metro, exceptuando aquellas vías de ancho menor a 6 m, donde dicha distancia podrá ser reducida hasta 0,75 m para permitir la circulación segura de vehículos de 2 ruedas.

Figura 2.33 Diseño de Resalto Tipo Cojín



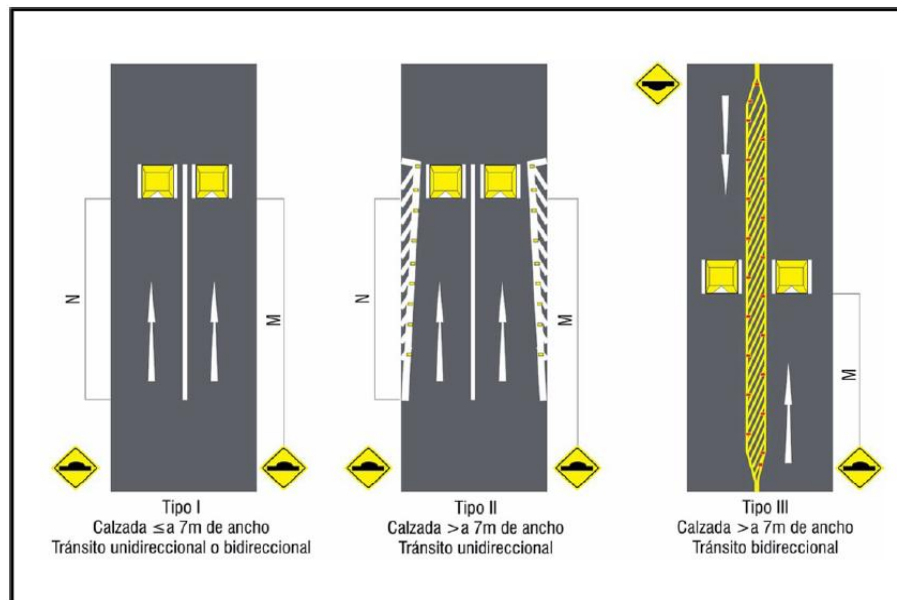
Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.34 Demarcación de Resalto Tipo Cojín**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.35 Señalización de distintas Configuraciones**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## Bordes y bandas alertadoras

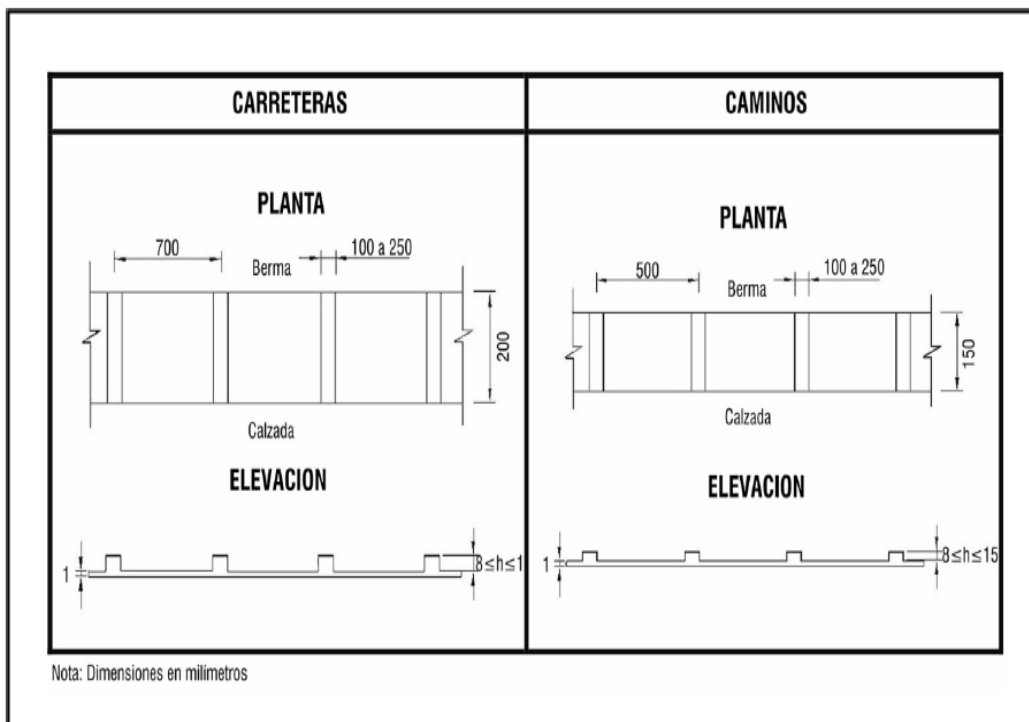
Este tipo de demarcación se emplea para advertir a los conductores que el vehículo está traspasando la línea de borde de calzada en vías con berma pavimentada ó que se está acercando a sectores de riesgo, como cruces, paso cebra, zonas pobladas, etc., lugares donde debe reducir la velocidad y tomar mayores precauciones.

### a) Borde alertador

El borde alertador, consiste en una línea dentada que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo, cuando éste traspasa dicha línea.

El diseño considera sectores elevados de demarcación cuya altura varía entre 8 mm y 15 mm, con un de largo entre 10 cm y 25 cm, y separación de 50 cm a 70 cm.

Figura 2.36 Borde Alertador



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

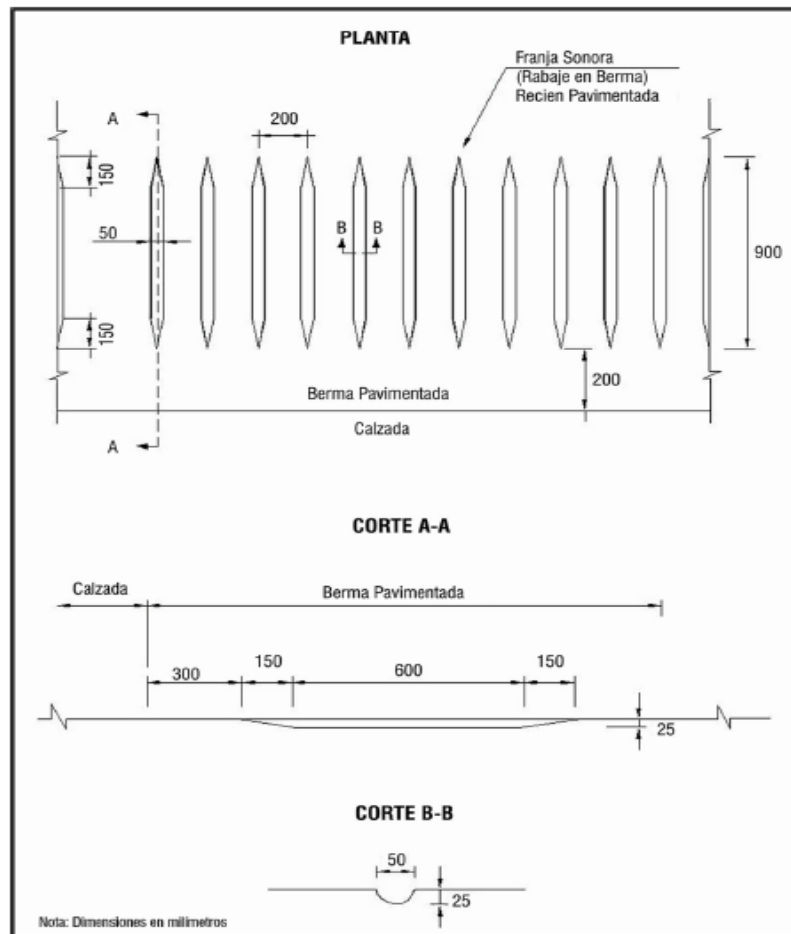


## Franjas sonoras

Las franjas sonoras, consisten en rebajes transversales que se ejecutan en bermas pavimentadas, lo que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo, advirtiendo al conductor de está abandonando la calzada y debe efectuar maniobras de control.

Estos rebajes tienen una profundidad de 2,5 cm y una profundidad de 5 cm, los que deben ejecutarse transversalmente a la berma en una longitud de 90 cm, separados cada 20 cm entre sí.

Figura 2.38 Franja Sonoras



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## Distanciadores

Corresponde a un símbolo empleado para indicar al conductor la distancia al vehículo que lo antecede, con la finalidad de disponer del tiempo suficiente para reaccionar en caso frenadas en forma intempestiva. Esta distancia de seguridad corresponde a la comprendida entre dos distanciadores.

Esta demarcación tiene la forma de una punta de flecha y cuenta con las dimensiones indicadas en la Figura 2.39.

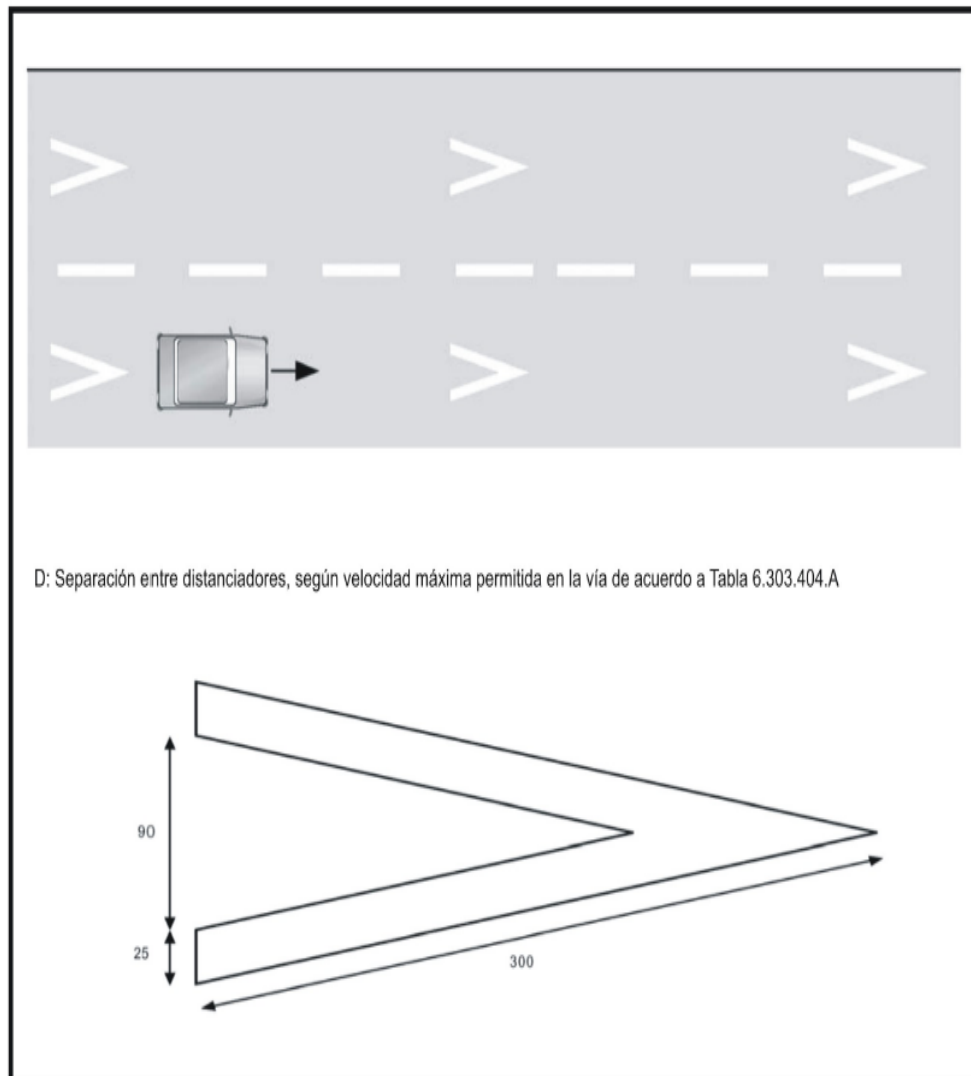
Se demarcan en cada pista de circulación a una distancia entre sí que depende de la velocidad máxima permitida en la vía, la cual se indica en la Tabla 2.3

**Tabla 2.3 Separación de Distanciadores**

<b>Velocidad Máxima de la Vía (Km/h)</b>	<b>Separación de Distanciadores (m)</b>
50	15
60	20
70	25
80	30
90	35
100	40

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.39 Distanciadores**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

D: Separación entre distanciacores, según velocidad máxima permitida en la vía de acuerdo a Tabla 2.3

### **Tachas**

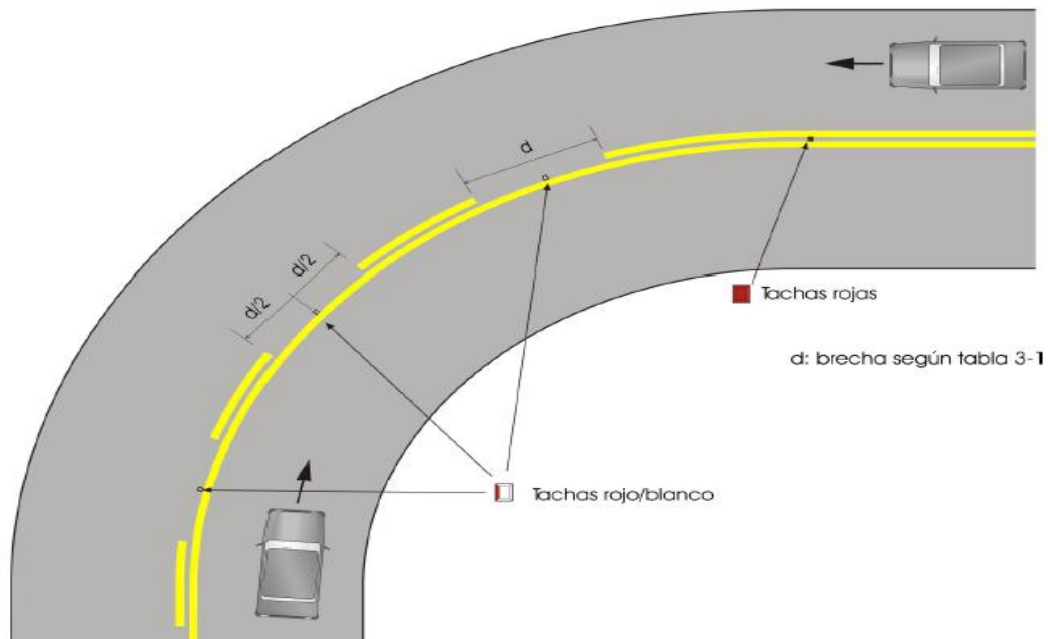
Las tachas se ubican paralelas a una línea de demarcación con la finalidad de confirmar la instrucción entregada por dicha línea, principalmente en la conducción nocturna y bajo condiciones de lluvia.

La demarcación elevada puede ser de los siguientes colores: Blanco, Rojo y Amarilla.

Cada uno de estos colores cumple una función distinta. Se tiene:

- Blanco: se usa delimitando, alineamientos que pueden ser transgredidos normalmente por los vehículos, en el marco de la operación normal de tránsito.
- Amarilla: se usa delimitando alineamientos que pueden ser transgredidos, con precaución y eventualmente por los vehículos, en el marco de una operación de emergencia.
- Roja: se usa delimitando, alineamientos que no pueden ser transgredidos bajo ninguna circunstancia de operación.

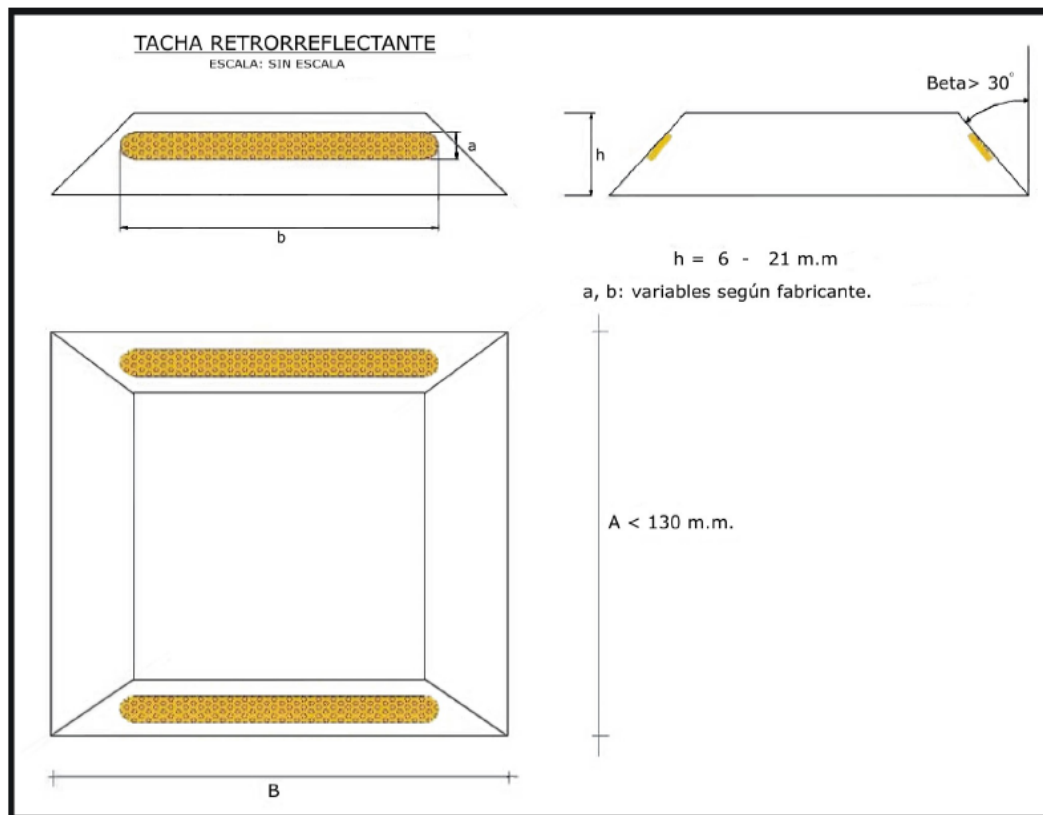
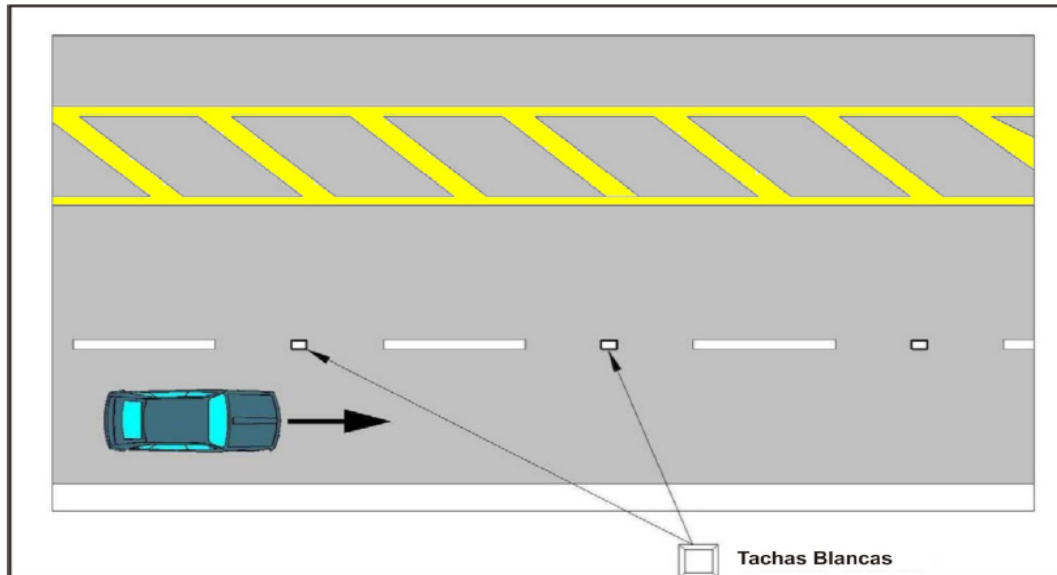
Figura 2.40 Tachas en Líneas segmentadas y eje de pistas



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Tratándose de demarcaciones elevadas, su lado mayor o el diámetro de su base, debe ser menor o igual a 130 mm. Además, ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a  $60^\circ$  con la horizontal.

Figura 2.41 Demarcación Elevada



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## 2.2 ASPECTOS GENERALES DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

La ubicación de una señal debe garantizar que un usuario que se desplaza a la velocidad máxima que permite la vía, será capaz de interpretar y comprender el mensaje que se le está transmitiendo, con el tiempo suficiente para efectuar las acciones que se requieran para una eficiente y segura operación.

Las distancias longitudinales correspondientes a la instalación de señales, serán definidas caso a caso cuando se aborde la función de cada una, esto debido a que se cuenta con diferentes criterios de ubicación de acuerdo a su utilidad.

**Tabla 2.4 Distancia mínima (m) entre Señales**

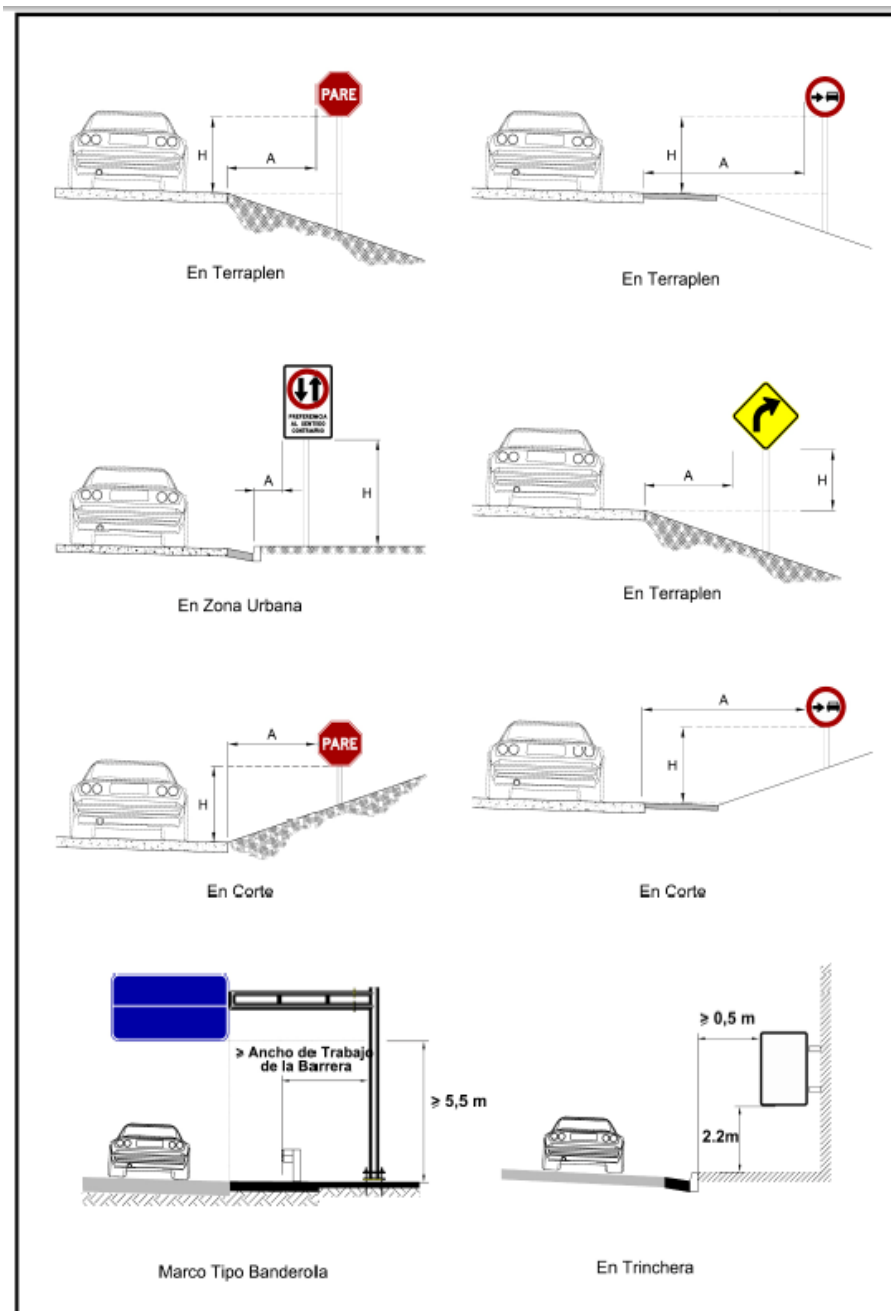
Orden en que el conductor verá las Señales	Velocidad (km/h)			
	120 - 110	100 - 90	80-60	50 - 30
Reglamentaria ó Advertencia → Reglamentaria ó Advertencia	50	50	30	20
Reglamentaria ó Advertencia → Informativa	90	80	60	40
Informativa → Reglamentaria ó Advertencia	60	50	40	30
Informativa → Informativa	110	90	70	50

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Cuando la instalación de una señal vertical coincida con el emplazamiento de otra señal vertical, las distancias indicadas anteriormente podrán ser modificadas en un - + 20 % como máximo.

La ubicación lateral de una señal vertical, dependerá a la distancia, medida desde el borde de la calzada, a la cual será instalada. Para una mejor interpretación de la ubicación lateral de una señal vertical, tanto en distancia desde la calzada como en altura, se incluye a continuación la Figura 2.42 y la Tabla 2.5

Figura 2.42 Ubicación transversal de Señales Verticales – Distancia y Altura



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Tabla 2.5 Ubicación transversal de Señales Verticales

Tipo de Vía	A (m)	H (m)	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
Carreteras	2,0	1,5	2,2
Caminos	1,5	1,5	2,2
Vías Urbanas	0,6	2,0	2,2

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Donde, “A” corresponde a la distancia medida desde el borde exterior de la calzada, hasta el canto interior de la señal vertical. Del mismo modo, “H” se define como la distancia entre la rasante, a nivel del borde exterior de la calzada y el canto o tangente al punto inferior de la señal.

Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio o poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Todas las señales deben permanecer en su posición correcta, limpia y legible en todo tiempo; se deben reemplazar aquellas que por la actuación de agentes externos que las deterioren, no cumplan el objetivo por el cual fueron diseñadas e instaladas.

Dentro del programa de mantenimiento se deben reemplazar las señales defectuosas, las que por cualquier causa no permanezcan en su sitio, y retirar las que no cumplan una función específica porque han cesado las condiciones que obligaron a instalarlas.

### **2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL**

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en: Señales Preventivas, Señales Reglamentarias y Señales Informativas.

### **2.2.1.1 SEÑALES PREVENTIVAS**

Las señales de advertencia de peligro, llamadas también preventivas, tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones especiales presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Se identifican como base con el código SP.

Estas señales persiguen que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando las maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones.

En general, las señales de advertencia de peligro, tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocada verticalmente. Los símbolos, leyendas y orlas, son de color negro y el color de fondo es amarillo.

Señales Preventivas que consideran otros colores además del amarillo y el negro:

- SP-34 Semáforo (amarillo, negro, rojo y verde)
- SP-35 Prevención de pare (amarillo, negro, rojo y blanco)
- SP-36 Prevención de ceda el paso (amarillo, negro, rojo y blanco)

Las señales de advertencia deben ubicarse con la debida anticipación, de tal manera que los conductores tengan el tiempo adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere.

## CLASIFICACIÓN

Figura 2.43-1 Señales Preventivas 1-25



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Figura 2.43-2 Señales Preventivas 26-50



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Figura 2.43-3 Señales Preventivas 51-68



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### **2.2.1.2 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 prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorización existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas del tránsito y acarrea las sanciones previstas en la Ley.

Se deberá evitar, de no ser estrictamente necesario, la inscripción de leyendas o mensajes adicionales en las señales verticales reglamentarias. Estas señales se identifican con el código SR.

En general, su forma es circular y sólo se aceptará inscribir la señal en un rectángulo cuando lleve una leyenda adicional. Se exceptúan de esta condición geométrica las señales:

- SR-01 PARE, cuya forma es octagonal
- SR-02 CEDA EL PASO, cuya forma es un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo
- SR-38 y SR-39: Sentido único de circulación y sentido de circulación doble, serán de forma rectangular.

Su color de fondo es blanco, aunque excepcionalmente puede ser rojo o azul. La orta será de color rojo, con excepción de la señal SR-37 FIN RESTRICCIÓN. Cuando las señales sean rectangulares, la orta exterior será de color negro. Finalmente, los símbolos y leyendas serán de color negro o blanco y ocasionalmente gris. Su forma es circular, a excepción de las señales:

- SR-01: PARE, cuyo fondo es rojo, ortas y letras en blanco
- SR-38 y SR-39: TRÁNSITO EN UN SENTIDO Y TRÁNSITO EN AMBOS SENTIDOS, serán de fondo negro y flechas y orlas blancas.
- SR-40 a la 43: SEÑALES DE PASO OBLIGADO Y CICLOVIA, serán de fondo azul y símbolo blanco.

Las señales reglamentarias deberán instalarse al lado derecho de la vía, en el lugar preciso donde se requiere establecer la regulación.

Las señales podrán ser complementadas con placas informativas donde se podrán indicar días de la semana y las horas en las cuales existe la prohibición. Dichas placas no deberán tener un ancho superior al de la señal.

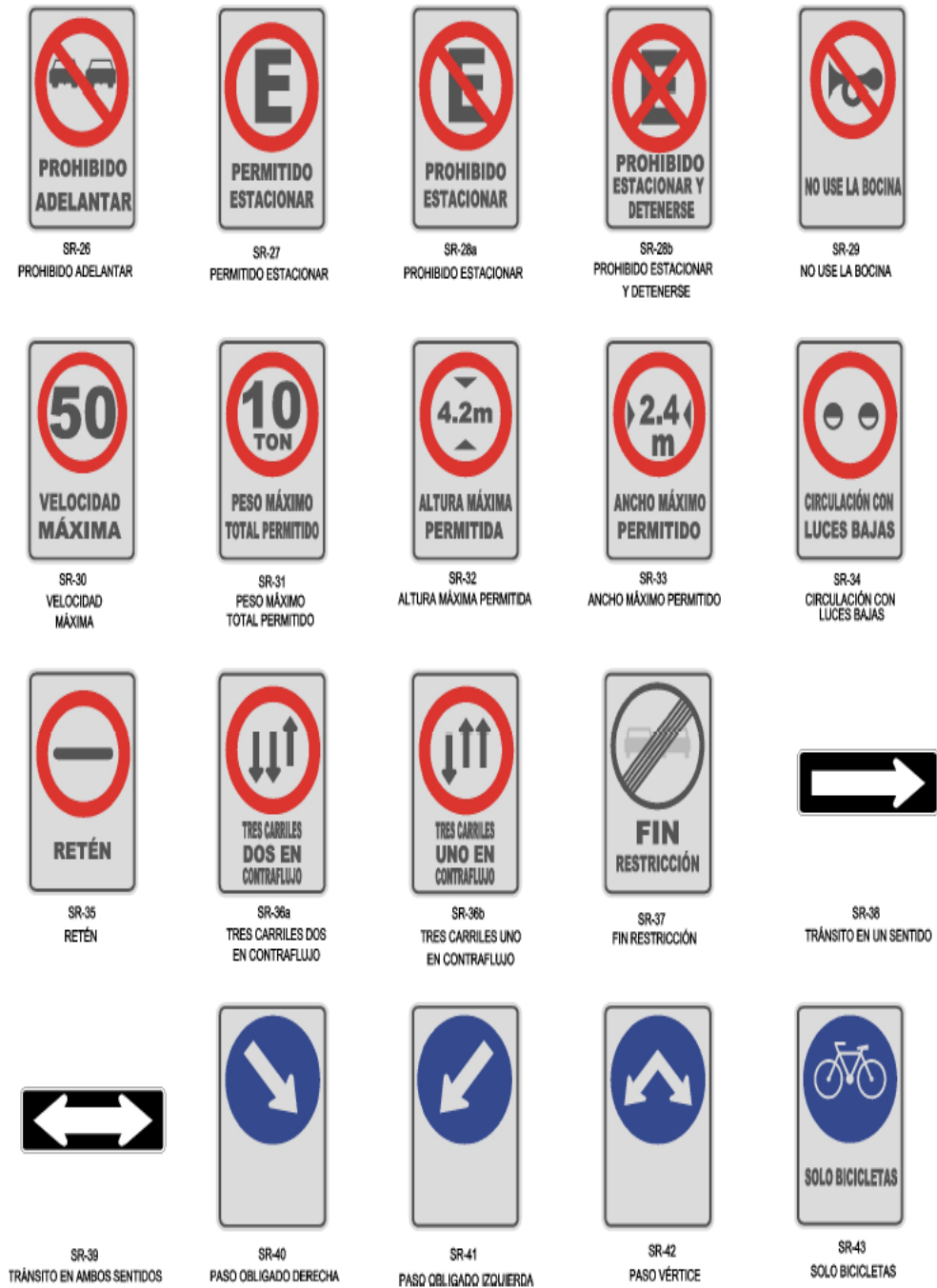
## CLASIFICACIÓN

Figura 2.44-1 Señales Reglamentarias 1-25



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

Figura 2.44-2 Señales Reglamentarias 26-43



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### **2.2.1.3 SEÑALES INFORMATIVAS**

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc.

En particular se utilizan para informar sobre:

- a) Enlaces o empalmes con otras vías
- b) Pistas apropiadas para cada destino
- c) Direcciones hacia destinos, calles o rutas
- d) Inicio de la salida a otras vías
- e) Distancias a que se encuentran los destinos
- f) Nombres de rutas y calles
- g) Servicios y lugares de atractivo turístico existentes en las inmediaciones de la vía
- h) Nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

En general, las señales informativas tendrán forma rectangular o cuadrada. Las excepciones a lo anterior, corresponden a las señales tipo flecha y algunas de identificación vial, por mencionar algunas tenemos el ESCUDO VIA PANAM (IV-1) y ESCUDO DE IDENTIFICACION DE RED FUNDAMENTAL (IV-2).

En señales informativas, las leyendas, símbolos y orlas son de color blanco. El color de fondo de las señales para autopistas y autovías, será azul y las para vías convencionales, verde, con la excepción de las señales NOMBRE Y NUMERACION DE CALLES (IV-5), de color negro, y las de atractivo turístico (IT), cuyo color representativo será el café.

La distancia entre el borde exterior de la orla y el borde de la señal debe ser aproximadamente 1 cm

En señales informativas, las leyendas, símbolos y orlas son de color blanco. El color de fondo de las señales para autopistas y autovías, será azul y las para vías convencionales, verde, con la excepción de las señales NOMBRE Y NUMERACIÓN

DE CALLES (IV-5), de color negro, y las de atractivo turístico (IT), cuyo color representativo será el café

La ubicación longitudinal de las señales informativas quedará determinada por su función, según se especifica para cada señal en esta sección. En todo caso, para efectos de su instalación, el lugar podrá ser ajustada hasta en un 20%, dependiendo de las condiciones del sector y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, composición de éste y otros.

Cuando la señal se instala sobre la calzada o sobre la berma (en pórticos o banderas), su borde inferior debe distar a lo menos 5,5 metros del punto más alto de la calzada o berma. Esto asegura el flujo expedito de vehículos altos. Las flechas de las señales aéreas deben quedar instaladas de modo que apunten al centro de la pista de tráfico a la que hacen referencia.

Las flechas se usan para asociar pistas a determinados destinos y para indicar, antes y en una salida, la dirección y sentido a seguir para llegar a ellos.

## **CLASIFICACIÓN**

Las señales informativas, de acuerdo a su función, se clasifican en:

Señales que Guían al Usuario a su Destino

- De preseñalización (IP)
- De dirección (ID)
- De confirmación (IC)
- De identificación vial (IV)
- De localización (IL)

Señales con Otra Información de Interés

- De servicio (IS)
- De atractivo turístico (IT)
- Señales ambientales (IA)
- Otras señales para autopistas y autovías (IAA)

- Otras (IO)
- Informativas de Control (ICO)
- Tamaño Especial (IT(E) – IS(E))

En la siguiente figura se puede apreciar, en forma resumida, algunos de los tipos de señales indicadas anteriormente.

Figura 2.45 Señales Informativas



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### SEÑALES DE PRESEÑALIZACIÓN (IP)

Estas señales informan sobre la proximidad de un enlace o empalme con otras vías, indicando la distancia a éstos, el nombre o código de las vías y los destinos importantes que ellas permiten alcanzar. Con esta información los conductores pueden iniciar la selección de la o las pistas que le permiten salir de la vía o continuar en ella.

Se usan en autopistas y autovías, y en vías convencionales con flujos de salida importantes.

En autopistas y autovías deben ser instaladas aproximadamente a 2 km de un enlace y reiteradas a no menos de 500 m de éste; la instalación de una tercera señal entre las dos anteriores, puede justificarse cuando el tránsito de vehículos pesados es significativo y/o la geometría de la ruta dificulta la visibilidad de las señales. La distancia se informará en la parte inferior de la señal.

En vías convencionales rurales deben ubicarse a no menos de 300m del cruce o salida, se debe preavisar con una señal a lo menos a 700 metros. En el caso urbano, se debe instalar a no menos de 200 metros.

Figura 2.46 Señal Preseñalización tipo mapa y aérea



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## SEÑALES DE DIRECCIÓN (ID)

Informan sobre destinos importantes a los que es posible acceder al tomar una salida, así como los códigos o nombres de las vías que conducen a ellos y, fundamentalmente, la dirección de la salida, lo que indica a los conductores el tipo de maniobra requerida para abandonar la vía o continuar en ella.

Figura 2.47 Señales de Dirección (ID)



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## SEÑALES DE CONFIRMACIÓN (IC)

Estas señales tienen como función confirmar a los conductores que la vía a la cual se han incorporado los conduce al destino elegido, entregando información de distancia a éste y a otros destinos que la vía conduce. Deben contener a lo menos el o los destinos entregados con anterioridad en la vía de origen por las señales de preseñalización y de dirección.

Figura 2.48 Señales de Confirmación

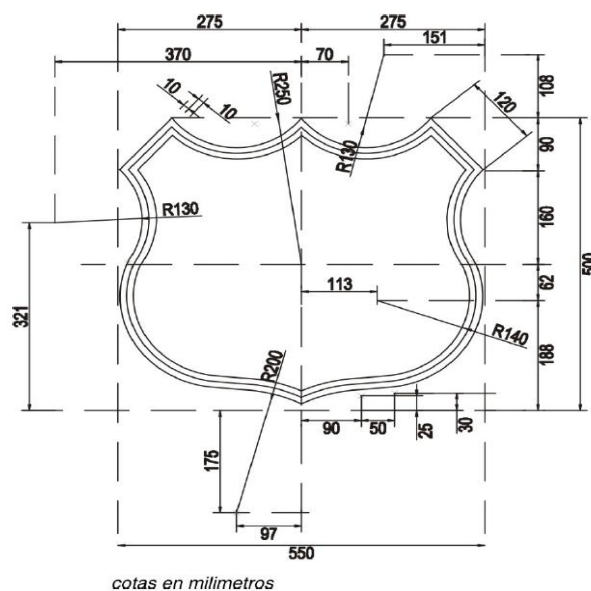


Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## SEÑALES DE IDENTIFICACIÓN VIAL (IV)

Estas tienen como función individualizar la vía, indicando su nombre, código o numeración.

Figura 2.49 Diagrama Señal de Identificación Vial



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Red fundamental (IV - 2)

Se empleará para identificar los caminos que pertenecen a la red fundamental con la palabra Bolivia en su parte superior y la numeración 0 a 99.

Figura 2.50 Señal Red Fundamental (IV-2)

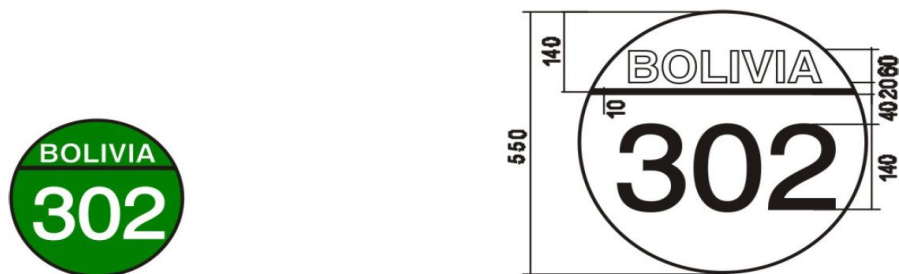


Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Red departamental (IV - 3)

Se empleará para identificar los caminos que pertenecen a la red departamental con la palabra Bolivia en su parte superior y la numeración 100 a 999.

Figura 2.51 Señal Red Prefectural (IV-3)

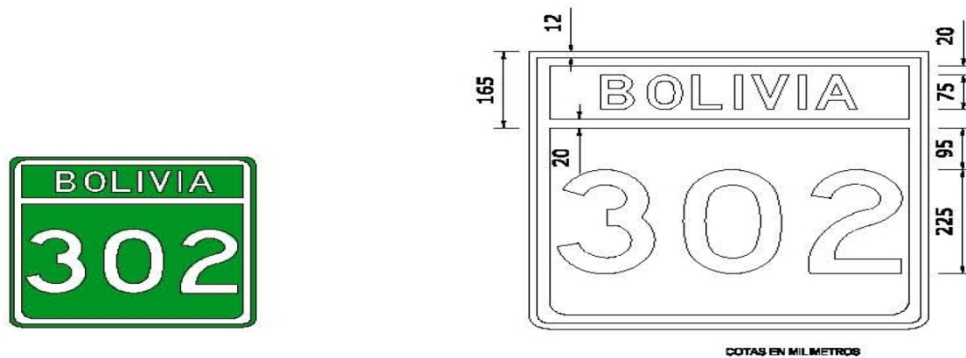


Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Red municipal (IV-4)

Se empleará para identificar los caminos que pertenecen a la red municipal con la palabra Bolivia en su parte superior y la numeración 100 a 999.

Figura 2.52 Señal Red Municipal (IV-4)

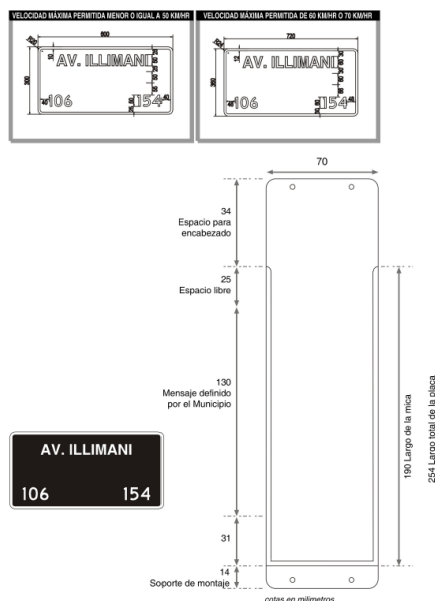


Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### Nombre y numeración de calle (IV-5)

Se utiliza en vías convencionales urbanas para informar el nombre de las calles y su altura.

Figura 2.53 Señal Nombre y Numeración de Calle (IV-5)



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## SEÑALES DE LOCALIZACIÓN (IL)

Estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otro puntos de interés que sirven de orientación a los conductores. Se ubican en el límite jurisdiccional, en el caso de comunas, ciudades o regiones.

Figura 2.54 Señales de Localización



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## SEÑALES DE SERVICIOS AL USUARIO (IS)

Existe una familia de señales cuya función es informar a los usuarios respecto de servicios, tales como teléfono, correos, hotel, restaurante, primeros auxilios, entre otros, que se encuentran próximos a la vía. Estas señales son cuadradas, de fondo azul en autopistas y autovías y verde en vías convencionales; su símbolo es blanco. Cuando se requiere inscribir una leyenda, ésta es blanca y la señal, rectangular.

Primeros Auxilios (IS-1)

Hospedaje (IS-9)

Oficina de Informaciones (IS-2)

Refugio (IS-10)

Teléfono (IS-3)

Aeropuerto (IS-11)

Estación de Servicio (IS-4)

Cancha de Aterrizaje (IS-12)

Correo (IS-5)

Estación de Ferrocarriles (IS-13)

Mecánica (IS-6)

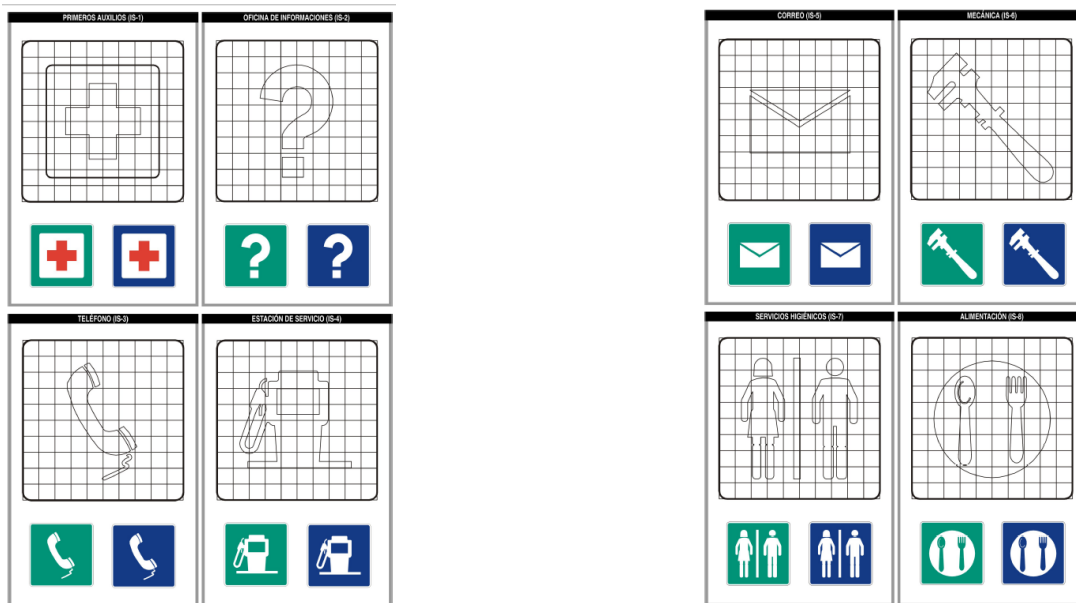
Transbordador (IS-14)

Servicio Higiénicos (IS-7)

Andarivel (IS-15)

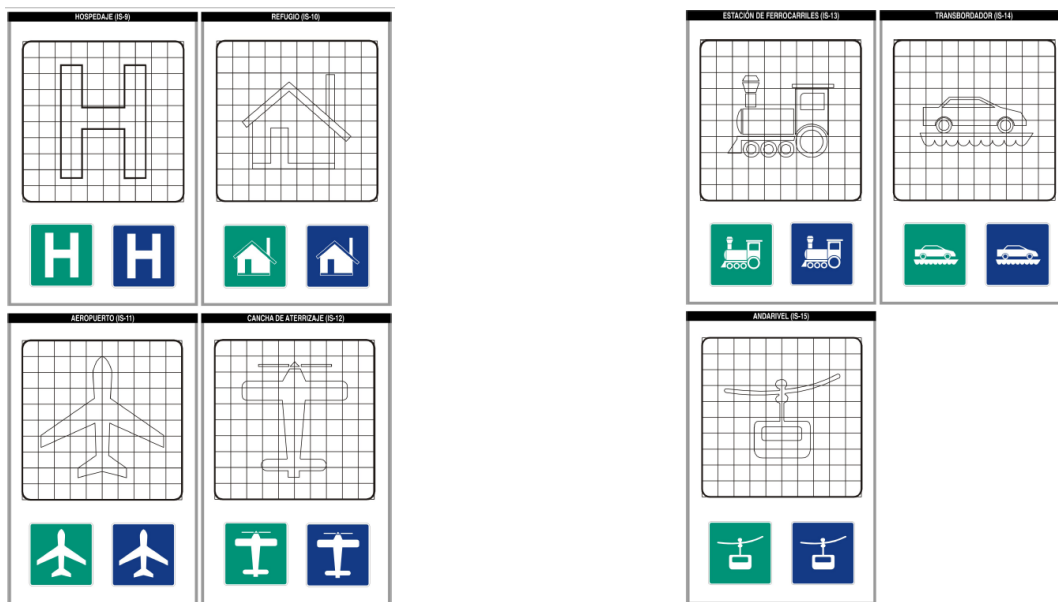
Alimentación (IS-8)

**Figura 2.55 Señales de Servicio (IS 1 A 4) ----- (IS 5 a 8)**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

**Figura 2.55 Señales de Servicio (IS 9 A 12) ----- (IS 13 a 15)**



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## SEÑALES DE ATRACTIVO TURISTICO (IT)

Estas señales se usan para informar a los usuarios la existencia de lugares de recreación o de atractivo turístico que se encuentren próximos a la vía, tales como parque nacional, playas, artesanía y buceo, entre otras. Son cuadradas, de fondo café; su símbolo es blanco. Cuando se requiere inscribir una leyenda, ésta es blanca y la señal, rectangular.

Cerro (IT-1)	Investigación (IT-8)	Juegos Infantiles (IT-15)
Volcán (IT-2)	Excursión (IT-9)	Termas (IT-16)
Glaciar (IT-3)	Escalamiento (IT-10)	Picnic (IT-17)
Caverna (IT-4)	Ski (IT-11)	Camping (IT-18)
Monumento R. (IT-5)	Equitación (IT-12)	Casino (IT-19)
Obra de ingeniería (IT-6)	Pesca (IT-13)	Fotografía (IT-20)
Museo (IT-7)	Caza (IT-14)	Mina (IT-21)

Figura 2.56 Señales Atractivo Turístico (IT-1 a IT-21)



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## **SEÑALES PARA AUTOPISTAS (IAA)**

Además de las señales para autopistas y autovías ya mencionadas, existe otro grupo de señales complementarias que entregan información adicional al usuario y que sólo tienen aplicación tratándose de este tipo de vías.

La señal se ubicará en el costado derecho de la vía, según el sentido de circulación. En casos especiales, como por ejemplo tramos con alto volumen de tránsito, se podrá ubicar una señal complementaria en el costado izquierdo de la vía, situación que debe ser evaluada en cada uno de los casos.

### **Inicio de autopista o autovía (IAA-1)**

Se instalará inmediatamente antes del inicio de la autopista y también en los ramales intermedios de ingreso a ésta, desde caminos convencionales.

### **Fin de autopista o autovía (IAA-2)**

Se instalará inmediatamente antes del término de la autopista y también en los ramales intermedios de salida a ésta, hacia caminos convencionales.

### **Salida lateral derecha (IAA-3)**

Se instalará sólo cuando sea necesario reforzar la señalización de dirección de salida, fundamentalmente si la autopista tiene una configuración geométrica complicada o no habitual en ese sector. El pictograma de salida lateral se utilizará además en las señales de dirección de salida a la derecha, e irá colocado en una placa especial, ubicada sobre la placa principal de la señal.

### **Salida antes de ingresar a autopista (IAA-4)**

Se instalará entre 50 y 300 m antes de la última salida, previo a ingresar a una autopista. La ubicación dependerá de si existe una salida anterior muy próxima, de no ser así, se recomienda que la señal se instale a 300 m.

### Retorno en autopista o autovía (IAA-5)

Se instalará sólo cuando sea necesario reforzar la señalización de dirección de salida con retorno, fundamentalmente si el movimiento es realizado por muchos conductores.

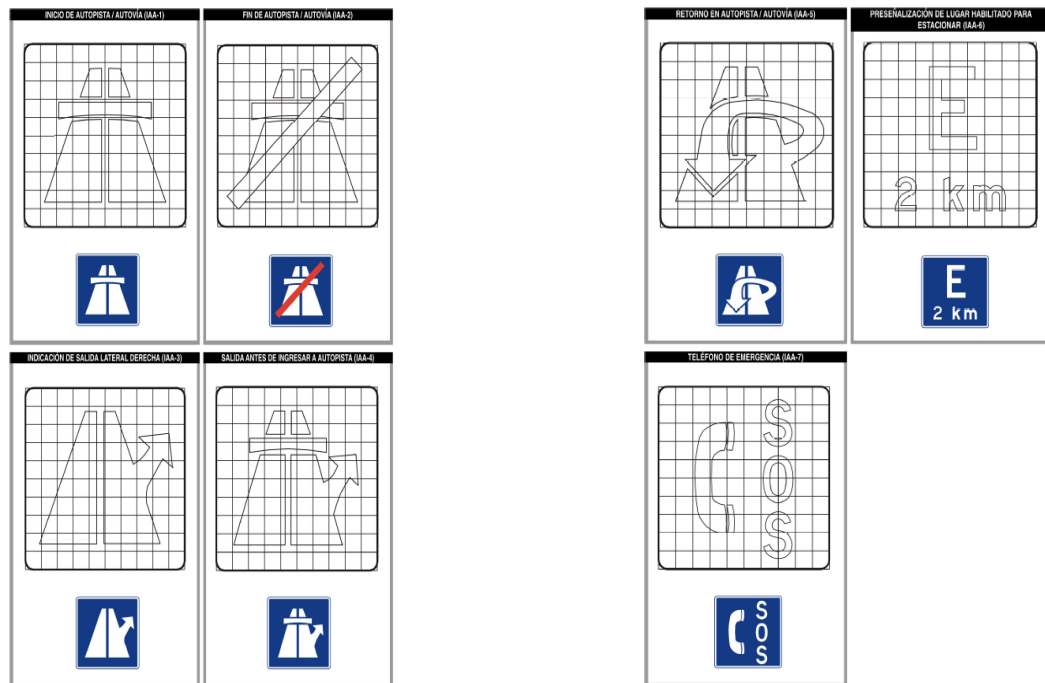
### Preseñalización de lugar habilitado para estacionar (IAA-6)

Se instalará con antelación al área de estacionamiento de acuerdo al kilómetro indicado en el recuadro de la señal.

### Teléfono de emergencia (IAA-7)

Se instalará en el costado derecho de la vía a 1000 m de la ubicación del teléfono de emergencia, llevará una placa de refuerzo con la leyenda “A 1000 m”

Figura 2.57 Señales Informativas de Autopista (IAA-1 a IAA-4) ----- (IAA-5 a IAA-7)



## OTRAS SEÑALES INFORMATIVAS (IO)

En general, estas señales son de fondo azul en autopistas y autovías y verde en vías convencionales. Sus símbolos y leyendas son blancos.

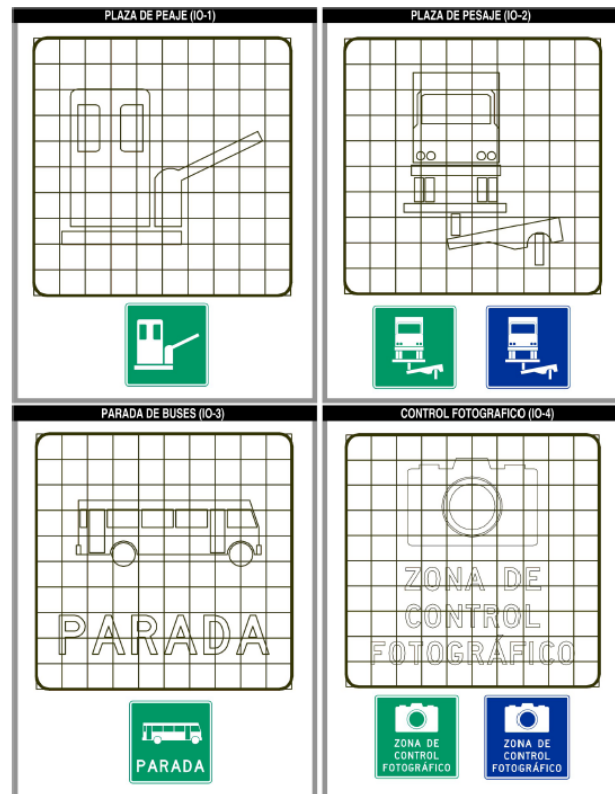
Plaza de Peaje (IO-1)

Parada de Buses (IO-3)

Plaza de Pesaje (IO-2)

Control Fotográfico (IO-4)

Figura 2.58 Señales Informativas (IO-1 a IO-4)



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## SEÑALES INFORMATIVAS DE CONTROL (ICO)

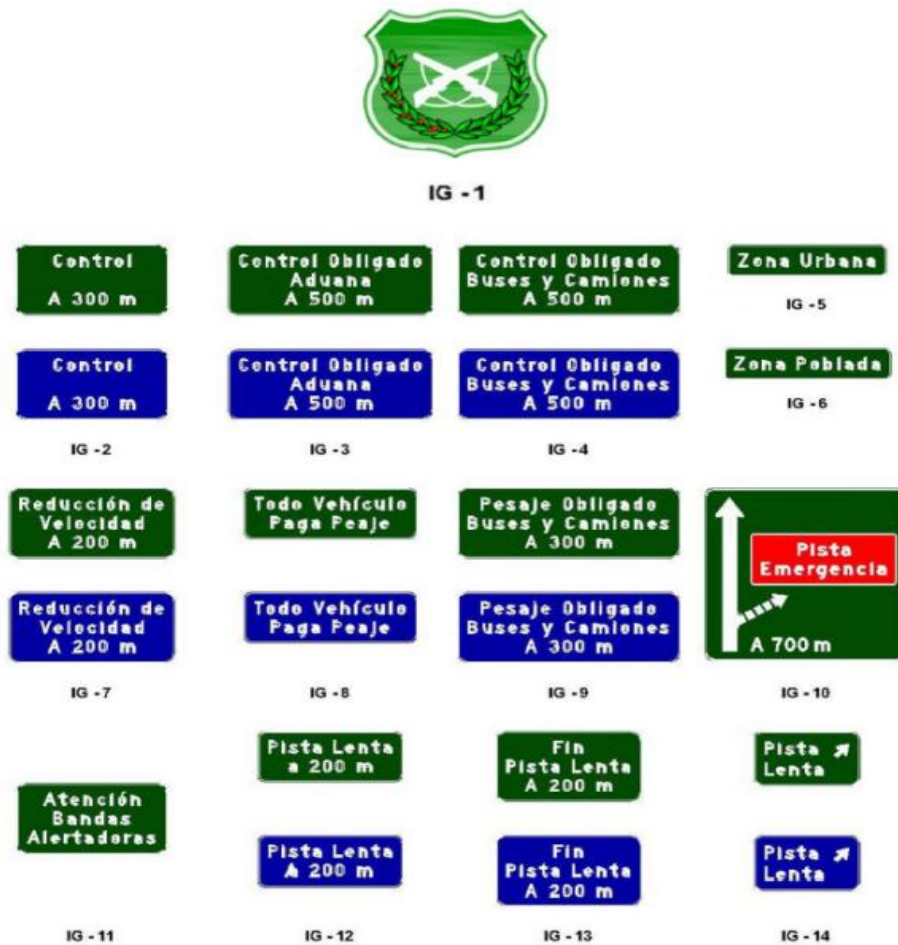
En general, estas señales son de fondo azul en carreteras, y verde en caminos. Sus símbolos y leyendas son blancos.

La señal se ubicará en el costado derecho de la vía, según el sentido de circulación. En casos especiales, fundamentalmente en caminos unidireccionales de alto tránsito,

se podrá ubicar una señal complementaria en el costado izquierdo de la vía, situación que debe ser evaluada en cada uno de los casos.

- Policia Nacional (IG-1)
- Control Policial (A XXX m) (IG-2)
- Todo Vehículo Paga Peaje (IG-3)
- Peaje Obligado Buses y Camiones ( A XXX m) (IG-4)
- Zona Urbana (IG-5)
- Zona Poblada (IG-6)
- Pesaje Obligado Buses y Camiones (A XXX m)(IG-7)

Figura 2.59 Informativas de Carácter General



Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### CAPITULO III CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADO EN EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

En la aplicación de las marcas viales se utilizan pinturas, termoplásticos de aplicación en caliente, plásticos de aplicación en frío o marcas viales prefabricadas.

El carácter retrorreflectante de la marca vial se conseguirá mediante la incorporación, por premezclado y/o postmezclado de microesferas de vidrio a cualquiera de los materiales anteriores.

Actualmente la normativa europea **UNE** preconiza definir los tipos de marcas, según sus características, de acuerdo con la tabla 3.1

**Tabla 3.1 Tipos de marcas vial y claves de identificación**

Definición	Clave	Características
En función de su duración		
Permanente	P	De color blanco, con un nivel de durabilidad P4 o superior, utilizada en la señalización horizontal de carreteras con tráfico convencional
En función de sus propiedades de retrorreflexión		
Tipo	II	RR
		Marca vial, con resaltes o no, diseñada específicamente para mantener la retrorreflexión en seco, con humedad y lluvia
En función de otros usos especiales		
Sonora	S	Marca vial con resaltes que produce efectos sonoros y mecánicos (vibraciones).

Fuente: Guía para el Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización Horizontal

La selección de la clase de material más idónea para cada aplicación de marca vial se llevará a cabo mediante la determinación del "factor de desgaste", definido como la

suma de los cuatro valores individuales asignados en la tabla 3.2 a todas y cada una de las características de la carretera que en dicha tabla se explicitan (situación de la marca vial, textura superficial del pavimento, tipo de vía y su anchura y la intensidad media diaria del tramo).

**Tabla 3.2 Valores individuales de cada característica de la carretera a utilizar en el cálculo del “factor de desgaste”.**

Característica	Valor individual de cada característica					
	1	2	3	4	5	8
<b>Situación de la marca vial</b>	Marca en zona excluida al tráfico	Banda lateral izquierda, en calzadas separadas	Banda lateral derecha, en carreteras de calzadas separadas, o laterales, en carreteras de calzada única	Eje o separación de carriles	Marcas viales para separación de carriles especiales	Pasos de peatones y ciclistas Símbolos, letras y flechas
<b>Textura superficial del pavimento (altura de arena, en mm) UNE-EN-1824 275</b>	Baja $H < 0,7$	Media $0,7 < H < 1,0$	-	Alta $H > 1,0$	-	-
<b>Tipo de vía y ancho de calzada (a, en m)</b>	Carreteras de calzadas separadas	Carreteras de calzada única y buena visibilidad a $> 7,0$	Carreteras de calzada única y buena visibilidad $6,5 < a < 7,0$	Carreteras de calzada única y buena visibilidad a $< 6,5$	Carreteras de calzada única y mala visibilidad a cualquiera	-
<b>IMD</b>	$< 5.000$	5.000-10.000	10.000-20.000	$> 20.000$	-	-

Fuente: Guía para el Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización Horizontal

Obtenido el factor de desgaste, la clase de material más adecuada se seleccionará de acuerdo con el criterio especificado en la tabla 3.3

**Tabla 3.3 Determinación de la clase de material en función del factor de desgaste**

<b>FACTOR DE DESGASTE</b>	<b>CLASE DE MATERIAL</b>
<b>4-9</b>	Pinturas
<b>10 – 14</b>	Productos de larga duración aplicados por pulverización (termoplásticos de aplicación en caliente y plásticos en frío) o marca vial prefabricada.
<b>15 – 21</b>	Marca vial prefabricada o productos de larga duración (termoplásticos en caliente y plásticos en frío), aplicados por extrusión o por arrastre.

Fuente: Guía para el Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización Horizontal

Sin perjuicio de lo anterior, los productos pertenecientes a cada clase de material cumplirán con las especificaciones relativas a durabilidad, para el correspondiente intervalo del "factor de desgaste" en base al Criterio definido en la tabla 3.4

**Tabla 3.4 Requisito de durabilidad en función del factor de desgaste**

<b>FACTOR DE DESGASTE</b>	<b>ÚLTIMO CICLO SOBREPASADO (pasos de rueda)</b>
<b>4-9</b>	$0.5 \cdot 10^6$
<b>10-14</b>	$10^6$
<b>15 - 21</b>	$> 2 \cdot 10^6$

Fuente: Guía para el Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización Horizontal

Para una actuación de repintado, la naturaleza del material, dentro de cada nivel de durabilidad, deberá establecerse de acuerdo a los criterios de compatibilidad con la naturaleza de la última capa existente, de acuerdo con los criterios indicados en la tabla 3.5

**Tabla 3.5 Compatibilidad entre productos de señalización horizontal de distinta aplicación**

MATERIAL EXISTENTE	PINTURA ACRILICA TERMOPLASTICA	PLASTICO DE APLICACION EN FRIO DOS COMPONENTES	TERMOPLASTICO APLICACION EN CALIENTE	MARCAS VIALES PREFABRICADAS	PINTURA ALCIDICA	PINTURA ACRILICA BASE AGUA
NUEVA APLICACION						
PINTURA ACRILICA TERMOPLASTICA	COMPATIBILIDAD EXCELENTE	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA
PLASTICO DE APLICACION EN FRIO DOS COMPONENTES	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA
TERMOPLASTICO APLICACION EN CALIENTE	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD EXCELENTE	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA
MARCAS VIALES PREFABRICADAS	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD EXCELENTE	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA
PINTURA ALCIDICA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD EXCELENTE	COMPATIBILIDAD BUENA
PINTURA ACRILICA BASE AGUA	COMPATIBILIDAD EXCELENTE	COMPATIBILIDAD NULA O BAJA	COMPATIBILIDAD EXCELENTE	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD BUENA	COMPATIBILIDAD EXCELENTE

Fuente: Guía para el Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización Horizontal

En una actuación sobre pavimento nuevo, la naturaleza del producto y su forma de aplicación, vendrá condicionada por las características de la superficie del pavimento (adherencia, sangrado, rugosidad -huecos en el caso de la mezcla bituminosa drenante, etc.), por lo que para cada nivel de durabilidad o clase, se recomienda adoptar los criterios de la tabla 3.6, según el tipo de carretera.

**Tabla 3.6 Criterios para la selección de la naturaleza del material y la forma de aplicación de la marca según las características y tipo de pavimento**

FAMILIA	TIPO DE PAVIMENTO	MEZCLA BITUMINOSA	LECHADA BITUMINOSA	MEZCLA BITUMINOSA DRENANTE	PAVIMENTO DE HORMIGON
	PRODUCTO Y FORMA DE APLICACION				
CAPA DELGADA	ALCIDICA (Pulverización)	<b>MUY APROPIADA<sup>(1)</sup></b>	<b>NO APROPIADA</b>	<b>APROPIADA<sup>(1)</sup></b>	<b>APROPIADA<sup>(3)</sup></b>
	ACRILICA TERMOPLASTICO (Pulverización)	<b>APROPIADA</b>	<b>NO APROPIADA</b>	<b>MUY APROPIADA<sup>(1)</sup></b>	<b>MUY APROPIADA</b>
	ACRILICA BASE AGUA (Pulverización)	<b>MUY APROPIADA</b>	<b>MUY APROPIADA<sup>(1)</sup></b>	<b>MUY APROPIADA<sup>(1)</sup></b>	<b>APROPIADA</b>
IMPRIMACION	ACRILICA (Imprimación transparente o negra) (pulverización)	<b>NO APROPIADA</b>	<b>NO APROPIADA</b>	<b>NO APROPIADA</b>	<b>MUY APROPIADA<sup>(2)</sup></b>
CAPA GRUESA	TERMOPLASTICO CALIENTE (Pulverización)	<b>MUY APROPIADA</b>	<b>NO APROPIADA</b>	<b>APROPIADA<sup>(1)</sup></b>	<b>NO APROPIADA</b>
	TERMOPLASTICO CALIENTE (Extrusión)	<b>MUY APROPIADA</b>	<b>NO APROPIADA</b>	<b>MUY APROPIADA</b>	<b>NO APROPIADA</b>
	PLASTICO EN FRIO DOS COMPONENTES (Pulverización)	<b>MUY APROPIADA</b>	<b>APROPIADA</b>	<b>APROPIADA<sup>(1)</sup></b>	<b>MUY APROPIADA</b>
	MARCAS VIALES PREFABRICADAS (manual o mecanizada)	<b>MUY APROPIADA</b>	<b>APROPIADA</b>	<b>MUY APROPIADA</b>	<b>MUY APROPIADA</b>

Fuente: Guía para el Proyecto y Ejecución de Obras de Señalización Horizontal

<sup>(1)</sup> Dos aplicaciones <sup>(2)</sup> Para rebordeo de negro o base transparente <sup>(3)</sup> Con imprimación

NOTA: Los productos se aplicarán inexcusablemente tal y como se indica, especialmente en el caso de dos aplicaciones y en el empleo de impregnación previa. La necesidad de dos aplicaciones, se debe a la rugosidad y porcentaje de huecos. En el caso de la pintura alcádica sobre mezclas bituminosa se debe al mayor sangrado que presentan estas pinturas.

### **3.1.1 PINTURA REFLEXIVA PARA MARCAS VIALES**

Están constituidas por una parte inorgánica formada por partículas de pigmento y otros productos minerales (llamados cargas) de naturaleza y forma diversa y granulometría muy fina, que se hallan dispersadas en el seno de una resina ó ligante (parte orgánica.).

Contienen además disolventes orgánicos o de tipo acuoso para disponerlos al uso y aditivos para mejorar su estabilidad y las condiciones de almacenamiento.

El pigmento es el responsable de proporcionar el color ( por ejemplo el Dióxido de Titanio en el caso de pinturas blancas) mientras que las cargas minerales, que son productos naturales como cuarzo, carbonato cálcico, etc. finamente molidos hasta tamaños de partículas de 5 a 10 micras, son las responsables de las propiedades mecánicas de la película.(Para pinturas de colores diferentes del blanco han comenzado a utilizarse desde no hace mucho tiempo pigmentos de naturaleza orgánica, con el fin de eliminar de su composición los metales pesados que forman parte de muchos pigmentos inorgánicos coloreados.)

La resina o ligante cumple la función de aglutinar los pigmentos y cargas minerales recubriéndolas partículas de los mismos y proporcionando la adherencia al sustrato, mientras que los disolventes cumplen la función de disponer el producto para su uso dándole las propiedades de aplicación precisas, para después evaporarse en mayor o menor tiempo.

Se aplican por pulverización o airless en capas relativamente finas (0,6mm) con una dosificación de 720 g/m<sup>2</sup> y sobre la línea recién extendida se proyectan microesferas de vidrio para conseguir visibilidad nocturna.

## **CLASES DE PINTURAS**

Según su proceso de secado, se dividen en: de secado Físico y de secado Físico-Químico.

### **A - De secado Físico**

Secan por evaporación del disolvente, y la película adquiere en pocos minutos una considerable dureza porque el polímero está ya formado, siendo las que menor tiempo de protección requieren para su puesta en servicio.

Las más utilizadas, cuyo secado es de esta naturaleza, son de dos clases:

**A.1 - Acrílicas en disolvente**, cuyo ligante está basado exclusivamente en monómeros acrílicos (Acrílicas puras), o en una combinación con otros polímeros de distinta naturaleza como por ejemplo el Estireno (Acrílicas estirenadas), disueltos en disolventes orgánicos.

La combinación de monómeros acrílicos con otras resinas como el estireno, permite tener un precio más bajo y mejorar algunas propiedades, como la resistencia a las grasas.

Su característica diferencial más notable es su rápido secado y endurecimiento a fondo, además de poseer buena resistencia a la radiación U.V., versatilidad de aplicación y buen comportamiento sobre asfalto sin riesgo de “sangrado” en el caso de las acrílicas puras. En cambio son sensibles a las grasas, los aceites y los disolventes.

**A.2 - Emulsiones acuosas**, cuyo ligante es un polímero acrílico cuyas partículas, de tamaño menor de una micra, emulsionadas en agua en presencia de sustancias tenso activas y de coalescentes que favorecen la formación de la película cuando el agua se evapora.

Su tiempo de secado es bastante mayor que el de las pinturas con disolventes orgánicos y se encuentra muy condicionado por las condiciones climáticas; la pequeña proporción de disolventes orgánicos que contienen hace que sean considerados como productos más respetuosos con el medio ambiente.

Durante los primeros 5 ó 6 días su resistencia al desgaste es muy baja debido a que tarda en adquirir la dureza necesaria, por lo que no se aconseja su aplicación en zonas en las que vayan a ser rodadas antes de este período de tiempo; debido a ello son raramente usadas en señalización de vías para el tránsito de vehículos, encontrando en cambio una aplicación más frecuente en la señalización aeroportuaria.

Se aplican muy fácilmente y, una vez que han adquirido la dureza final, poseen buenas propiedades mecánicas y de retención de color, no producen efectos de sangrado sobre pavimentos bituminosos y pueden usarse directamente sobre hormigón.

#### **B - De secado Físico-Químico**

Estas pinturas secan mediante dos procesos, la evaporación del disolvente y la polimerización del ligante, que comienzan simultáneamente en el momento de la aplicación:

El primero de ellos es idéntico al caso anterior, mientras que el segundo provoca la formación de cadenas macromoleculares de ligante por un proceso reactivo que tiene lugar en presencia de otro componente, llamado endurecedor, o con el oxígeno del aire en presencia de catalizadores llamados secantes, como en el caso de las resinas alcídicas.

La película sólo adquiere su dureza final una vez que se ha completado este segundo proceso, lo que sucede después de un tiempo variable que depende de la naturaleza del ligante y del tipo de reacción de polimerización, y que puede oscilar entre unos minutos y varios días.

En este grupo se clasifican las pinturas basadas en ligantes con grupos reactivos que precisa la acción de otro agente para endurecer, como las resinas epoxídicas (aunque

apenas se usan en señalización), y aquellas cuyo endurecimiento es oxidativo como las alcídicas, que pueden considerarse como los productos más característicos de este tipo.

Pueden encuadrarse también en este apartado las pinturas acrílicas autoreticulables en base acuosa, cuyo proceso de curado combina la evaporación de parte del agua de su composición con un proceso de reticulación de monómeros que consume otra parte del agua que no evapora.

**B.1 - Pinturas Alcídicas.** El ligante está formado por un producto obtenido por la reacción entre un alcohol polihidroxílico (como la glicerina o la pentaeritrita) y un ácido policarboxílico (como el anhídrido ftálico) combinados con ácidos de aceites secantes o semisecantes en diferentes proporciones, que se unen a las moléculas de resina por esterificación durante la fabricación del compuesto y se convierten en parte integrante del polímero, proporcionándole flexibilidad y capacidad de adherencia.

El proceso de secado físico es algo más lento que en las acrílicas, por la afinidad del polímero con los disolventes que son parcialmente retenidos en la película, mientras que el secado oxidativo transcurre durante un plazo más largo y variable, que depende tanto de factores climáticos como de composición del producto, y de la presencia de algunos aditivos catalizadores de la reacción llamados Secantes.

En condiciones climáticas normales y temperaturas entre 15 °C y 25 °C, la película alcanza una dureza suficiente para su uso en líneas longitudinales de vías interurbanas en poco más de una hora, aunque su resistencia al desgaste es todavía baja, lo que no la hace aconsejable para las zonas urbanas. Una vez que ha curado completamente posee una excelente resistencia al desgaste y a los agentes químicos, muy superior a las acrílicas, unido a una muy buena retención de las microesferas de vidrio.

Aunque los disolventes usados en su formulación sean adecuados, este tipo de pinturas puede producir un ataque al pavimento, que se manifiesta por una coloración superficial debida a los compuestos bituminosos arrastrados por el disolvente al evaporarse.

Este efecto, que se conoce como “sangrado” y depende también del tipo y naturaleza del asfalto, se produce por causa del disolvente retenido en la película por su afinidad con la resina alcídica, y, aunque beneficia la adherencia, puede provocar fisuras en el pavimento porque la rigidez de la película de pintura llega a ser muy superior a la del pavimento.

Asimismo la presencia de un cierto residuo ácido debido a los grupos insaturados del poliácido de la resina, las hace inadecuadas para su aplicación directa sobre pavimentos de hormigón, en los que sufre una reacción de saponificación que destruye la película.

A pesar de estos inconvenientes las pinturas Alcídicas son muy utilizadas en nuestro país por el buen equilibrio del conjunto de sus propiedades y presentar una excelente relación calidad y precio.

**B.2 - Emulsiones acuosas autorreticulables de secado rápido**, en las que el ligante está formado por monómeros acrílicos emulsionados en medio acuoso fuertemente alcalino, en el que la presencia de otras sustancias provoca la formación de un polímero complejo cuando se reduce la alcalinidad por evaporación del amoníaco presente.

La transformación de los monómeros en emulsión en un film polimérico se produce por una reacción cuya secuencia se encuentra protegida por una patente, que consume una parte del agua de formula y se produce en un corto espacio de tiempo aun en condiciones ambientales desfavorables, como con alta de humedad relativa.

En condiciones ambientales favorables pueden alcanzarse tiempos de secado de hasta dos o tres minutos, por lo que su puesta en servicio se puede producir casi de inmediato.

Poseen unas excelentes propiedades de retención del color, buena resistencia a la intemperie y afinidad con las microesferas de vidrio y pueden ser aplicadas directamente sobre pavimentos de hormigón.

### 3.1.1.1 RESISTENCIA AL SANGRADO

Se entenderá por sangrado la reacción química que se origina entre el sustrato asfáltico con los componentes solventes de la pintura, lo cual produce en la superficie de la pintura un descoloramiento o teñido que afecta la relación de contraste. De ahí conveniencia en especificar un producto que no reaccione con el asfalto. El requerimiento solicitado es la diferencia en el factor de luminancia sea menor o igual a 0,05 y el color resultante quede dentro del polígono de colores.

### 3.1.1.2 COLOR

Sus coordenadas cromáticas (x, y,) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color.

Tabla 3.7 Coordenadas cromáticas

		COORDENADAS CROMÁTICAS			
COLORES		1	2	3	4
Blanco	X	0,355	0,305	0,285	0,335
	Y	0,355	0,305	0,325	0,375
Amarillo	X	0,494	0,545	0,465	0,427
	Y	0,427	0,455	0,535	0,483

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

### 3.1.1.3 FACTOR DE LUMINANCIA

El factor de luminancia será al menos de ochenta y cuatro centésimas (0,84) para la pintura blanca y de cuarenta centésimas (0,40) para la amarilla.

### 3.1.1.4 PODER CUBRIENTE

La película seca de pintura será al menos de noventa y cinco centésimas (0,95) para la pintura blanca y de noventa centésimas (0,90) para la amarilla.

### **3.1.1.5 TIEMPO DE SECADO**

El tiempo de secado a la rodadura (“no pick-up”) no será superior a treinta (30) minutos. Se considera tiempo de secado no "pick up" cuando una película de pintura ha llegado a una fase donde no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella.

### **3.1.2 TERMOPLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN CALIENTE**

Se trata de una mezcla compuesta por sustancias minerales de granulometría gruesa (hasta 700 micras), una resina y un plastificante ambos en forma sólida granular ó en escamas; contienen también microesferas de vidrio premezcladas, un aceite mineral especial que ayuda a controlar la viscosidad de aplicación y plastificar el conjunto y un pigmento que le da el color.

Las resinas más usadas son polímeros alifáticos de olefinas de 5 átomos de Carbono obtenidas en la destilación del petróleo y las resinas derivadas de la Colofonia. También se usan resinas Alcídicas modificadas, Maleicas y Fenólicas, especialmente en climas cálidos y tropicales.

En todos los casos son resinas de tipo termoplástico, sólidas a temperatura ambiente que se reblandecen con el calor pasando a líquidas, y retornan de nuevo al estado sólido al enfriarse, y no pueden aplicarse directamente sobre pavimentos de hormigón.

Los materiales de carga o agregados son de naturaleza idéntica a los de las pinturas pero de granulometría mucho más elevada; el pigmento es el Dioxido de Titanio en el color blanco y el Cromato de Plomo estabilizado, para soportar las altas temperaturas, en el amarillo.

En el proceso de producción de los materiales termoplásticos se incorpora una cantidad variable de microesferas de vidrio que asegura su permanencia en la marca vial durante toda su vida útil, lo que hace de ellos una de las mejores alternativas para una retrorreflexión duradera, ya que el desgaste natural de la marca vial las va haciendo aparecer paulatinamente.

De hecho son los materiales con los que se logran los mayores niveles de visibilidad nocturna al cabo de su vida útil, pudiendo alcanzarse valores de más de 400 mcd. después de soportar 4 millones de pasos de rueda en el ensayo de durabilidad.

Los materiales Termoplásticos carecen de disolventes y es el calor el que fluidifica el producto para permitir su aplicación, una vez realizada la cual se vuelven sólidos de manera inmediata, permitiendo la apertura al tráfico en unos pocos segundos, lo que constituye su característica más singular y otra de sus más notables ventajas de empleo.

### **CLASES DE TERMOPLASTICOS**

Tanto desde el punto de vista de sus constituyentes como de su comportamiento de uso, no hay diferencias significativas entre los distintos productos para clasificarlos por estos criterios.

Podemos clasificarlos atendiendo al método de aplicación, conforme a lo cual podemos hablar de materiales aplicados por Pulverización y por Extrusión.

#### **A -Por Pulverización o Sprayplásticos**

En este modo de aplicación la masa de material previamente calentada a (180 °C a 220 °C), se aplica pulverizada como una pintura líquida con pistolas especiales, produciendo un espesor de película que suele estar comprendido entre 1,2 y 1,7 mm, al tiempo que se proyectan a presión microesferas de vidrio que deben penetrar adecuadamente para asegurar la retrorreflexión inicial.

Las microesferas proyectadas tienen una limitada permanencia sobre la marca vial debido a su escasa penetración y se desprenden en los primeros meses de uso por la acción del tráfico.

A medida que estas esferas se desprenden van apareciendo las de premezclado por la acción de desgaste natural de estos productos, de manera que el nivel de retrorreflexión permanece en niveles altos constantemente.

Su empleo está especialmente indicado en líneas de separación de carriles de zonas con alta intensidad de tráfico, ya que su alto espesor de película les hace mucho más duraderas que las que se hacen con pinturas, y su aplicación apenas entorpece el tráfico ya que su endurecimiento es de unos segundos y prácticamente no precisan ser protegidos para su puesta en servicio.

### **B - Por Extrusión**

En este caso la masa de material se aplica sin presión, por "colada" o mediante dispositivos que colocan el material sobre el pavimento en la forma y dimensiones deseadas, una vez alcanzada su temperatura de aplicación que suele ser ligeramente más baja que en el caso del Pulverizado.

La extensión del producto puede realizarse mediante un dispositivo en forma de caja que se arrastra sobre el pavimento, con una abertura en su parte posterior por la que sale el material de forma controlada, formando una línea continua muy uniforme de geometría muy precisa, con un espesor de película superior al caso del Pulverizado que puede alcanzar hasta 3 y 4 mm.

Otros dispositivos aplican el material en forma "resaltes" o "pastillas" que se disponen sobre el pavimento de diversas formas y a intervalos elegidos. El objeto de este tipo de aplicación es producir una señal "con relieve" que mejora la visibilidad en tiempo de lluvia al emerger sobre la película de agua que llega a cubrir las señales de menor espesor; además mejoran la seguridad del tráfico por la sonoridad y vibraciones que producen cuando los vehículos pasan sobre ellas, lo que advierte de una posible salida de la calzada.

Las líneas del borde de la calzada dotadas de señalización "en relieve", han puesto de manifiesto su gran contribución a la seguridad vial por el efecto sonoro que y de vibración que producen cuando se rueda sobre ellas, de manera que estudios de siniestralidad realizados en tramos de carreteras a los que se ha dotado de estos dispositivos han puesto de manifiesto una reducción de los accidentes por salida de la calzada sin intervención de otros vehículos.

El mecanismo de la retrorreflexión es igual al caso de los materiales pulverizados.

### **3.1.3 PLÁSTICOS DE APLICACIÓN EN FRÍO**

La característica particular de estos materiales es su presentación en dos partes A y B, que han de ser mezcladas para su uso, ya que endurecen por reacción química entre ambas.

Sus constituyentes son genéricamente los mismos que los de los otros de productos, con las particularidades que cada una de las distintas formas de aplicación requiere. La resina base más usada es el metacrilato de metilo, que se utiliza disuelto en su propio monómero acrílico, la cual se polimeriza por la acción de un iniciador de la reacción como el Peróxido de Benzoílo.

También se emplean mezclas de resinas de metacrilato y poliésteres especialmente en los materiales de aplicación manual.

No contienen disolventes y su tiempo de endurecimiento o "curado", es prácticamente independiente de la dosificación y sólo depende de la temperatura; incluso un aumento de la dosificación reduce el tiempo de curado, que en condiciones normales es inferior a 30 minutos.

Los Plásticos en Frío o sistemas de dos componentes son los productos que poseen las mejores propiedades desde el punto de vista técnico; su dureza y resistencia al desgaste y a los agentes químicos es mucho mayor que la de Pinturas y Termoplásticos en caliente, alcanzando una vida útil superior a cuatro o cinco años incluso en condiciones de tráfico intenso como en las ciudades.

El material se entrega listo para el uso; solo es necesario mezclar los componentes hasta conseguir una perfecta homogeneidad, y aplicar el producto antes de sobrepasar el tiempo de vida útil (variable dependiendo de la mezcla de los productos y de la temperatura), transcurrido el cual el producto no puede usarse porque habrá endurecido.

Deben seguirse las instrucciones respecto a las proporciones de mezcla de los componentes, ya que una alteración notable puede conducir a resultados de comportamiento desastrosos.

Son adecuados para todo tipo de pavimentos incluso los de hormigón, y como en los demás casos su adherencia es mejor sobre los bituminosos. Se usan también para la realización de señalización en relieve, adoptando diversas formas y usos, especialmente en las ciudades.

### **CLASES DE PLÁSTICOS EN FRIO**

Como en el caso de los Termoplásticos en caliente, clasificaremos los productos de acuerdo con el método de aplicación, ya que la naturaleza de sus componentes y la composición básica de los diferentes tipos son muy semejantes; las diferencias se centran en el tamaño de partícula de las cargas, la viscosidad, y la composición del endurecedor, que son las adecuadas al medio de uso y tipo de señalización.

Distinguiremos dos clases: de aplicación manual y aplicación con máquina.

#### **A - Aplicación Manual**

El componente base presenta un aspecto viscoso, con alta tixotropía para evitar la sedimentación en el envase de las gruesas partículas de las cargas que contiene (hasta 1mm) y favorecer la aplicación controlando la extensibilidad.

Para su empleo se mezcla con aproximadamente el 1,2 % en peso de Iniciador o endurecedor, se vierte sobre el pavimento y se extiende por medio de una paleta, llana ó extrusor manual en capas gruesas de unos 2 a 3 mm, formando una película del mismo espesor que la aplicada en capa húmeda ya que su extracto seco es 100 %.

#### **B.- Aplicación a Máquina**

En este caso el aspecto de los componentes es muy parecido al de las pinturas, pero la película aplicada tiene un espesor dos o tres veces mayor (0,60 a 1 mm.) ya que se suele aplicar con dosificaciones de 1,2 a 1,5 Kg/m<sup>2</sup> y no contienen disolventes que se evaporen.

Las proporciones de mezcla de los componentes dependen del tipo de máquina, siendo posible una amplia gama que va desde una mezcla a partes iguales de componente A y B, pasando por 4 ó 6 partes de componente A para una parte de componente B (en el que se incluye el Peróxido iniciador) hasta 98 partes de componente A para 2 partes de componente B, que en este caso es exclusivamente Peróxido iniciador.

Las máquinas de aplicación son generalmente del tipo airless y en su aplicación es de suma importancia el perfecto control de las dosificaciones de los componentes; actualmente existen en el mercado máquinas que realizan la mezcla externamente evitando así problemas de limpieza.

#### **3.1.4 MARCAS VIALES PREFABRICADAS**

Las Marcas Viales Prefabricadas, comúnmente llamadas “cintas” pueden considerarse también como formadas por una Parte Mineral Inorgánica, que comprende el pigmento, las cargas, y algún "filler" abrasivo en grano grueso para mejorar su resistencia al deslizamiento, y una parte Orgánica constituida por un polímero plástico en forma sólida (por ejemplo Cloruro de Polivinilo), estable a la acción de los rayos ultravioleta de la luz, y adecuadamente plastificada.

Son verdaderas marcas viales de entre 1,5 a 3 mm de espesor, listas para instalarse mediante calor o adhesivos. Las reflectantes tienen microesferas de vidrio distribuidas y adheridas en su superficie, proporcionando valores de retroreflexión muy altos y duraderos.

Existen otras construidas a base de una fina lámina de aluminio sobre la que se "encola" la parte mineral por una cara y una cola adhesiva en la otra, que se utilizan en señalización provisional por su condición de eliminables.

Su colocación sobre la calzada es más lenta y compleja que la de los productos anteriores, y requiere el empleo de algún producto adhesivo, que se suministra por separado o que puede estar dispuesto en el propio material y precisan a veces de un calentamiento previo tanto de la banda como del pavimento. Se trata de una

operación delicada de la que depende en buena medida la duración que requiere personal altamente especializado..

### **3.1.5 MATERIALES DE POSTMEZCLADO: MICROESFERAS DE VIDRIO, GRANULADOS ANTIDESLIZANTES Y MEZCLA DE AMBOS.**

#### **MICROESFERAS DE VIDRIO**

Las microesferas de vidrio son partículas de vidrio esféricas, transparentes destinadas a asegurar la visibilidad de noche de las marcas viales por retroreflexión de los haces de luz incidentes desde los faros de un vehículo hacia su conductor.

Estos productos se esparcen sobre la superficie de las pinturas, materiales termoplásticos, plásticos en frío o cualquier otro producto de señalización vial horizontal en estado líquido inmediatamente después de su aplicación sobre la calzada (postmezclado) a razón de 350 a 550 g/m<sup>2</sup> o un premezclado incorporando 300 gr por litro de pintura.

Las marcas viales son visibles durante la noche gracias a que las microesferas de vidrio que las líneas y símbolos llevan incorporadas devuelven una parte de la luz que proviene de los faros de los vehículos, constituyéndose por lo tanto en un elemento decisivo para la seguridad vial.

Por la importancia de su función en la visibilidad nocturna, las normativas sobre señalización caracterizan estos productos, limitando su granulometría, el porcentaje de unidades defectuosas admisible, su resistencia a sales y otros agentes químicos, y su índice de refracción, además de especificar la cantidad mínima por m<sup>2</sup> que debe añadirse sobre la marca vial para asegurar un nivel mínimo de calidad del factor de la Retroreflexión.

La granulometría elegida debe ser adecuada al espesor de la película del producto sobre él se aplican, ya que si son demasiado gruesas serán arrancadas de la superficie rápidamente por las ruedas de los vehículos, y las demasiado finas se hundirán en la película sin que tengan un efecto inmediato en la visibilidad.

El grado de hundimiento de las esferas en la marca vial es un factor decisivo, pues sólo las que no están totalmente cubiertas son eficaces para devolver la luz que reciben, habiéndose comprobado que la mayor efectividad se produce cuando queda sin cubrir por el material sobre él se aplican entre  $1/3$  y  $2/3$  del diámetro.

Cuando queda al exterior más de  $2/3$  del diámetro, la esfera se desprende más fácilmente por la acción del tráfico, por lo que conviene disponer de una amplia granulometría para cubrir todas las posibilidades de hundimiento, teniendo en cuenta que las esferas más finas se hunden más.

Actualmente se dispone de esferas con tratamientos superficiales, que tienen en cuenta las características de los materiales a que van destinadas tanto si son en base solvente como en base acuosa, y permiten controlar el grado de hundimiento o “flotación” de las esferas en la película de material para evitar su rápido desprendimiento.

Lo mismo puede decirse del tratamiento de adherencia, que mejora la retención de la esfera en la marca vial actuando como un verdadero adhesivo, para lo que cual se precisa un tratamiento con un producto de naturaleza afín a la resina del material de señalización.

Con frecuencia ambos tratamientos de adherencia y flotación están presentes al mismo tiempo, lo que se ha revelado como el sistema más eficaz en la mayoría de los casos.

Debe insistirse de nuevo en el hecho de que el tratamiento de superficie debe ser estudiado para cada sistema ó producto, y que es muy diferente por ejemplo el que debe aplicarse para productos de base acuosa, que el de productos base disolvente orgánico, por la diferente polaridad que dichos disolventes transmiten al sistema.

La Granulometría de Microesferas de Vidrio será la siguiente:

**Tabla 3.8 Granulometría de microesferas de vidrio**

Tamiz UNE ((m))	Masa retenida acumulada (%)
800	(0-2)
630	(0-10)
500	(5-25)
315	(50-80)
250	(75-100)
160	(95-100)

Fuente: Pliego de Prescripciones Técnicas para obras de Carretera y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, Denia, Octubre de 2007.

### **AGREGADOS ANTIDESLIZANTES**

Se trata de productos granulados destinados a ser rociados sobre los materiales de señalización de modo similar a como se hace con las microesferas de vidrio, para obtener una rugosidad que evite el deslizamiento cuando el pavimento está mojado. El tamaño de grano debe estar en relación con el espesor de la película del material aplicado.

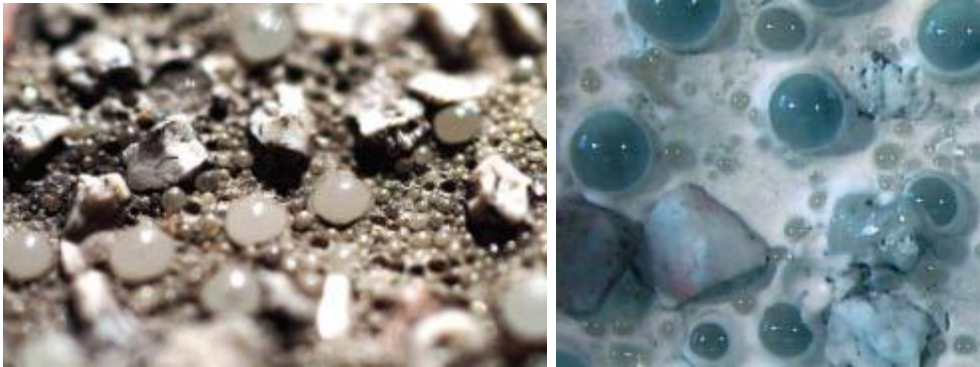
El material más utilizado es una sílice especial seleccionada por su dureza, blancura y grano con múltiples aristas, que se combina a veces con grano de vidrio, y se añade en la proporción precisa, ya que un exceso solo trae consecuencias negativas para el ensuciamiento, siendo suficientes 80 o 100 g / m<sup>2</sup> para obtener buenos resultados.

Se emplean también otros materiales como Corindón, grano de vidrio de diversa granulometría, que pueden estar mezclados con microesferas de vidrio.

El pH de los granulados antideslizantes no debe ser inferior a cinco(5) ni superior a nueve (9).

**Figura 3.1 marca vial con microesferas de vidrio y áridos antideslizantes**

**Granulometría**



La granulometría de los granulados antideslizantes se describirá fijando los límites inferior y superior de los porcentajes de masa retenida acumulada en los tamices de ensayo de tela metálica UNE.

En caso de no existir especificación especial para la granulometría ésta se ajustará a los límites de los cuadros siguientes:

**Tabla 3.9 Granulometría fina de granulado antideslizantes**

Tamiz UNE (m)	Masa retenida acumulada (%)
1000	(0-2)
710	(0-10)
425	(0-25)
250	(40-80)
150	(95-100)
90	(99-100)

Fuente: Pliego de Prescripciones Técnicas para obras de Carretera y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, Denia, Octubre de 2007.

**Tabla 3.10 Granulometría media de granulados antideslizante**

Tamiz UNE (m)	Masa retenida acumulada (%)
1180	(0-2)
1000	(0-10)
600	(10-50)
355	(50-80)
212	(85-100)
150	(95-100)
90	(99-100)

Fuente: Pliego de Prescripciones Técnicas para obras de Carretera y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, Denia, Octubre de 2007.

## **MEZCLAS DE MICROESFERAS DE VIDRIO Y GRANULADOS ANTIDESLIZANTES**

En una mezcla de microesferas de vidrio y de granulados antideslizantes, las microesferas de vidrio deben cumplir con lo especificado en el apartado correspondiente así como los granulados antideslizantes.

Las microesferas de vidrio y los granulados antideslizantes objeto de mezclas, deben someterse a ensayos por separado, antes de ser mezclados.

### **3.2 MAQUINARIA DE APLICACIÓN**

La maquinaria y equipos empleados para la aplicación de los materiales utilizados en la fabricación de las marcas viales, deberán ser capaces de aplicar y controlar automáticamente las dosificaciones requeridas y conferir una homogeneidad a la marca vial tal que garantice sus propiedades a lo largo de la misma.

### **3.2.1 MAQUINAS CONVENCIONALES, RODILLOS O PINCELES (PINTURA REFLEXIVA)**

Es una aplicación manual que tiene las siguientes pasos:

- Homogeneizar la pintura para Demarcacion Vial.
- Mezclar las Microesferas de Vidrio premix con la pintura.
- Verificar que el pavimento esté seco, libre de polvo, tierra adherida, restos aceitosos o pintura suelta. En caso contrario, efectuar la limpieza necesaria, ejemplo (barrer(con escoba o cepillo), espatular (con espátula de acero), cepillar(con cepillo de alambre)).
- Aplicar una primera mano diluida, frotando contra el pavimento con rodillo, o de ser necesario a pincel, para lograr la perfecta humectación del sustrato.
- Dejar secar hasta “apto para liberar al tránsito”. Dar una segunda mano cargada a rodillo, sin frotar la capa anterior, tratando de obtener el espesor deseado.
- Mientras la superficie de la segunda mano de pintura este humeda al tacto( esto se advierte además por el mayor brillo superficial inicial), se deberán sembrar las microesferas de vidrio drop on a saturación, con la mano, o preferiblemente por medio mecánicos.
- Esperar el tiempo adecuado hasta “apto para liberar al tránsito”, según condiciones ambientales y espesores elegidos.

### **3.2.2 APLICACIÓN POR EXTRUSIÓN A ZAPATA (MATERIAL TERMOPLÁSTICO)**

La extrusión a zapata echa material termoplástico fundido en un molde o “zapata” que tiene un cierre. La apertura de este cierre se gradúa para producir el espesor especificado para el material mientras éste fluye sobre el pavimento (normalmente, 3mm). Cuando se aplica a zapata, verifique lo siguiente:

- La temperatura del material no debe ser inferior a 180°C ni superior a 220 °C mientras se aplica.

- El cambio de temperaturas perjudica la aplicación. Tenga cuidado de que el viento frío puede enfriar la zapata, o el sobrecalentamiento puede quemar el material.
- El espesor debe ser el especificado.
- El sembrado de microesferas de vidrio deberá ser uniforme en el ancho de la demarcación. Controle el sembrador para garantizar una distribución pareja.
- La soldadura térmica es esencial. Controle ésta periódicamente levantando el material para estar seguro que el pavimento esté adherido a la parte inferior del material.
- El tiempo total de calentamiento, incluyendo el tiempo en el fusor, no deberá exceder seis horas.
- La agitación deberá ser frecuente cuando se use un equipo de mano.
- Limpie completamente el sistema si hay un cambio de proveedor del material

### **3.2.3 APLICACIÓN POR PROYECCIÓN NEUMÁTICA 'SPRAY' Y EXTRUSIÓN A PRESIÓN (MATERIAL TERMOPLÁSTICO)**

La proyección neumática combina aire y material termoplástico fundido bajo presión, depositándolo sobre el pavimento. Durante la aplicación en “Spray” (normalmente, en 1.5 mm de espesor) o “Extrusión a presión” (normalmente, 2.3 mm) asegúrese de lo siguiente:

- Temperatura: El material blanco deberá ser aplicado a una temperatura entre 190 °C y 210 °C. El amarillo, a 10 °C menos.
- Los termómetros deberán calibrarse.
- El tiempo máximo de calentamiento deberá ser de seis horas, incluyendo el tiempo en el fusor.
- La agitación deberá ser continua.
- El corte de las líneas debe ser limpio.
- Los bordes debe ser limpios y nítidos sin “overspray” excesivo.

- La soldadura térmica es esencial. Verifique periódicamente la adherencia al sustrato.
- El sembrado de Microesferas de vidrio deberá ser uniforme en el ancho de la demarcación. Controle el sembrador para garantizar una distribución pareja.
- Limpie completamente el sistema si hay un cambio de proveedor o formulación del material.

### **3.2.4 LA NUEVA GENERACIÓN EN EQUIPO PARA DEMARCACIÓN VIAL**

#### **LINE LAZER IV 3900**

Equipo para demarcación vial en frío



El LineLazer IV 3900 es el equipo indiscutibles de los trazadores profesionales de 2 pistolas y están diseñados específicamente para proporcionar las líneas más precisas y constantes. Los materiales rociados son las pinturas para tránsito más pesadas, de bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles, a base de agua y a base de caucho. Estos trazadores de líneas son ideales para sus necesidades de trazado de líneas continuas y de alta resistencia.

**Características:****Sistema Advantage Drive**

- El embrague de alta resistencia se ajusta y alinea automáticamente para una mayor duración
- Los engranajes sólidos ofrecen durabilidad comprobada con un funcionamiento silencioso y eficiente

**Soporte de pistola liviano**

- Para disminuir el movimiento de la pistola producido por condiciones de pavimento irregular
- Diseño de aluminio extruído durable
- Retorno de cable asistido por resorte para un apagado positivo de la pistola

**Sistema Avanzado de Reducción de Vibración**

- Elimina la vibración del motor y lleva la calidad de línea al siguiente nivel

**Sistema de montaje de pistola posterior**

- Montaje de las pistolas cerca del eje trasero para líneas largas más rectas y líneas curvadas más suaves
- Mejor visibilidad de la pistola, especialmente en aplicaciones de microesferas de vidrio

## LINE DRIVER

Equipo de autopropulsión



Equipo que permite un incremento de rentabilidad de la inversión, por una mayor productividad del LineLazer.

### Componentes

- Carro propulsado por motor a gasolina de cuatro tiempos, marca Honda, sobre chasis con 2 ruedas neumáticas que contiene cómodo asiento ajustable por el operador, control de velocidad regulable, pedales dobles con ajuste independiente por el operador.
- Luz de alto rendimiento, regulable por alcance y diámetro del haz de iluminación.
- Caja bajo el asiento adecuada para el almacenamiento de herramientas, boquillas, bidón de gasolina, etc.

### Ventajas

- Mayor producción con el mismo equipo.
- Reducción de fatiga del operador.
- Perfeccionamiento de exactitud de espesor de las líneas.

## LINE LAZER 250 SPS

Equipo autopropulsado para demarcación vial en frío



Es el primer equipo autopropulsado de en la industria de los pintarrayas, posee una manejabilidad excelente para el operario brindando la mayor productividad.

Las características únicas de la esta unidad, tales como manejar comodamente estando de pie, la utilización de las pistolas automáticas de pintura y de microesferas y y el manillar de posiciones múltiples, hacen de la LineLazer IV 250sps la mejor opción del mercado.

- Recipiente de pintura de 60 litros
- Motor Honda GX de 9 hp
- Pistón de bomba de alta duración
- Sistema de motor hidráulico
- Control automático de las pistolas de pintura y de microesferas
- Sistema de dos pistolas ( líneas continuas y discontinuas a la vez ).

**CARACTERÍSTICAS:**

Tamaño máximo de boquilla [1 pistola]: .055 [con una pistola]

Tamaño máximo de boquilla [2 pistolas]: .039 [con dos pistolas]

Máximo de salida: 2.5 gpm [9.5 lpm]

Trabajo máximo de presión: 3300 psi [207 bar]

Peso: 204 kilos

Motor: Honda GX 270cc 9 hp

**THERMOLAZER PROMELT**

Equipo para demarcación vial en caliente



Sistema de trazalíneas de empuje manual para termoplástico con fusión rápida incorporada, una solución para fundir y aplicar termoplástico sin la molestia de utilizar una caldera.

**Beneficios**

- El sistema de fusión incorporado funde 135 kg de termoplástico en menos de una hora (o una bolsa en menos de 8 minutos). No es necesaria una caldera externa.

- Aparcamientos, pasos de cebra, señalización, cruces y medianas, carriles bici, aeropuertos, zonas de paso de vehículos... No hay problema. El uso de plantillas le permite pintar texto, señales de parada y de advertencia de peligro.
- Una amplia gama de matrices permite trazar líneas continuas (5-30 cm), líneas discontinuas y líneas dobles mediante la caja de reglas de «línea doble».
- Compatible con LineDriver, reduce la fatiga, mejora la productividad y consigue líneas de mayor calidad

### **LINE LAZER 200HS**



El equipo está orientado al pintado de líneas y señales de demarcación vial mediante el sistema de pulverización por alta presión "Airless" (sin aire).

#### **Características**

- Hace posible la pulverización de pinturas de mayor viscosidad, obteniendo así altos espesores por aplicación, con mayor velocidad y mejor secado.
- Apto para ser usado con pinturas de tráfico acrílicas base agua y/o solvente o cauchos clorados, reflectantes y contrastantes.
- Cuenta con exclusivo Sistema SmartControl de Graco. Sistema de Control

Digital con pantalla LCD, para control de los diferentes parámetros de las funciones a realizar, como presión, velocidad, espesor de línea, distancia recorrida en pulverizado, contador del volumen de producto pulverizado y muchos otros datos propios del funcionamiento de la unidad.

- Este modelo incorpora el nuevo sistema de reducción de vibración, entre otras mejoras, como filtro de fluido removible libre de suciedad, diseño único de flujo para rápidos cambios de color, soportes de pistola 25% más livianos que disminuyen su movimiento causado por malos pavimentos y Bomba Endurance de larga vida con vástago cromado, material cuatro veces más duro que un cromo habitual.

<b>Especificaciones Line Lazer modelo IV 200Hs-Hidráulico</b>	
Alimenta boquillas con orificio hasta: Operando con 1 pistola Operando con 2 pistolas	0,045" 0,033"
Máximo rango de entrega	2,00 gpm (7,50 litros/minuto)
Entrega adicional	25% más entrega que LineLazer IV 5900
Máxima presión de trabajo	3.300 psi (227 bar)
Máxima longitud de mangueras	91,40 metros
Motor a gasolina de cuatro tiempos enfriado por aire	Honda de 5,5 HP
Capacidad de estanque de gasolina	3,6 litros
Peso	125 kilos
Dimensiones en centímetros	Ancho 81 – Alto 102 – Largo 165
Material pulverizable	Pesado base agua con baja emisión VOC y pinturas de tráfico impregnadas de caucho

## ROAD LAZER

Sistema integral para demarcación vial en frío en ruta



Diseñada para el pintado de líneas de demarcación mediante el sistema de pulverización por alta presión "Airless", fabricado con componentes resistentes a la aplicación de pinturas de tráfico acrílicas, base solvente o agua, reflectantes y contrastantes, y sembrado de micro - esferas "Drop-On" por presión, en una unidad completa.

### Suministro y Características

Equipo en versión original de arrastre:

- Unidad con tres Bombas Airless de 2,0 gal., c/una accionada por motor hidráulico Viscount.
- Accionamiento total por motor de gasolina "Kohler", de 18 HP.
- Compresor de aire para el accionamiento de los mandos del sistema y la inyección de micro-esferas.
- Dos pistolas automáticas airless de pintura y dos pistolas automáticas para sembrado de micro-esferas.
- Una pistola manual para el pintado de demarcación complementaria.
- Brazo de aplicación de pintura izquierda/derecha con mangueras de pintura y micro-esferas.

- Programador de corte automático de pistolas de pintura y micro-esferas.
- Sistema de orientación y guía por video, incluyendo cámara, monitor y hardware.

### **3.3 CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad de las obras de señalización horizontal incluirá la verificación de los materiales acopiados, de su aplicación y de las unidades terminadas.

En la obra deberán figurar, al menos, los siguientes conceptos:

- Marca o referencia y dosificación de los materiales consumidos.
- Tipo y dimensiones de la marca vial.
- Localización y referenciación sobre el pavimento de las marcas viales.
- Fecha de aplicación.
- Temperatura y humedad relativa al comienzo y a mitad de jornada.
- Observaciones e incidencias que, pudieran influir en la durabilidad y/o características de la marca vial aplicada.

#### **3.3.1 CONTROL DE RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES**

Se comprobará la marca o referencia de los materiales acopiados, a fin de verificar que corresponden con la clase y calidad requerida.

Al objeto de garantizar la trazabilidad de estas obras, antes de iniciar su aplicación, los productos serán sometidos a los ensayos de evaluación y de homogeneidad e identificación especificadas para pinturas, termoplásticas de aplicación en caliente y plásticos de aplicación en frío y los de granulometría, Índice de refracción, para las microesferas de vidrio, ya sean de postmezclado o premezclado. Asimismo, las marcas viales prefabricadas serán sometidas a los ensayos de verificación.

Se rechazarán todos los acopios, de:

- Pinturas, termoplásticos de aplicación en caliente y plásticos de aplicación en frío que no cumplan con los requisitos exigidos para los ensayos de verificación correspondientes o que no entren dentro de las tolerancias indicadas.
- Microesferas de vidrio que no cumplan las especificaciones de granulometría definidas.
- Marcas viales prefabricadas que no cumplan las especificaciones.

Los acopios que hayan sido realizados, y no cumplan alguna de las condiciones anteriores serán rechazados.

Además de disponer de la información de los ensayos anteriores, podrá siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

### **3.3.2 CONTROL DE LA APLICACIÓN DE LOS MATERIALES**

Durante la aplicación de los materiales que forman parte de la unidad de obra, se realizarán controles con el fin de comprobar que son los mismos de los acopios y comprobar que cumplen las dotaciones especificadas en el proyecto.

Tener en cuenta que todos los materiales y sus componentes deben ser protegidos lo suficiente de toda forma de daños todo el tiempo. Todos los materiales deben ser almacenados en espacios cerrados herméticamente a un rango de temperatura recomendado por el fabricante del producto; condiciones de almacenaje inapropiados pueden causar el rechazo del material almacenado allí dentro.

Las superficies del pavimento que van a ser demarcadas deben estar secas y libres de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento.

Antes de proceder a la aplicación de la demarcación se realizará una inspección del pavimento. Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma naturaleza que los

de aquella, antes de proceder a la demarcación. Los materiales cementantes que impidan la adherencia deben ser retirados mediante el lavado de la superficie.

La demarcación que se aplique debe ser compatible con el sustrato (pavimento o demarcación); en caso contrario, debe efectuarse el tratamiento superficial más adecuado (borrado de la marca existente, aplicación de un imprimante). Se deberá contar con la información del fabricante del material sobre la compatibilidad del material nuevo con relación a la existente. Siempre se debe exigir los chequeos y garantías de compatibilidad.

Cuando sea necesario, la eliminación de la demarcación antigua, queda expresamente prohibido el empleo de decapantes así como los procedimientos térmicos. Por ello deberá utilizarse un medio que garantice el no deterioro del pavimento tal como la técnica de borrado de mediante agua a presión.

Si la demarcación va a ser efectuada sobre pavimentos nuevos se recomienda un tiempo de cura de cómo mínimo un mes. El Supervisor debe definir el método de demarcación temporal para garantizar la seguridad de la vía durante el mes de curado del pavimento.

Con anterioridad a la aplicación de la demarcación, el Contratista debe efectuar un replanteo de ellas, que garantice una perfecta terminación.

La aplicación de una marca vial se efectuará, cuando la temperatura del sustrato (pavimento o marca antigua) supere al menos en 3 °C al punto de rocío. Dicha aplicación, no podrá llevarse a cabo si el pavimento está húmedo o la temperatura ambiente no está comprendida entre 5°C a 35°C, o si la velocidad del viento fuera superior a 25 km/h.

Una vez efectuadas las operaciones anteriores se procederá con la aplicación del material en forma tal que se asegure una correcta dosificación, una homogeneidad longitudinal y transversal, y un perfilado de líneas. No se admitirán diferencias de tonalidades dentro de un mismo tramo

Cualquier salpicadura, mancha o trazo de prueba producido durante la demarcación deberá ser removido.

### **3.3.3 CONTROL DE LA UNIDAD TERMINADA**

Al finalizar las obras y antes de cumplirse el período de garantía, se llevarán a cabo controles periódicos de las marcas viales con el fin de determinar sus características esenciales y comprobar, in situ, si cumplen sus especificaciones mínimas.

Las marcas viales aplicadas cumplirán los valores especificados del presente artículo y se rechazarán todas las marcas viales que presenten valores inferiores a los especificados en dicho apartado.

Las marcas viales que hayan sido rechazadas serán ejecutadas de nuevo. Por su parte, las nuevas marcas viales aplicadas serán sometidas, periódicamente, a los ensayos de verificación de la calidad.

Se comprobará tantas veces como considere oportuno durante el período de garantía de las obras, que las marcas viales aplicadas cumplen las características esenciales y las especificaciones correspondientes.

### **3.4 RETROREFLECTOMETROS Y LA MEDICIÓN DE LA REFLECTANCIA**

La retrorreflexión de forma sencilla, es la cantidad de luz devuelta desde una determinada superficie hacia la fuente emisora. En el caso de la señalización horizontal desde los faros de los vehículos se ilumina la marca vial y ésta la devuelve hacia el conductor.

La retrorreflexión proporcionada por las microesferas desciende claramente en condiciones de humedad o de lluvia. Las denominadas marcas estructuradas o marcas con resaltos modifican la textura superficial para que las microesferas no se cubran por la lámina de agua.

### Medida de la Retrorreflexión

Para medir la retrorreflexión de las marcas viales se utilizan retrorreflectómetros portátiles con geometría e iluminadores apropiados, y también pueden utilizarse equipos de medida de la retrorreflexión dinámicos que circulen a la velocidad de tráfico.

Las demarcaciones deberán cumplir con los valores mínimos de retrorreflexión indicados en Tabla 3.11.

**Tabla 3.11 Retrorreflectancia**

MARCA VIAL	PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	
	Retrorreflectancia (mcd/lux m <sup>2</sup> )	
	INICIAL A 30 DIAS	PARA SU REPINTADO
BLANCO	300	120
AMARILLO	180	95

Fuente: Manual Técnico de Diseño de Carretera por la Administradora Boliviana de Carreteras

## CAPITULO IV APLICACIÓN PRÁCTICA

### 4.1 UBICACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO

Figura 4.1 Ubicación de área de estudio



El área de estudio denominado casco viejo se localiza en el departamento de Tarija, provincia Cercado, en la ciudad de Tarija, la área está limitado por las siguientes calles y avenidas: Av. Cochabamba, Calle Campero, Av. Víctor Paz y la Calle O'Connor.

Esta área forma parte de las calles más importantes de la ciudad de Tarija de acceso y salida de la zona céntrica de la ciudad. Para mayor comprensión revisar el plano 1 de la ubicación del área de estudio en los anexos.

### 4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

En el área que comprende el estudio se determino 10 puntos de observación en la cual las características son las siguientes:

- Punto 1 Av. Cochabamba – Calle Campero
- Punto 2 Calle Campero – Calle Corrado
- Punto 3 Calle Colón - Calle Ingavi
- Punto 4 Calle Colón – Calle Bolivar
- Punto 5 Calle Suipacha – Calle 15 de Abril
- Punto 6 Calle Colón – Calle Virginio Lema
- Punto 7 Calle Gral. Trigo – Calle 15 de Abril
- Punto 8 Calle Sucre – Calle 15 de Abril

- Punto 9 Calle Gral. Trigo – Calle Virginio Lema
- Punto 10 Av. Cochabamba – Calle Colón

➤ **PUNTO 1: Av. Cochabamba – Calle Campero**



**Figura 4.2 fotografías de la intersección Av. Cochabamba – Calle Campero**

Se realizó una inspección en el PUNTO 1 en la franja horaria entre las 14: 00 y 14: 20 horas, en la cual se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección no presenta semáforos. Existen marcas viales como sendas peatonales, pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. La visibilidad es buena, no se observaron elementos fijos que la obstruyan o disminuyan. El flujo vehicular es normal, circulando en su mayoría colectivos y autos.

Los conductores de los vehículos que circulan por la arteria en estudio se detienen sobre la senda peatonal, dificultando el desplazamiento del los peatones. Se encuentra tres señales verticales fijas con la leyenda “Parada de buses”, “PARE” y la otra indicando los nombres de las calles para los vehículos que circulan por la calle Campero.

Se pudo apreciar la dificultad que tienen los peatones al cruzar la arteria debido a la falta de una señalización adecuada para que puedan atravesar la intersección. Se observó que los vehículos al intentar dejarlos circular frenaban bruscamente.

➤ **PUNTO 2: Calle Campero – Calle Corrado**



**Figura 4.3 fotografías de la intersección Calle Campero – Calle Corrado**

Se realizó una inspección en el PUNTO 2 en la franja horaria entre las 14:25 y 14: 45 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, ubicados en esquinas diferentes, que al momento de la inspección se encontraban en correcto funcionamiento. Existen marcas viales de pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. La visibilidad es buena, no se observaron elementos fijos que la obstruyan o disminuyan. El flujo vehicular es regular, circulando en su mayoría colectivos y autos.

Se encuentra una señal vertical fija indicando los nombres de la calles para los vehículos que circulan por calle Campero.

Se pudo apreciar la dificultad de los peatones en atravesar la arteria debido a que no presenta sendas peatonales.

➤ **PUNTO 3: Calle Colon – Calle Ingavi**



**Figura 4.4 fotografías de la intersección Calle Colón – Calle Ingavi**

Se realizó una inspección en el PUNTO 3 en la franja horaria entre las 14:50 y 15: 10 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, que al momento de la inspección se encontraban en correcto funcionamiento. Existen marcas viales de sendas peatonales, pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. El flujo vehicular es abundante, circulando en su mayoría colectivos y autos. También se produce el fenómeno de exceso de información, (conductores de vehículos que circulan por calle Colon pueden ver el semáforo contrario y cuando éste está de color amarillo comienzan a avanzar, dando origen de esta manera a la colisión perpendicular).

Se encuentra una señal vertical fija indicando los nombres de las calles. También existe vehículos estacionados en el lateral calle Colon en la cual se estacionan sobre la senda peatonal dificultando el paso de los peatones en atravesar la arteria.

➤ **PUNTO 4: Calle Colon – Calle Bolivar**



**Figura 4.5 fotografías de la intersección Calle Colón – Calle Bolivar**

Se realizó una inspección en el PUNTO 4 en la franja horaria entre las 15:15 y 15: 35 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, que al momento de la inspección se encontraban en correcto funcionamiento. Existen marcas viales de sendas peatonales, pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. El flujo vehicular es abundante, circulando en su mayoría colectivos y autos.

Se encuentra una señal vertical fija con la leyenda “PARE” y otra con los nombres de las calles para los vehículos que circulan por calle Bolivar.

En inmediaciones de la intersección se encuentra el palacio de justicia, donde existe mucho movimiento de peatones, se pudo apreciar que los peatones no tienen ninguna dificultad en cruzar la arteria debido a que existe personales llamados cebras que regula el transito como complemento.

➤ **PUNTO 5: Calle Suipacha – Calle 15 de Abril**



**Figura 4.6 fotografías de la intersección Calle Suipacha – Calle 15 de Abril**

Se realizó una inspección en el PUNTO 5 en la franja horaria entre las 15:40 y 16: 00 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, que al momento de la inspección se encontraban en correcto funcionamiento. Existen marcas viales de sendas peatonales, pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. El flujo vehicular es abundante, circulando en su mayoría colectivos y autos.

Se encuentra una señal vertical fija con la leyenda “PARE” en la cual la visibilidad esta disminuida por un árbol para los vehículos que circulan por calle 15 de Abril. También existe vehículos estacionados en el lateral calle 15 de Abril en la cual se estacionan sobre la senda peatonal dificultando el paso de los peatones en atravesar la arteria.

➤ **PUNTO 6: Calle Colón – Calle Virginio Lema**



**Figura 4.7 fotografías de la intersección Calle Colón – Calle Virginio Lema**

Se realizó una inspección en el PUNTO 6 en la franja horaria entre las 16:05 y 16: 25 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, que al momento de la inspección no se encontraban en correcto funcionamiento debido a que la luz amarilla no funcionaba. Existen marcas viales de sendas peatonales sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. El flujo vehicular es abundante, circulando en su mayoría colectivos y autos.

Se encuentra una señal vertical fija con la leyenda “PARADA DE MICROS” para los vehículos que circulan por calle Virginio Lema donde se pudo observar que no respetan la señalización debido a que lo usan como estacionamiento.

Se dificulta ver el color de los semáforos ya que no hay una placa de contraste lo que genera que otras fuentes lumínicas confundan al conductor.

➤ **PUNTO 7: Calle Gral. Trigo – Calle 15 de Abril**



**Figura 4.8 fotografías de la intersección Calle Gral. Trigo – Calle 15 de Abril**

Se realizó una inspección en el PUNTO 7 en la franja horaria entre las 16:30 y 16: 50 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, que al momento de la inspección se encontraban en correcto funcionamiento. Existen marcas viales de sendas peatonales sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. El flujo vehicular es abundante, circulando en su mayoría autos y motos.

Se encuentra una señal vertical fija con los nombre de las calles para los vehículos que circulan por calle Gral. Trigo

En inmediaciones de la intersección se encuentra la plaza principal, donde se observó que hay bastante peatones que al cruzar la arteria lo hacen en el momento y lugar inapropiado.

➤ **PUNTO 8: Calle Sucre – Calle 15 de Abril**



**Figura 4.9 fotografías de la intersección Calle Sucre – Calle 15 de Abril**

Se realizó una inspección en el PUNTO 8 en la franja horaria entre las 16:55 y 17: 15 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, que al momento de la inspección se encontraban en correcto funcionamiento. Existen marcas viales de sendas peatonales, pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. El flujo vehicular es abundante, circulando en su mayoría autos y motos.

Los conductores de los vehículos que circulan por la arterias se detienen sobre la senda peatonal, dificultando el desplazamiento del los peatones.

Se encuentra una señal vertical fija con los nombres de las calles para los vehículos que circulan en ambas arterias.

Existen vehículos estacionados en el lateral de calle Sucre que disminuyen la visibilidad de las marcas viales.

➤ **PUNTO 9: Calle Gral. Trigo – Calle Virginio Lema**



**Figura 4.10 fotografías de la intersección Calle Gral. Trigo – Calle Virginio Lema**

Se realizó una inspección en el PUNTO 9 en la franja horaria entre las 17: 20 y 17: 40 horas, en la cual se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección no presenta semáforos ni señales verticales. Existen marcas viales como sendas peatonales, pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. La visibilidad es buena, no se observaron elementos fijos que la obstruyan o disminuyan. El flujo vehicular es normal, circulando en su mayoría colectivos y autos.

Los conductores de los vehículos que circulan por la arteria en estudio se detienen sobre la senda peatonal, dificultando el desplazamiento del los peatones.

Se pudo apreciar la dificultad que tienen los peatones al cruzar la arteria debido a la falta de una señalización adecuada para que puedan atravesar la intersección. Se observó que los vehículos al intentar dejarlos circular frenaban bruscamente.

➤ **PUNTO 10: Av. Cochabamba – Calle Colón**



**Figura 4.11 fotografías de la intersección Av. Cochabamba – Calle Colón**

Se realizó una inspección en el PUNTO 10 en la franja horaria entre las 17:45 y 18: 05 horas. Se observó lo siguiente: la calzada se encuentra conformada por una carpeta de asfalto, no advirtiéndose baches u otras irregularidades que pudieran afectar el normal desenvolvimiento del tránsito. La intersección presenta semáforos, ubicados en esquinas diferentes, que al momento de la inspección se encontraban en correcto funcionamiento. Existen marcas viales de pare y flecha sobre la calzada, las cuales se encuentran parcialmente pintadas. La visibilidad es buena, no se observaron elementos fijos que la obstruyan o disminuyan. El flujo vehicular es regular, circulando en su mayoría colectivos y autos.

Se encuentra una señal vertical fija indicando los nombres de la calles para los vehículos que circulan por calle Cochabamba.

Se pudo apreciar la dificultad de los peatones en atravesar la arteria debido a que no presenta sendas peatonales.

Se dificulta ver el color de los semáforos ya que no hay una placa de contraste lo que genera que otras fuentes lumínicas confundan al conductor.

### 4.3 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

#### 4.3.1 DESCRIPCIÓN DE TIPO DE SEÑALES EN ÁREA DE ESTUDIO

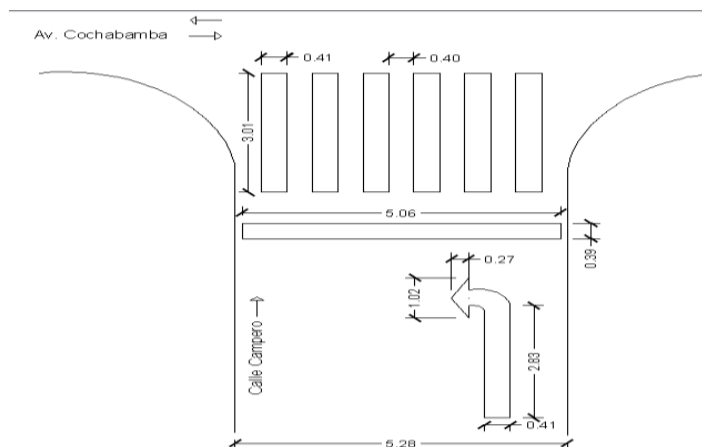
##### PUNTO 1: Av. Cochabamba – Calle Campero



Tabla 4.1 Señales sobre la Calle Campero – Av. Cochabamba

P1	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra, Pare y Flecha de Giro Izquierda.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	SR-1, IO-3 Y IV-5
<b>Semaforización</b>	No Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

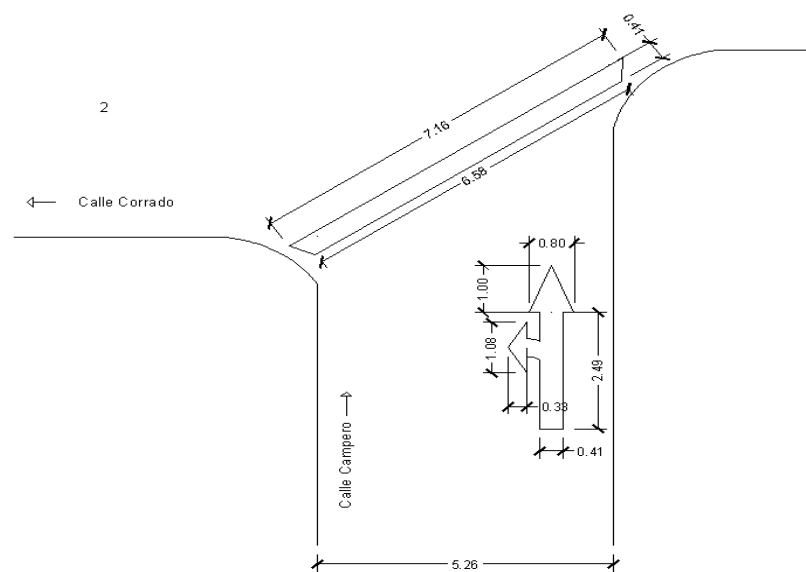
## PUNTO 2: Calle Campero – Calle Corrado



Tabla 4.2 Señales sobre la Calle Campero – Calle Corrado

P2	
<b>Tipos de Marcas</b>	Pare, Flecha de Frente y Giro Izquierda.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	IV-5
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Dimensiones en m.

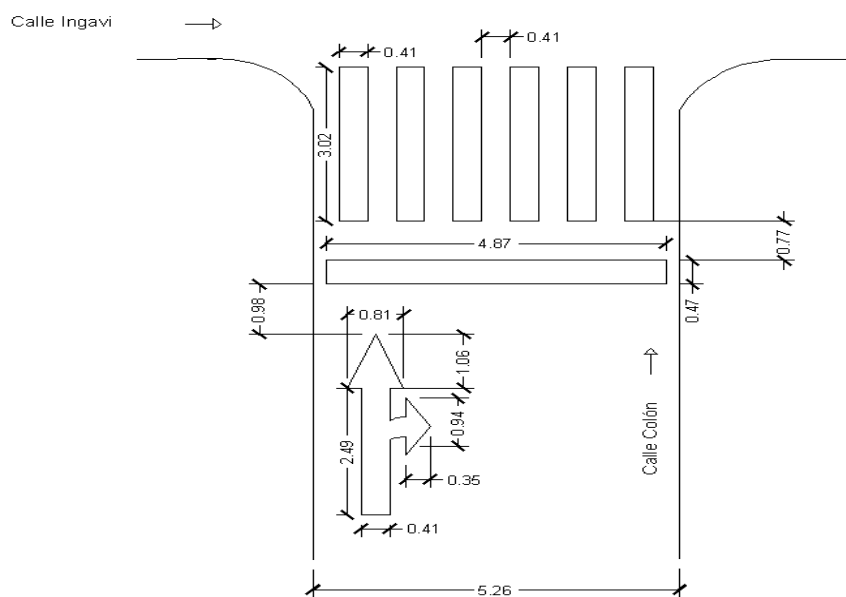
### PUNTO 3: Calle Colon – Calle Ingavi



Tabla 4.3 Señales sobre la Calle Colón – Calle Ingavi

P3	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra, Pare y Flecha de Giro Derecha.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	IV-5
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

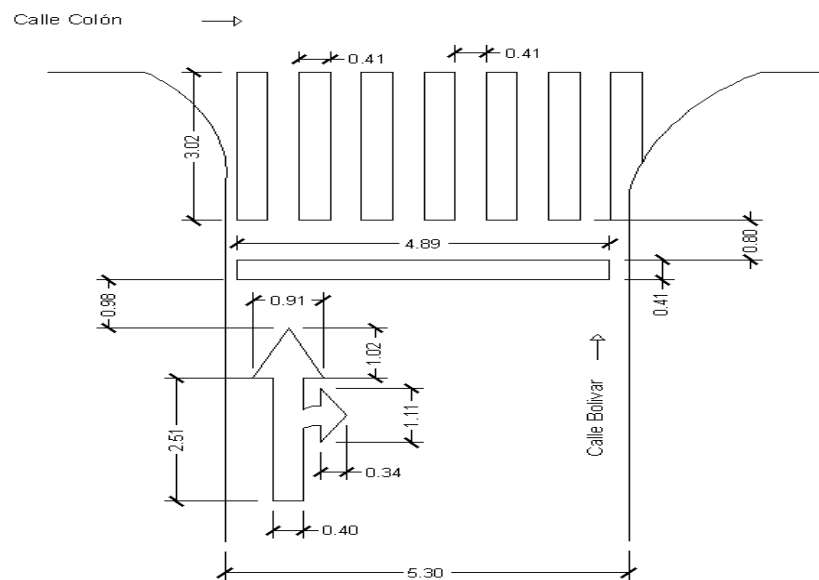
#### PUNTO 4: Calle Colon – Calle Bolivar



Tabla 4.4 Señales sobre la Calle Bolivar – Calle Colón

P4	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra, Pare, Flecha de Frente y Giro Derecha.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	SR-1 y IV-5
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

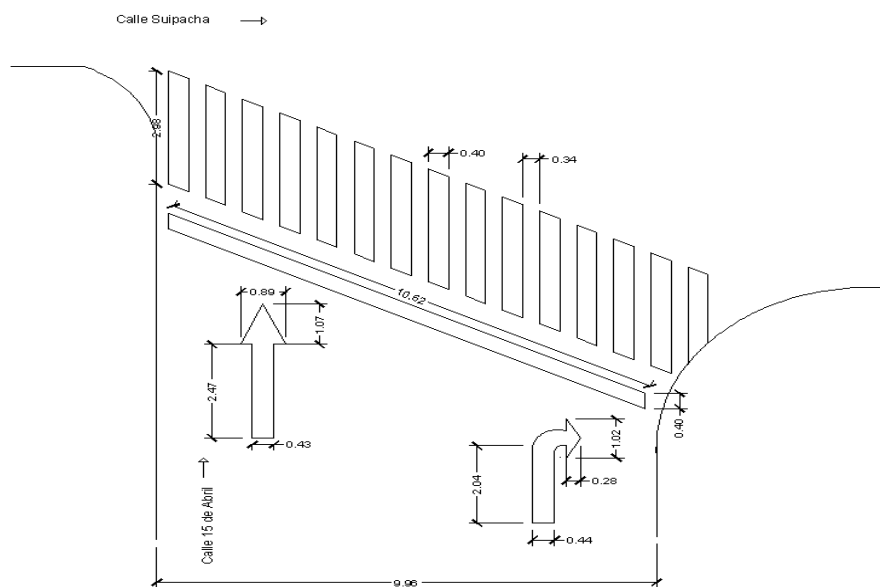
### PUNTO 5: Calle Suipacha – Calle 15 de Abril



Tabla 4.5 Señales sobre la Calle 15 de Abril – Calle Suipacha

P5	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra, Pare, Flecha de Frente y Flecha de Giro Derecha.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	SR-1
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

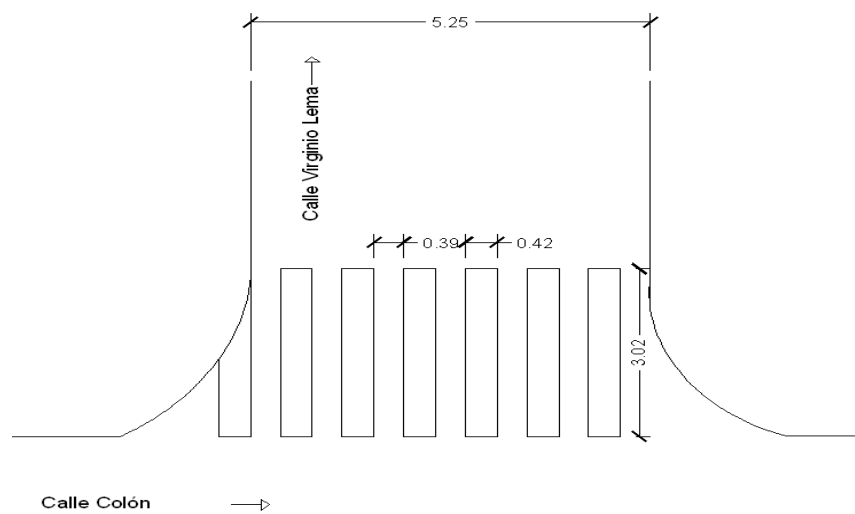
### PUNTO 6: Calle Colon – Calle Virginio Lema



Tabla 4.6 Señales sobre la Calle Virginio Lema – Calle Colón

P6	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	IO-3
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

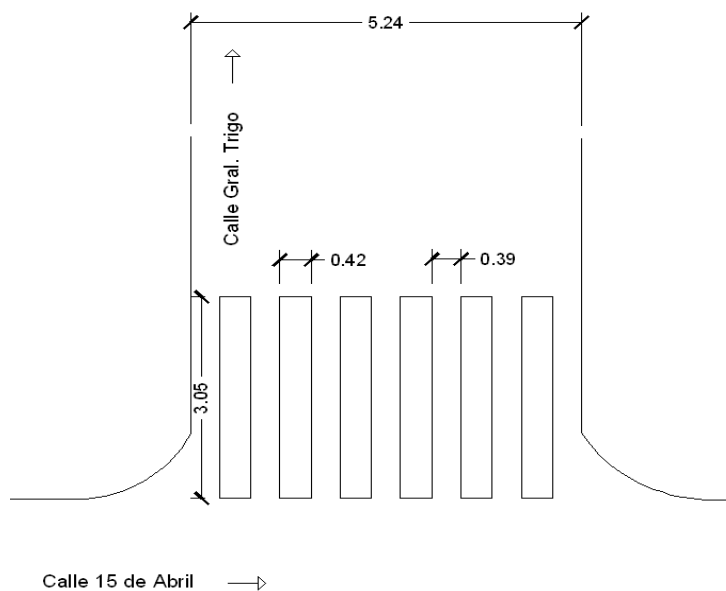
### PUNTO 7: Calle Gral. Trigo – Calle 15 de Abril



Tabla 4.7 Señales sobre la Calle Gral. Trigo – Calle 15 de Abril

P7	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	IV-5
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

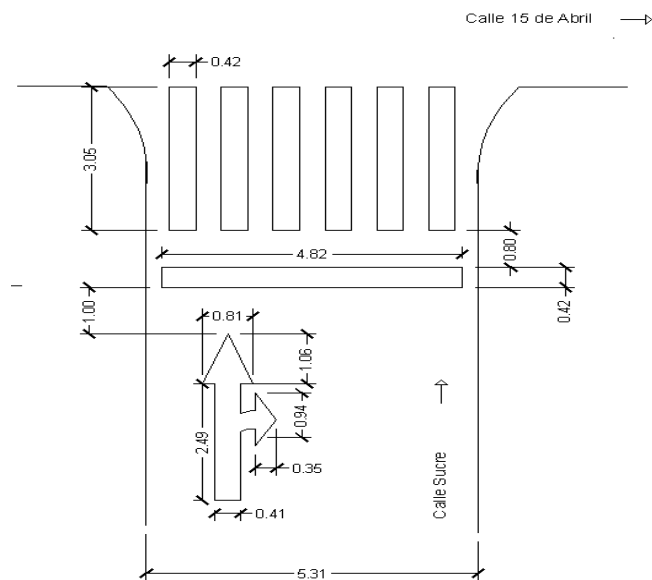
**PUNTO 8: Calle Sucre – Calle 15 de Abril**



**Tabla 4.8 Señales sobre la Calle Sucre – Calle 15 de Abril**

<b>P8</b>	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra, Pare y Flecha de Giro Derecha.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	IV-5
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

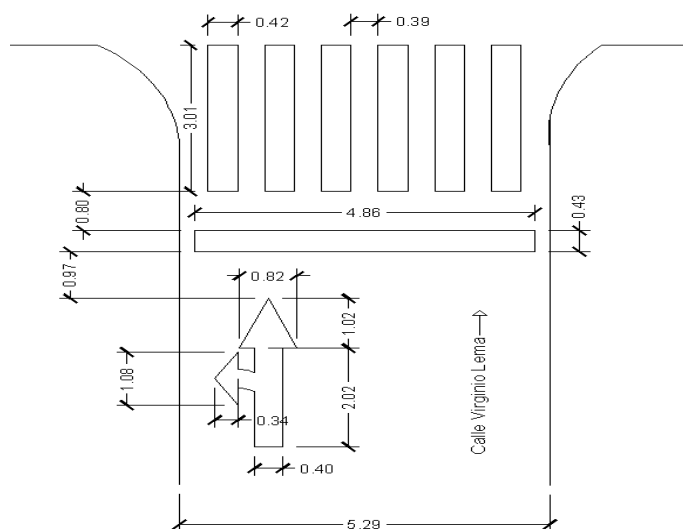
### PUNTO 9: Calle Gral. Trigo – Calle Virginio Lema



Tabla 4.9 Señales sobre la Virginio Lema – Calle Gral. Trigo

P9	
<b>Tipos de Marcas</b>	Cebra, Pare, Flecha de Giro Izquierda y Parqueo.
<b>Color</b>	blanco y amarillo.
<b>Señalización Vertical</b>	No Tiene
<b>Semaforización</b>	No Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

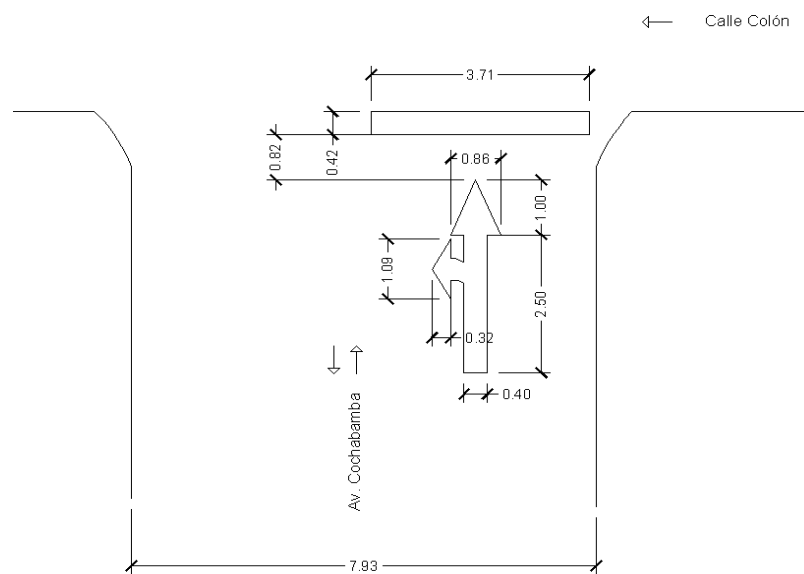
### PUNTO 10: Av. Cochabamba – Calle Colón



Tabla 4.10 Señales sobre la Av. Cochabamba – Calle Colón

P10	
<b>Tipos de Marcas</b>	Pare y Flecha de Giro Izquierda.
<b>Color</b>	blanco
<b>Señalización Vertical</b>	IV-5
<b>Semaforización</b>	Tiene

Las dimensiones de las marcas son:



Mediciones en m.

## 4.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

### 4.3.2.1 PINTURA

La pintura que emplean en la ejecución de las marcas es a base de resina acrílica modificada, el tarro contiene 18 litros de pintura, lleva el nombre de **Pintura para Demarcación de Calles** de la sociedad industrial Continental Lta, la tasa o cantidad por m<sup>2</sup> de señal según la aplicación es de 0.6 l/m<sup>2</sup>.



Figura 4.12 Fotografía de los materiales empleados en ejecución de las Marcas

### Indicaciones que presenta el producto:

#### 1.- Preparación de Superficie

- Superficie Nueva:
  - Remover el polvo y suciedad
  - Remover resto de grasa y combustible mediante lavado con agua y jabon / detergente industrial
  - Verificar que el asfalto o concreto este seco y curado
- Superficie con pintura antigua:
  - Remover restos de grasa y combustible mediante lavado con agua y jabon industrial
  - Luego remover restos de pintura seca

#### 2.- Método de Aplicación

- Brocha, rodillo, equipo convencional con o sin aire (airless).

### **3.-Tiempo de secado**

- A 6 milsHumedo: Al tacto max. 5 minutos a 25 ·C  
Al tacto duro max. 20 minutos a ·C
- A 15 milsHumedo: Al tacto max. 10 minutos a 25·C  
A tacto duro max. 120 minutos a ·C

En anexo se detallaran algunas pinturas para marcas viales que hay en el mercado como sugerencia para su aplicación.

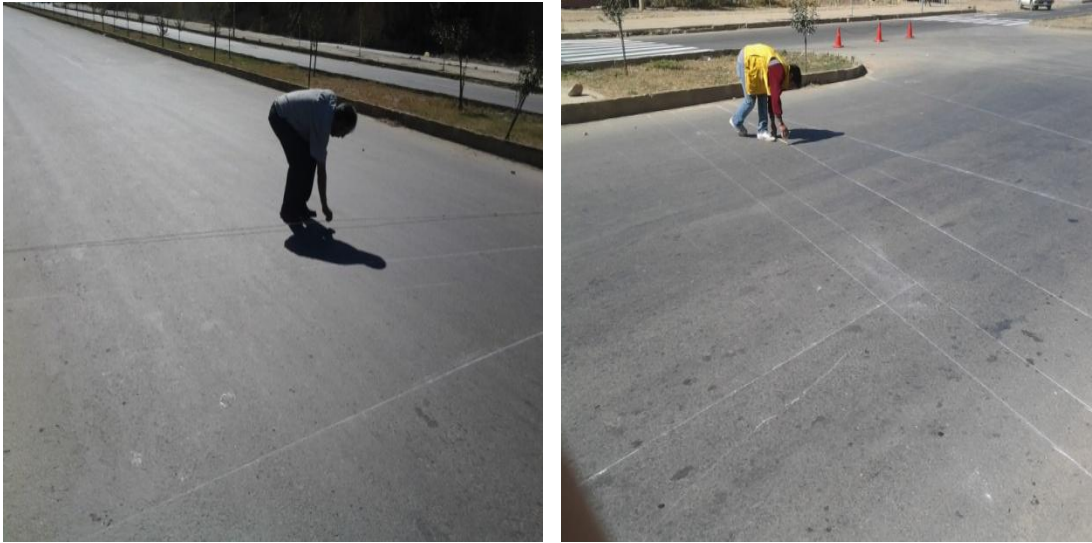
#### **4.3.2.2 ESFERAS REFLECTIVAS**

El material aplicado lleva el nombre de microesferas de vidrio APEX, su cantidad de microesferas aplicado es de 300 g/l y sus características son las siguientes:

- Apariencia: Limpia, clara e incolora, sin impurezas obvias.
- Redondez: 85 %
- Índice de Refracción: 1.50 mínimo.
- Recubrimientos: Resistente a la Humedad, Recubrimiento para adherencia,
- Sacos de 25 kg.

#### **4.3.3 PROCESO DE EJECUCIÓN**

Para el pintado de las marcas se realiza primero el cierre de área de trabajo atreves de unos conos, seguidamente se limpia el lugar donde están destinadas las marcas por medio de una sopladora, posteriormente se realiza el trazo de las marcas con sus correspondiente medidas, en longitudes extensas el trazo se lo realiza con ayuda de una tanza con yeso.



**Figura 4.13.1** Fotografía del proceso de ejecución de marcas viales

Se hace uso de planchas metálicas donde son cubiertas de aceite para que la pintura no se pegue en ellas, una vez puesta en el trazo el operario mezcla la pintura con tinner y las microesferas de vidrio, posteriormente lo pone en la maquina pintadora LINE LAZER 3900 para su posterior pintado.





**Figura 4.13.2** Fotografía del proceso de ejecución de marcas viales

Se debe retirar la pintura emprendida en las planchas metálicas para así no variar sus medidas de las marcas y después recubrirlo nuevamente con aceite para continuar con el pintado.



**Figura 4.13.3** Fotografía del proceso de ejecución de marcas viales

Una vez terminado se debe esperar unos 30 minutos para que seque la pintura y después abrir el tránsito a las moviidades.

### 4.3.4 MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

#### 4.3.4.1 MEDICIÓN DE ESPESORES

Para la medición de espesores se tomó 3 muestras de pintura de 1 cm x 1cm con una espátula en cada punto de observación, este muestreo se lo realizó 3 veces en todos los puntos durante 2 meses, para su medición se utilizó un micrómetro somet con una precisión de 0,01 mm. Esta evaluación se lo realiza con la finalidad de comparar con el espesor mínimo establecido.



Figura 4.14 Micrómetro Somet

A continuación se detalla los modelos de deterioro de espesores por cada punto de observación.

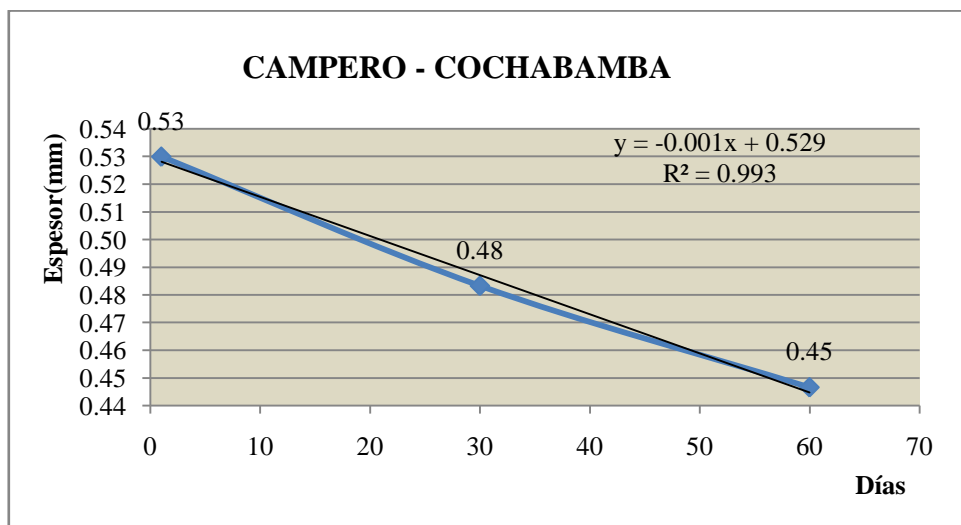
Tabla 4.11 Mediciones de espesores Punto 1

**CALLE** CAMPERO-COCHABAMBA  
**FECHA:** 12/02/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
1	1	0.58	0.63	0.38	<b>0.53</b>
2	30	0.54	0.58	0.33	<b>0.48</b>
3	60	0.49	0.55	0.30	<b>0.45</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.15 Espesores vs Días en Punto 1



Fuente: Elaboración Propia

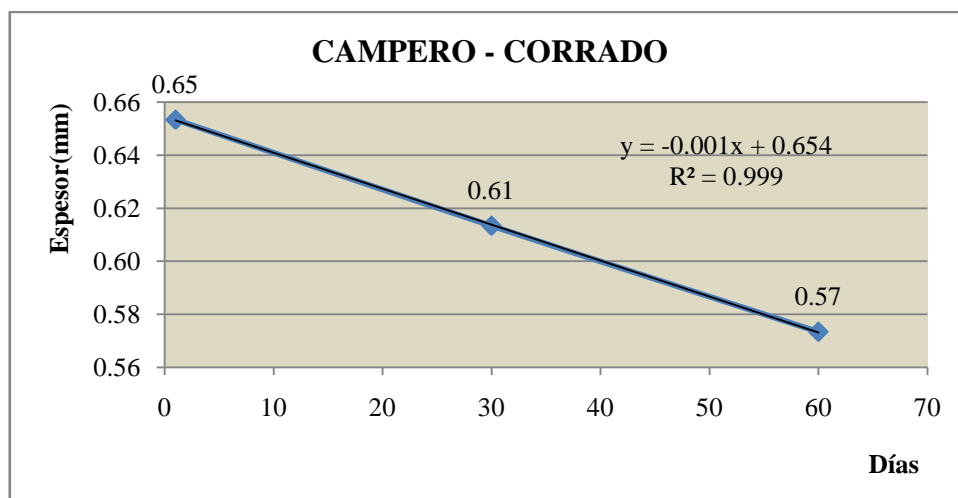
Tabla 4.12 Mediciones de espesores Punto 2

**CALLE** CAMPERO-CORRADO  
**FECHA:** 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
1	1	0.81	0.56	0.59	<b>0.65</b>
2	30	0.77	0.52	0.55	<b>0.61</b>
3	60	0.73	0.48	0.51	<b>0.57</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.16 Espesores vs Días en Punto 2



Fuente: Elaboración Propia

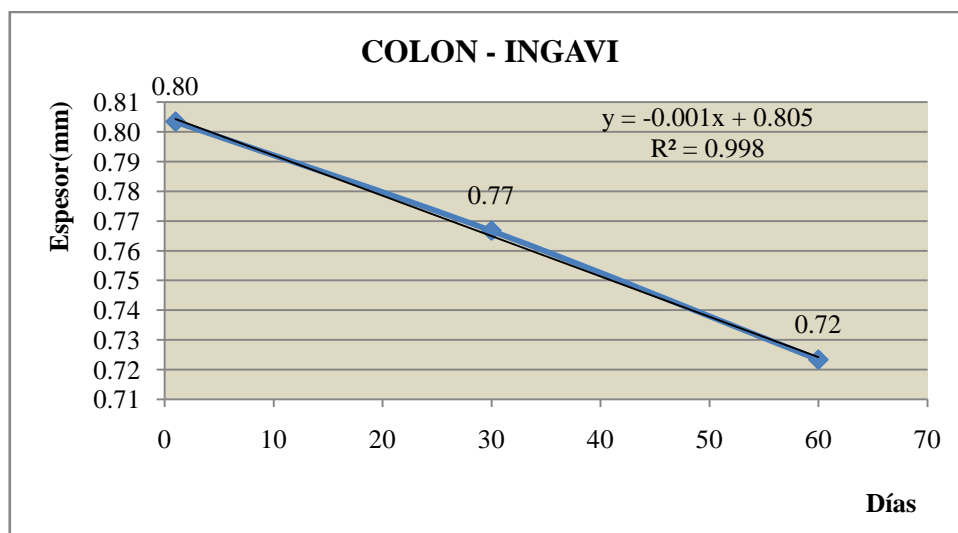
Tabla 4.13 Mediciones de espesores Punto 3

CALLE **COLON - INGAVI**  
 FECHA: **12/02/2013**

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
<b>1</b>	1	0.94	0.84	0.63	<b>0.80</b>
<b>2</b>	30	0.90	0.81	0.59	<b>0.77</b>
<b>3</b>	60	0.86	0.76	0.55	<b>0.72</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.17 Espesores vs Días en Punto 3



Fuente: Elaboración Propia

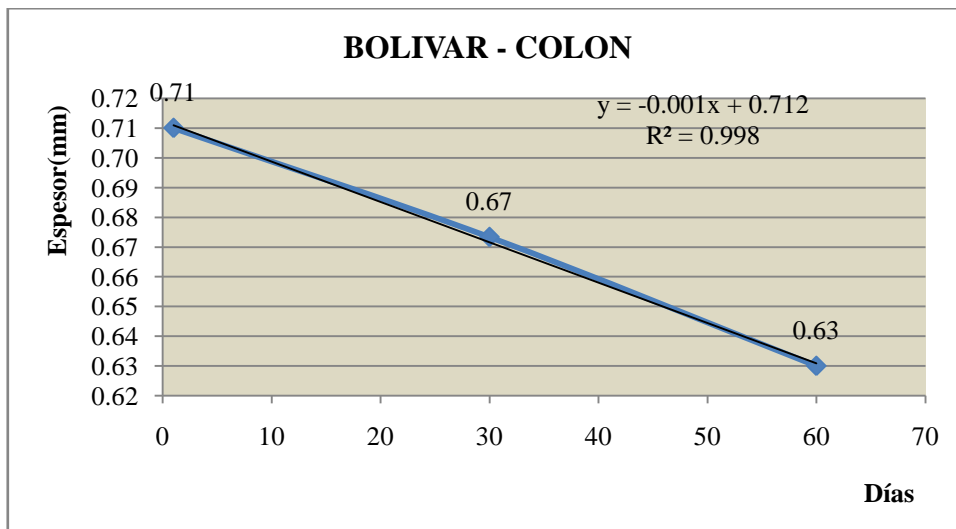
Tabla 4.14 Mediciones de espesores Punto 4

CALLE **BOLIVAR - COLON**  
 FECHA: **12/02/2013**

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
<b>1</b>	1	0.77	0.69	0.67	<b>0.71</b>
<b>2</b>	30	0.74	0.65	0.63	<b>0.67</b>
<b>3</b>	60	0.69	0.61	0.59	<b>0.63</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.18 Espesores vs Días en Punto 4



Fuente: Elaboración Propia

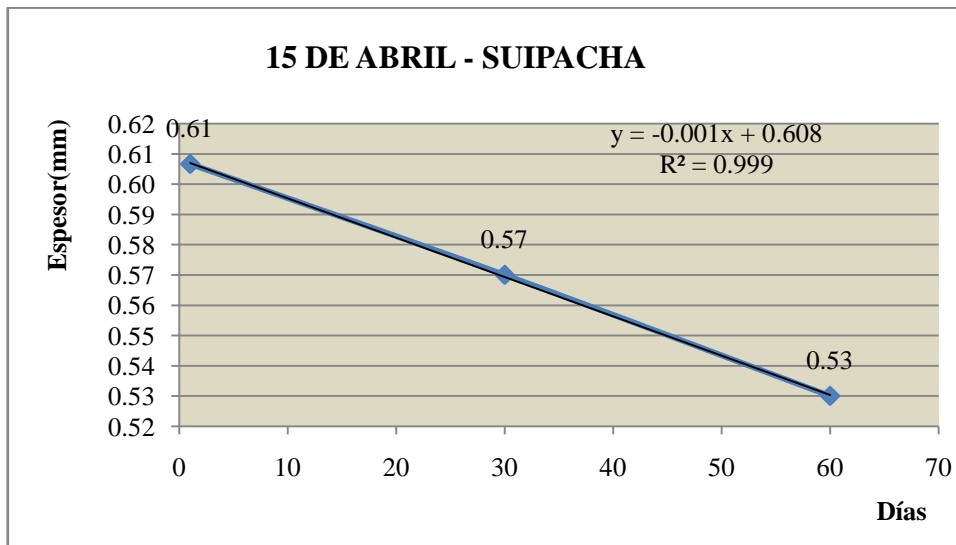
Tabla 4.15 Mediciones de espesores Punto 5

**CALLE** 15 DE ABRIL - SUIPACHA  
**FECHA:** 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
1	1	0.76	0.55	0.51	<b>0.61</b>
2	30	0.73	0.51	0.47	<b>0.57</b>
3	60	0.68	0.47	0.44	<b>0.53</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.19 Espesores vs Días en Punto 5



Fuente: Elaboración Propia

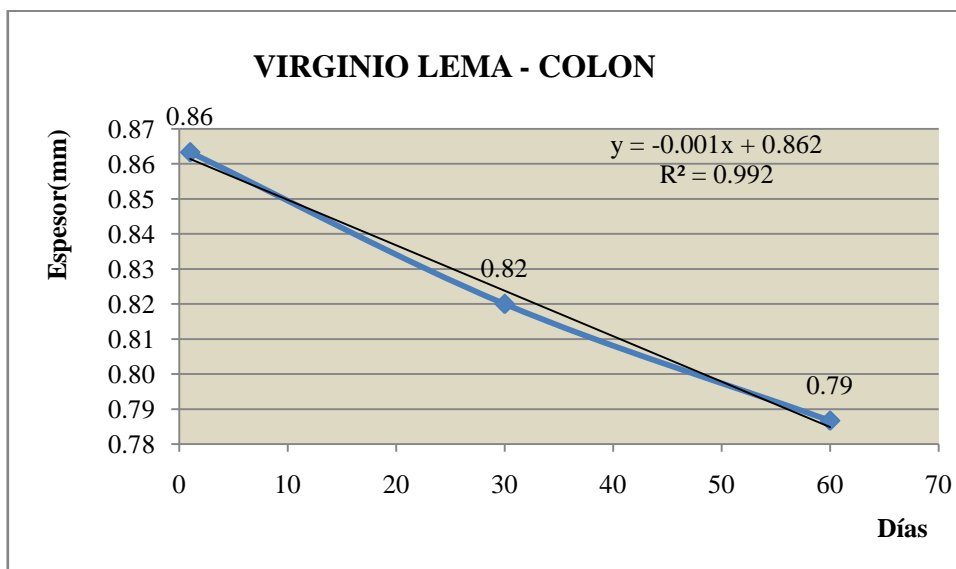
Tabla 4.16 Mediciones de espesores Punto 6

CALLE VIRGINIO LEMA - COLON  
FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
1	1	0.95	0.77	0.87	<b>0.86</b>
2	30	0.91	0.73	0.82	<b>0.82</b>
3	60	0.87	0.70	0.79	<b>0.79</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.20 Espesores vs Días en Punto 6



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.17 Mediciones de espesores Punto 7

CALLE GRAL TRIGO - 15 DE ABRIL  
FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
1	1	1.40	1.20	1.55	<b>1.38</b>
2	30	1.34	1.16	1.50	<b>1.33</b>
3	60	1.32	1.12	1.47	<b>1.30</b>

Mediciones en mm.



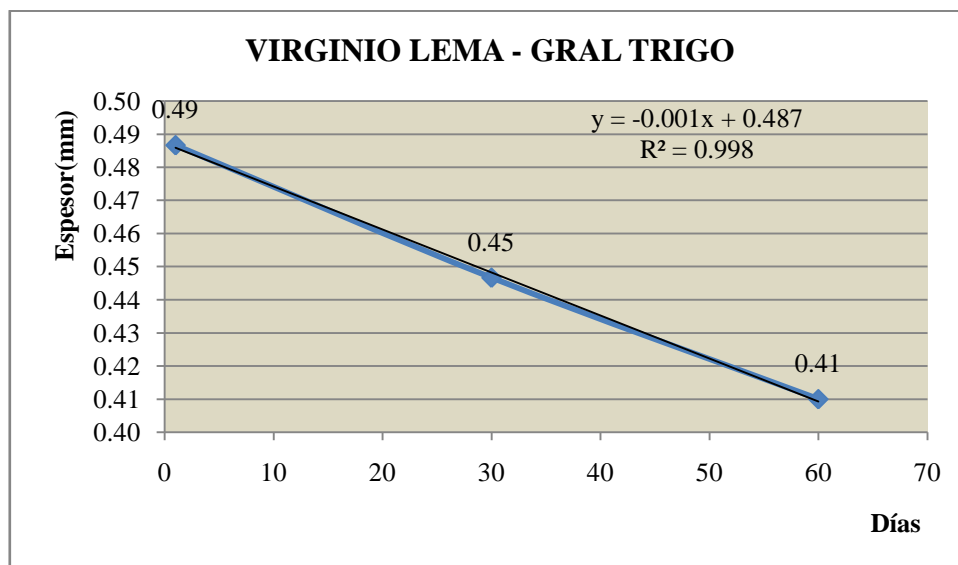
Tabla 4.19 Mediciones de espesores Punto 9

CALLE VIRGINIO LEMA - GRAL TRIGO  
FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
1	1	0.60	0.40	0.46	<b>0.49</b>
2	30	0.56	0.36	0.42	<b>0.45</b>
3	60	0.52	0.33	0.38	<b>0.41</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.23 Espesores vs Días en Punto 9



Fuente: Elaboración Propia

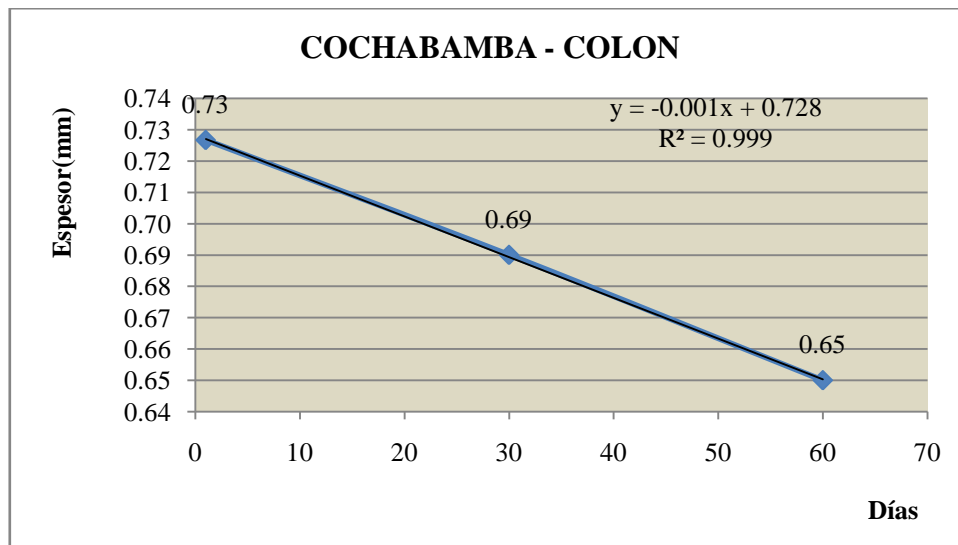
Tabla 4.20 Mediciones de espesores Punto 10

CALLE COCHABAMBA - COLON  
FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO
1	1	0.72	0.82	0.64	<b>0.73</b>
2	30	0.68	0.78	0.61	<b>0.69</b>
3	60	0.65	0.74	0.56	<b>0.65</b>

Mediciones en mm.

Figura 4.24 Espesores vs Días en Punto 10



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.4.2 MEDICIÓN DE PESOS

Con las muestras tomadas se realiza la medición de sus pesos para saber el gramaje de la pintura, como las muestras son de 1 cm x 1 cm nuestro resultados serán  $\text{gr}/\text{cm}^2$ , se realizó la medición con una balanza analítica de precisión 0,0001 gr.



Figura 4.25 Balanza Analítica

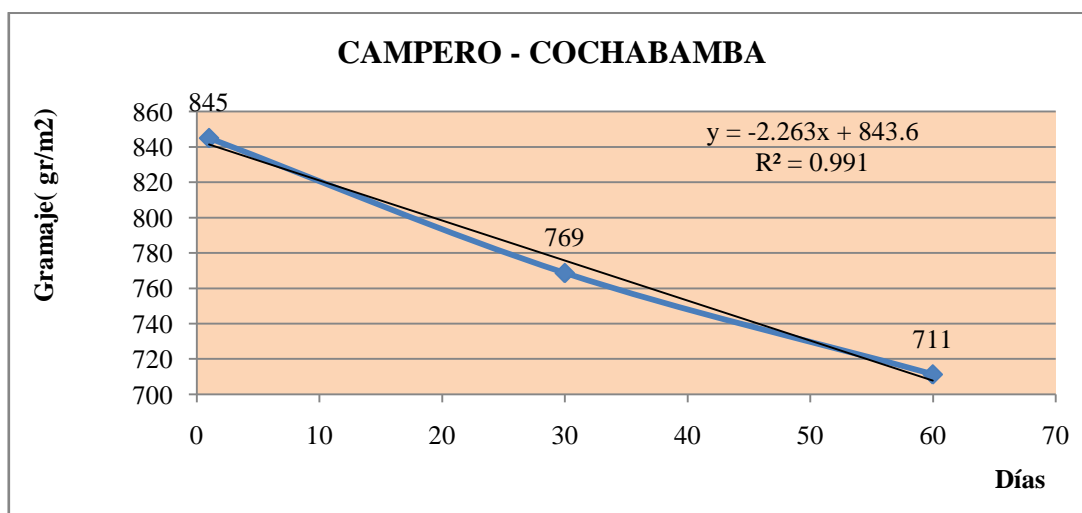
A continuación se detalla los modelos de deterioro del gramaje por cada punto de observación.

**Tabla 4.21 Mediciones de gramaje Punto 1**

**CALLE** CAMPERO-COCHABAMBA  
**FECHA:** 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm2				g/m2
1	1	0.0969	0.0931	0.0635	0.0845	845
2	30	0.0901	0.0854	0.0551	0.0769	769
3	60	0.0817	0.0813	0.0504	0.0711	711

**Figura 4.26 Gramaje vs Días en Punto 1**



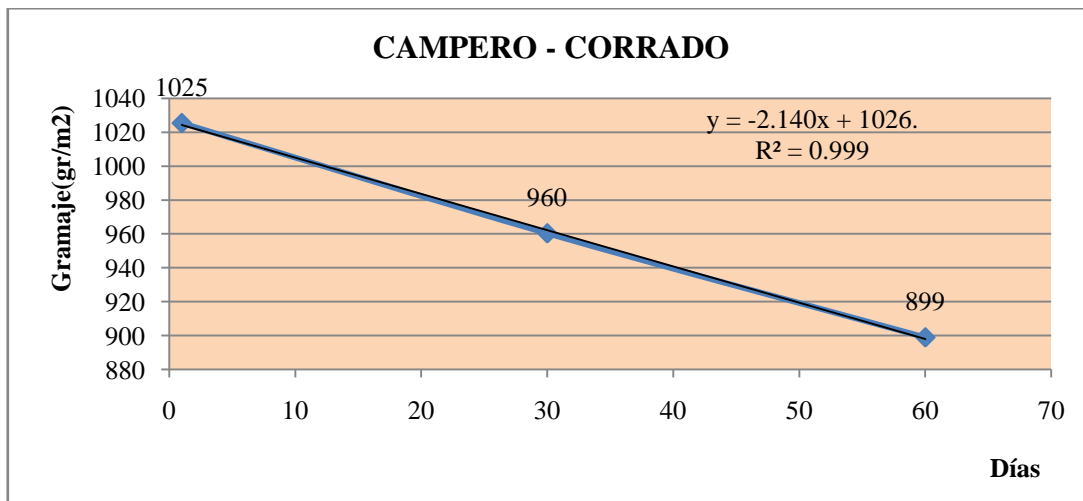
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4.22 Mediciones de gramaje Punto 2**

**CALLE** CAMPERO-CORRADO  
**FECHA:** 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm2				g/m2
1	1	0.1271	0.0892	0.0913	0.1025	1025
2	30	0.1208	0.0822	0.0851	0.0960	960
3	60	0.1144	0.0764	0.0789	0.0899	899

Figura 4.27 Gramaje vs Días en Punto 2



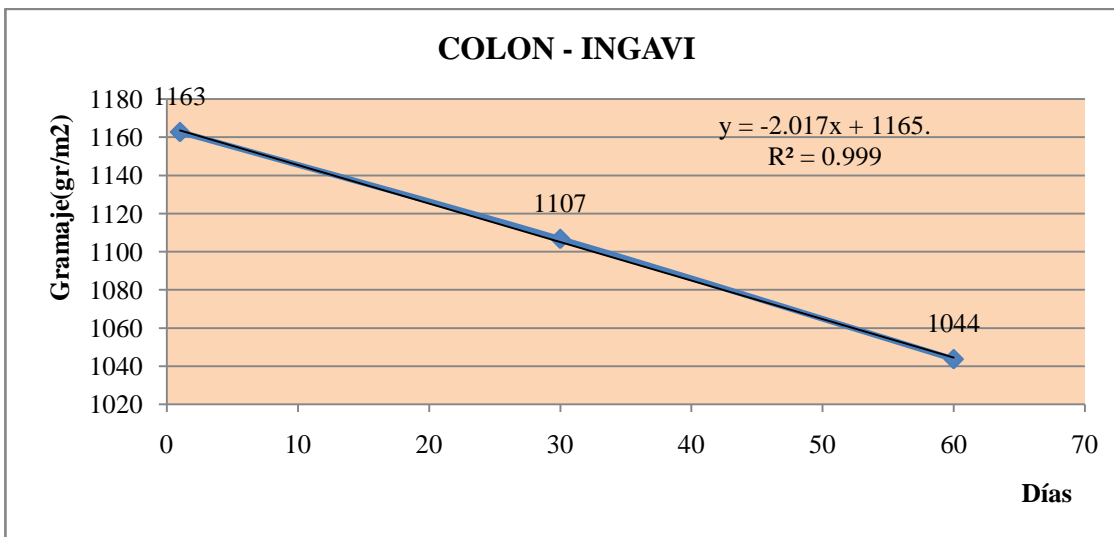
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.23 Mediciones de gramaje Punto 3

CALLE COLON - INGAVI  
 FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm <sup>2</sup>				g/m <sup>2</sup>
1	1	0.1386	0.1053	0.1049	0.1163	1163
2	30	0.1325	0.1015	0.0980	0.1107	1107
3	60	0.1265	0.095	0.0916	0.1044	1044

Figura 4.28 Gramaje vs Días en Punto 3



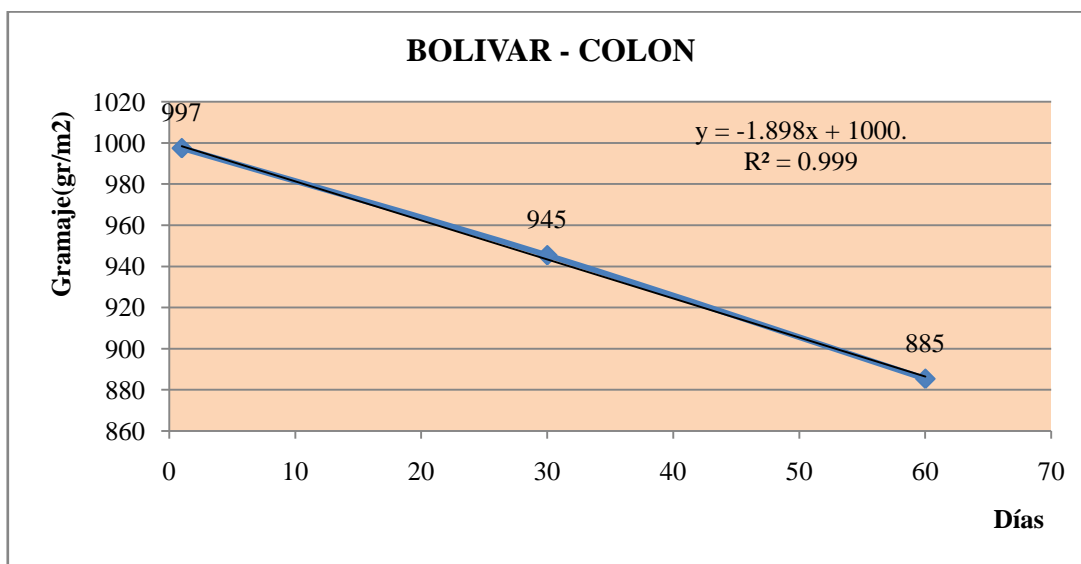
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.24 Mediciones de gramaje Punto 4

CALLE **BOLIVAR - COLON**  
FECHA: **12/02/2013**

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm2				g/m2
1	1	0.0977	0.0954	0.1061	0.0997	997
2	30	0.0939	0.0899	0.0998	0.0945	945
3	60	0.0879	0.0843	0.0934	0.0885	885

Figura 4.29 Gramaje vs Días en Punto 4



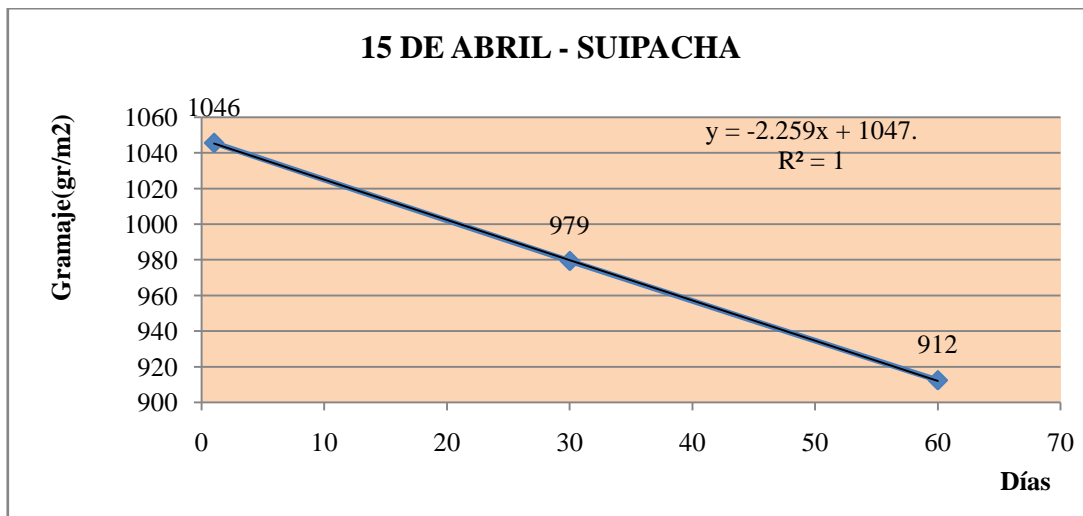
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.25 Mediciones de gramaje Punto 5

CALLE **15 DE ABRIL - SUIPACHA**  
FECHA: **12/02/2013**

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm2				g/m2
1	1	0.1276	0.0740	0.1121	0.1046	1046
2	30	0.1224	0.0681	0.1033	0.0979	979
3	60	0.1142	0.0632	0.0963	0.0912	912

Figura 4.30 Gramaje vs Días en Punto 5



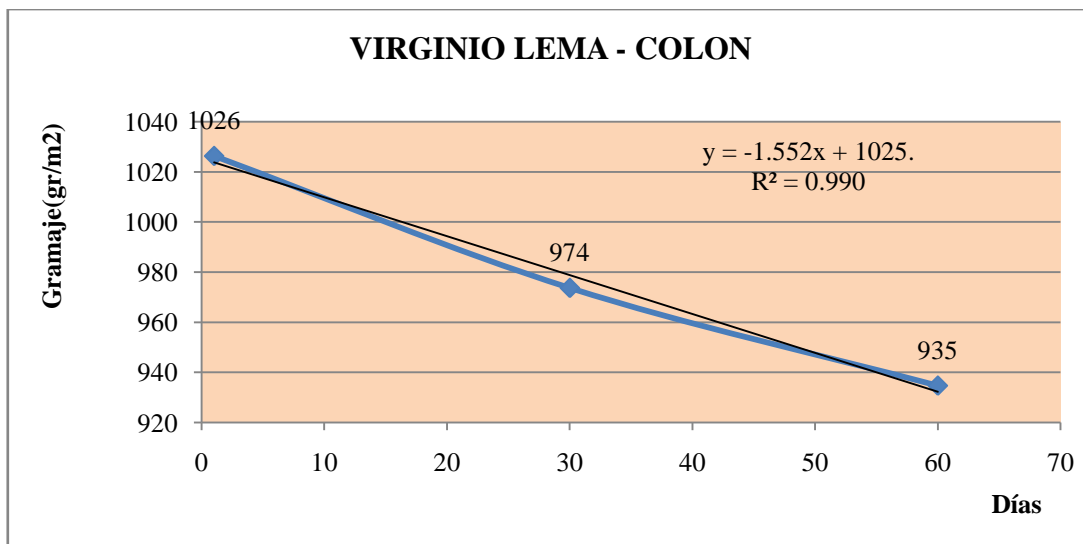
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.26 Mediciones de gramaje Punto 6

CALLE VIRGINIO LEMA - COLON  
 FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm <sup>2</sup>				g/m <sup>2</sup>
1	1	0.1083	0.0916	0.1080	0.1026	1026
2	30	0.1037	0.0866	0.1018	0.0974	974
3	60	0.0992	0.0831	0.0981	0.0935	935

Figura 4.31 Gramaje vs Días en Punto 6



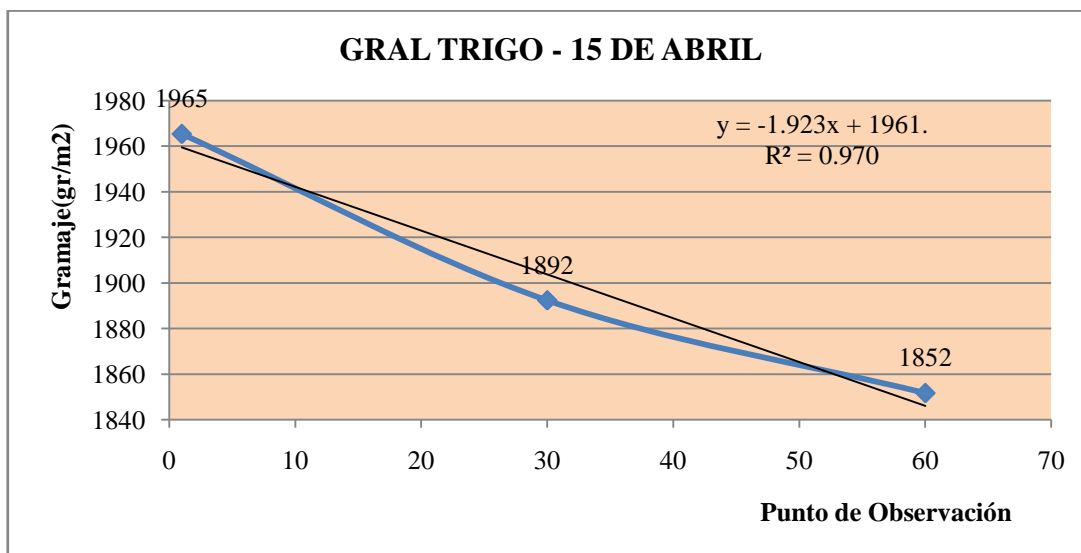
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.27 Mediciones de gramaje Punto 7

CALLE **GRAL TRIGO - 15 DE ABRIL**  
FECHA: **12/02/2013**

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm2				g/m2
1	1	0.1751	0.1828	0.2317	0.1965	<b>1965</b>
2	30	0.1672	0.1763	0.2242	0.1892	<b>1892</b>
3	60	0.1652	0.1706	0.2197	0.1852	<b>1852</b>

Figura 4.32 Gramaje vs Días en Punto 7



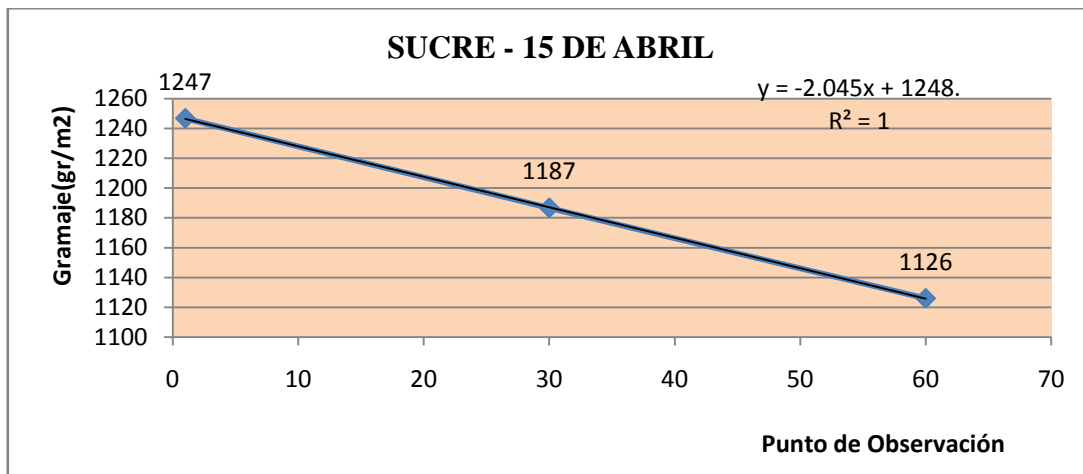
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.28 Mediciones de gramaje Punto 8

CALLE **SUCRE - 15 DE ABRIL**  
FECHA: **12/02/2013**

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm2				g/m2
1	1	0.1421	0.1281	0.1038	0.1247	<b>1247</b>
2	30	0.1360	0.1223	0.0977	0.1187	<b>1187</b>
3	60	0.1299	0.1162	0.0917	0.1126	<b>1126</b>

Figura 4.33 Gramaje vs Días en Punto 8



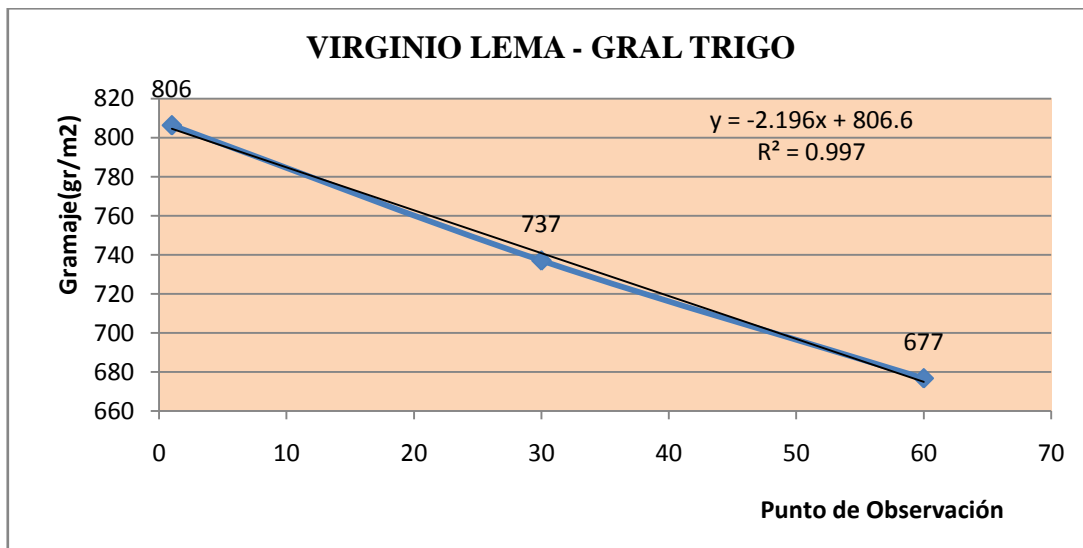
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.29 Mediciones de gramaje Punto 9

CALLE VIRGINIO LEMA - GRAL TRIGO  
 FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm <sup>2</sup>				g/m <sup>2</sup>
1	1	0.0873	0.0770	0.0776	0.0806	806
2	30	0.0810	0.0694	0.0707	0.0737	737
3	60	0.0754	0.0635	0.0641	0.0677	677

Figura 4.34 Gramaje vs Días en Punto 9



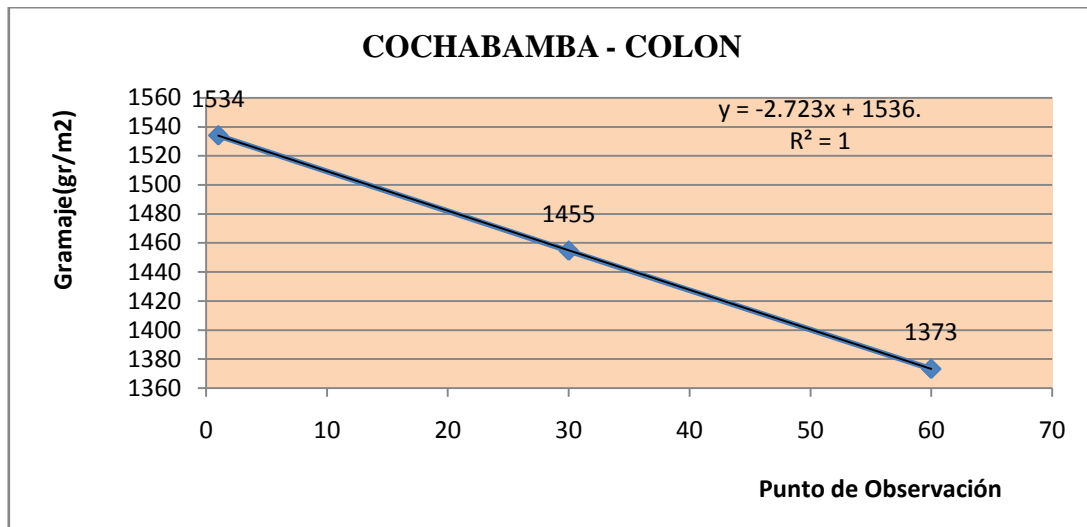
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.30 Mediciones de gramaje Punto 10

CALLE COCHABAMBA - COLON  
FECHA: 12/02/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	GRAMAJE
		g/cm2				g/m2
1	1	0.1520	0.1731	0.1351	0.1534	1534
2	30	0.1431	0.1645	0.1288	0.1455	1455
3	60	0.1372	0.1563	0.1185	0.1373	1373

Figura 4.35 Gramaje vs Días en Punto 10



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.3.4.3 MEDICIÓN DE REFLECTIVIDAD**

Para las auscultaciones de reflectividad se utilizó un aparato portátil Mirolux Plus, se realizó las evaluaciones en los 10 puntos de observación pertenecientes a la demarcación vial de la ciudad de Tarija que está a cargo de la Unidad de Tráfico y Transporte del Gobierno Municipal de Tarija.



**Figura 4.36 Retrorreflectometro Mirolux**

La auscultación debe ser periódica durante el año sin embargo por razones de tiempo y disposición del instrumento solo se simuló una auscultación durante 14 días de la siguiente manera:

- a) Primera auscultación 22/05/2013
- b) Segunda auscultación a 7 días
- c) Tercera auscultación a 14 días
- d) Cuarta auscultación a demarcaciones viejas

Bajo este procedimiento se tienen las siguientes mediciones realizadas en las diferentes calles:

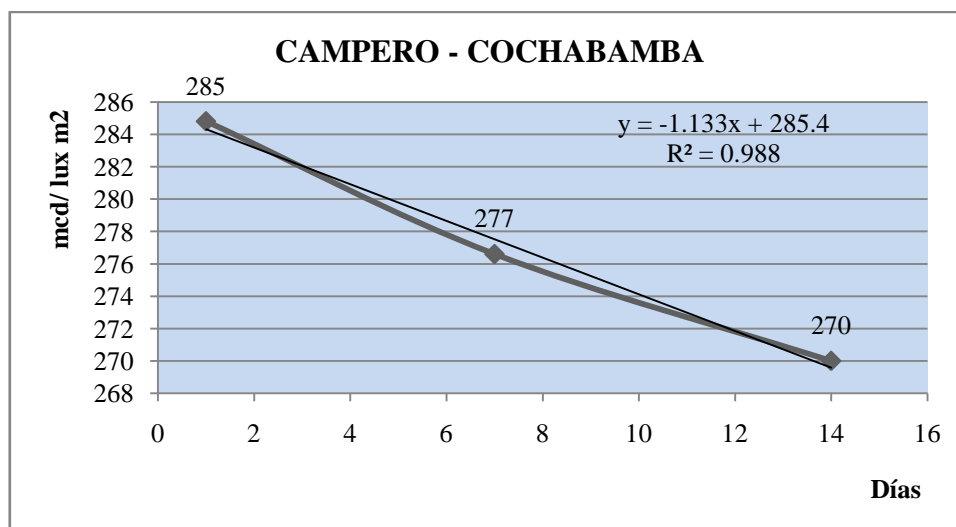
Tabla 4.31 Mediciones de reflectividad Punto 1

CALLE CAMPERO-COCHABAMBA  
FECHA: 22/05/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	289	280	285	290	280	285
2	7	280	275	278	280	270	277
3	14	275	265	270	275	265	270

Mediciones en milicandelas/ lux m<sup>2</sup>

Figura 4.37 Reflectividad vs Días en Punto 1



Fuente: Elaboración Propia

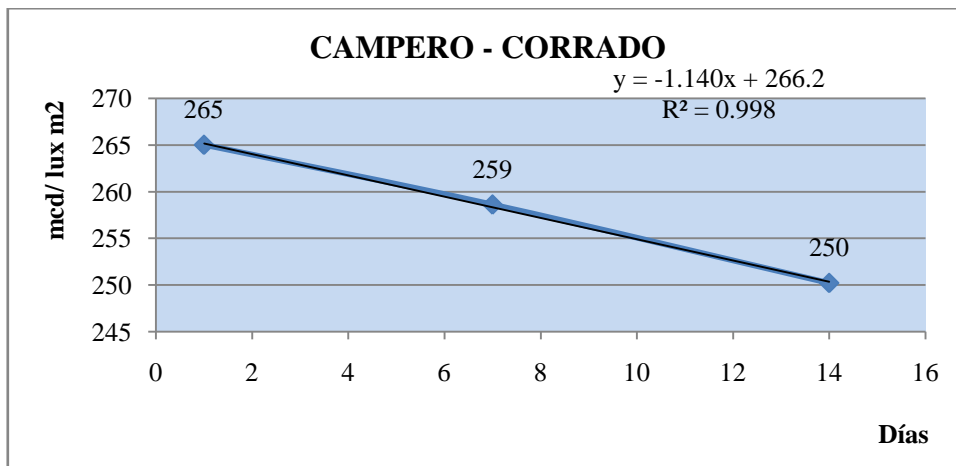
Tabla 4.32 Mediciones de reflectividad Punto 2

CALLE CAMPERO-CORRADO  
FECHA: 22/05/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	270	280	265	260	250	265
2	7	263	275	260	250	245	259
3	14	255	265	253	240	238	250

Mediciones en milicandelas/ lux m<sup>2</sup>

Figura 4.38 Reflectividad vs Días en Punto 2



Fuente: Elaboración Propia

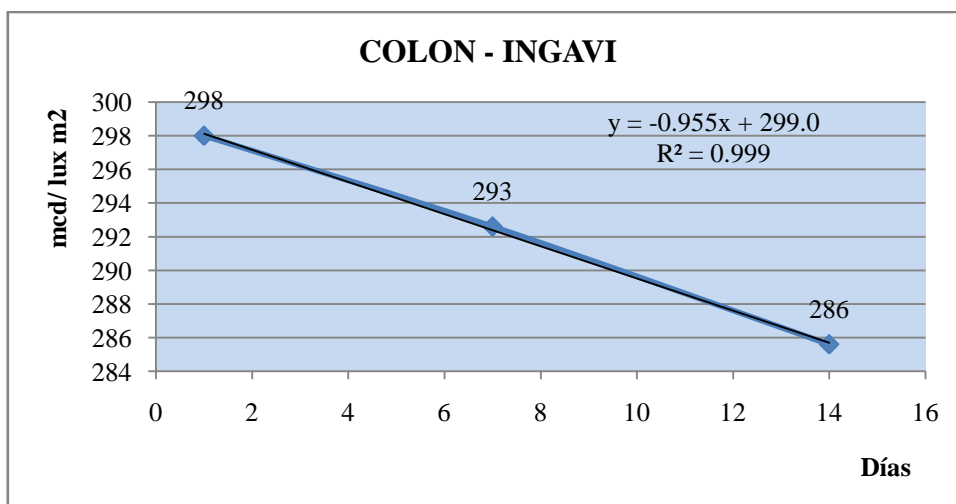
Tabla 4.33 Mediciones de reflectividad Punto 3

CALLE COLON - INGAVI  
 FECHA: 22/05/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	300	290	290	300	310	298
2	7	294	285	285	295	304	293
3	14	286	280	276	290	296	286

Mediciones en milicandelas/ lux m2

Figura 4.39 Reflectividad vs Días en Punto 3



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.34 Mediciones de reflectividad Punto 4

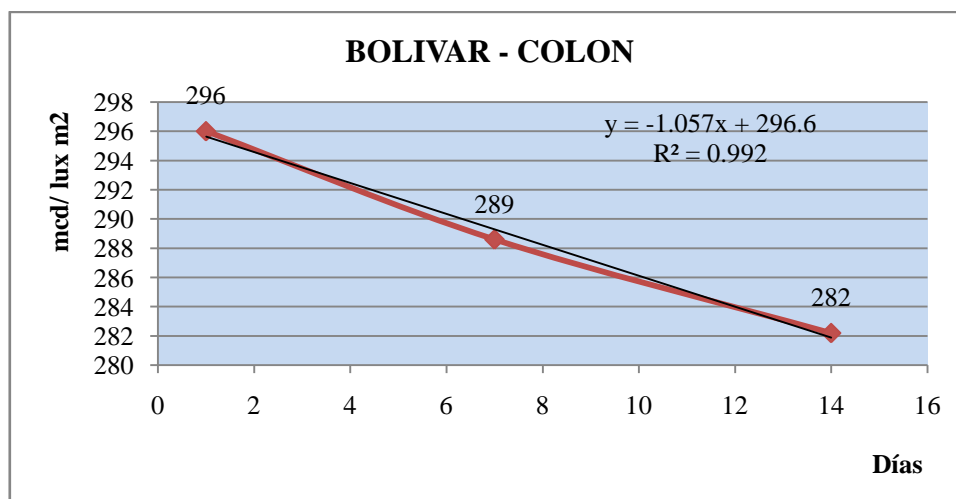
CALLE BOLIVAR - COLON

FECHA: 22/05/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	310	300	300	290	280	296
2	7	303	292	290	285	273	289
3	14	295	286	285	280	265	282

Mediciones en milicandelas/ lux m<sup>2</sup>

Figura 4.40 Reflectividad vs Días en Punto 4



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.35 Mediciones de reflectividad Punto 5

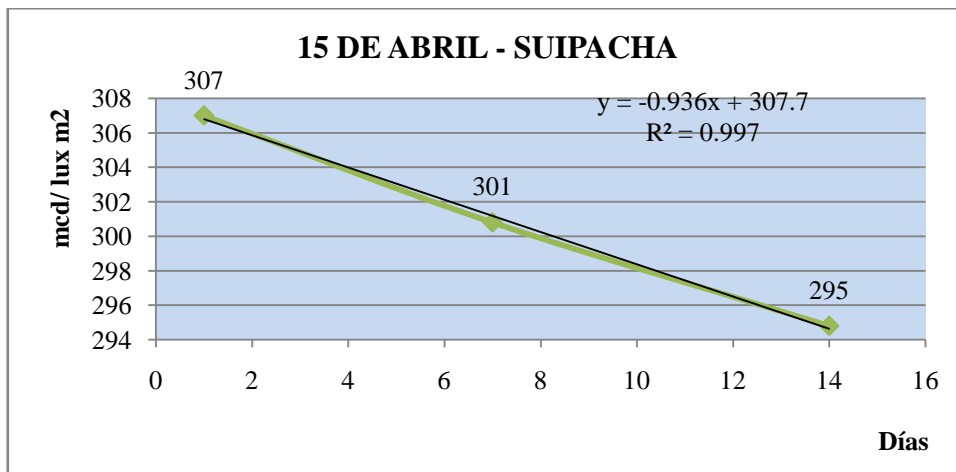
CALLE 15 DE ABRIL - SUIPACHA

FECHA: 22/05/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	310	305	310	300	310	307
2	7	305	298	302	295	304	301
3	14	299	292	295	290	298	295

Mediciones en milicandelas/ lux m<sup>2</sup>

Figura 4.41 Reflectividad vs Días en Punto 5



Fuente: Elaboración Propia

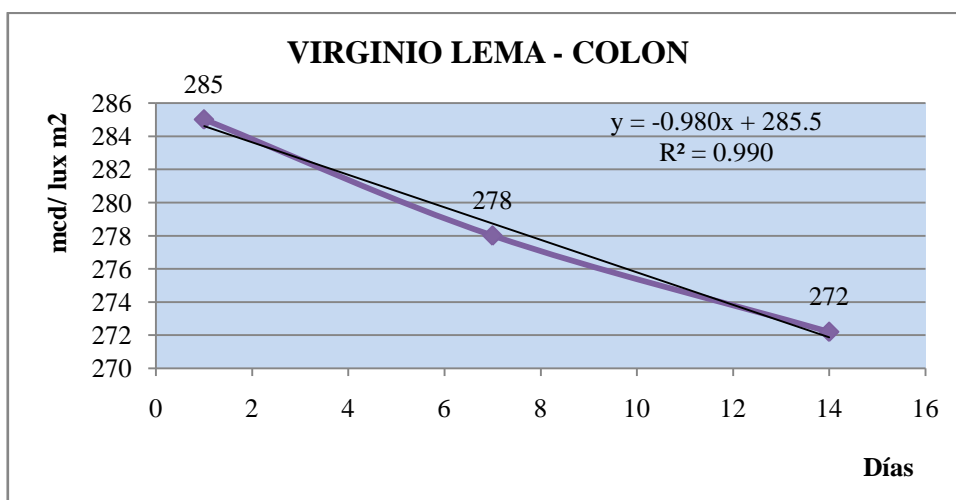
Tabla 4.36 Mediciones de reflectividad Punto 6

CALLE VIRGINIO LEMA - COLON  
 FECHA: 22/05/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	280	290	285	290	280	285
2	7	275	285	275	282	273	278
3	14	268	275	273	275	270	272

Mediciones en milicandelas/ lux m2

Figura 4.42 Reflectividad vs Días en Punto 6



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.37 Mediciones de reflectividad Punto 7

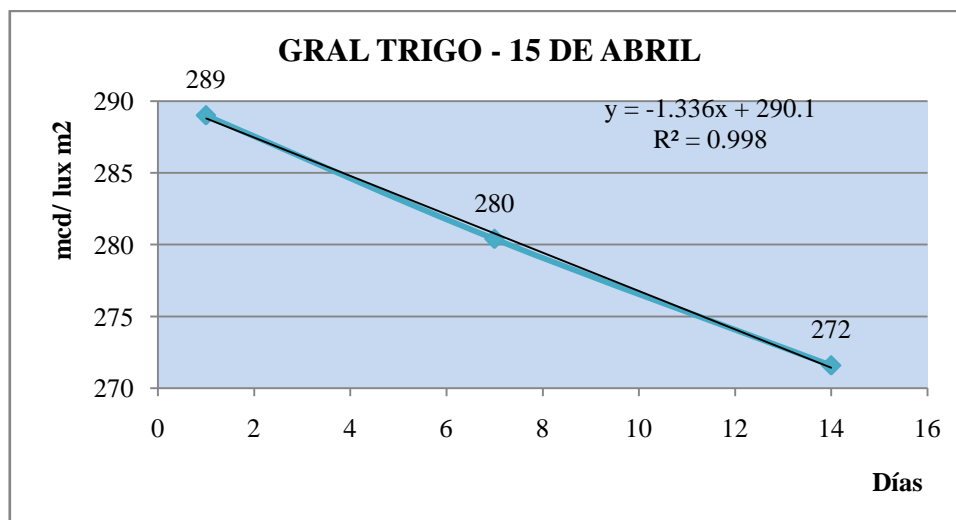
CALLE GRAL TRIGO - 15 DE ABRIL

FECHA: 22/05/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	290	275	295	290	295	289
2	7	283	267	285	282	285	280
3	14	275	258	275	273	277	272

Mediciones en milicandelas/ lux m2

Figura 4.43 Reflectividad vs Días en Punto 7



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.38 Mediciones de reflectividad Punto 8

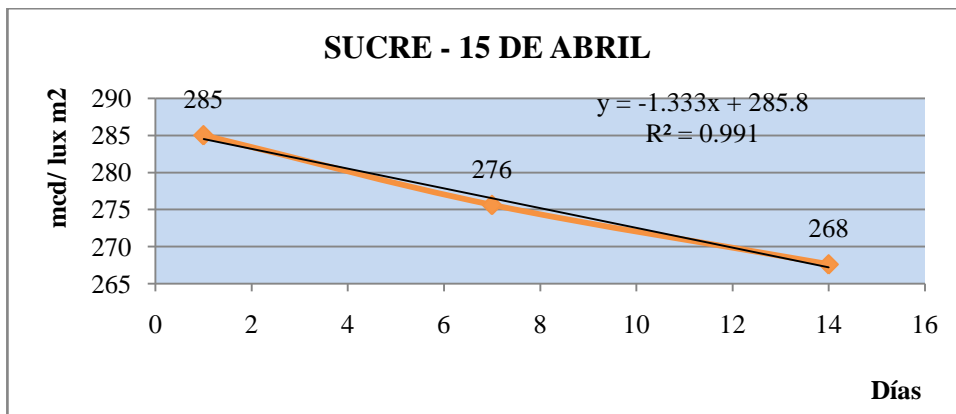
CALLE SUCRE - 15 DE ABRIL

FECHA: 22/05/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	270	300	290	280	285	285
2	7	262	290	283	270	273	276
3	14	255	283	275	260	265	268

Mediciones en milicandelas/ lux m2

Figura 4.44 Reflectividad vs Días en Punto 8



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.39 Mediciones de reflectividad Punto 9

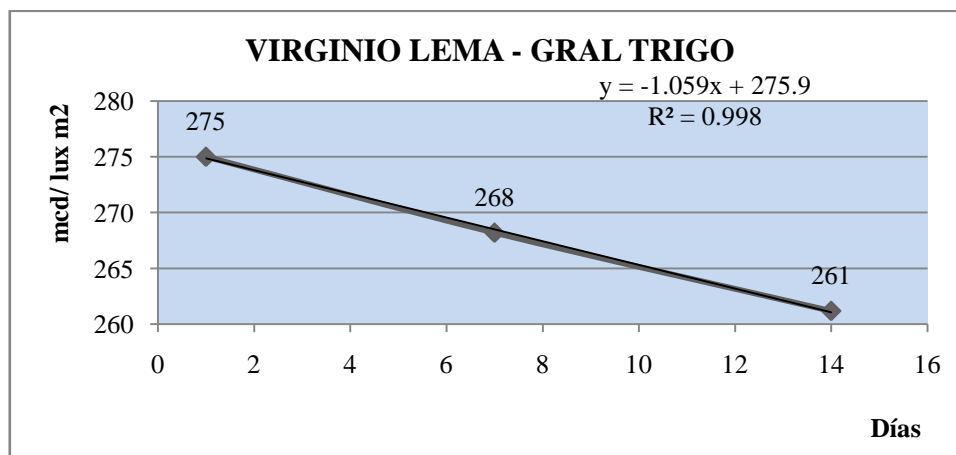
CALLE VIRGINIO LEMA - GRAL TRIGO

FECHA: 22/05/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	260	280	275	280	280	275
2	7	252	275	266	273	275	268
3	14	245	268	260	265	268	261

Mediciones en milicandelas/ lux m2

Figura 4.45 Reflectividad vs Días en Punto 9



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.40 Mediciones de reflectividad Punto 10

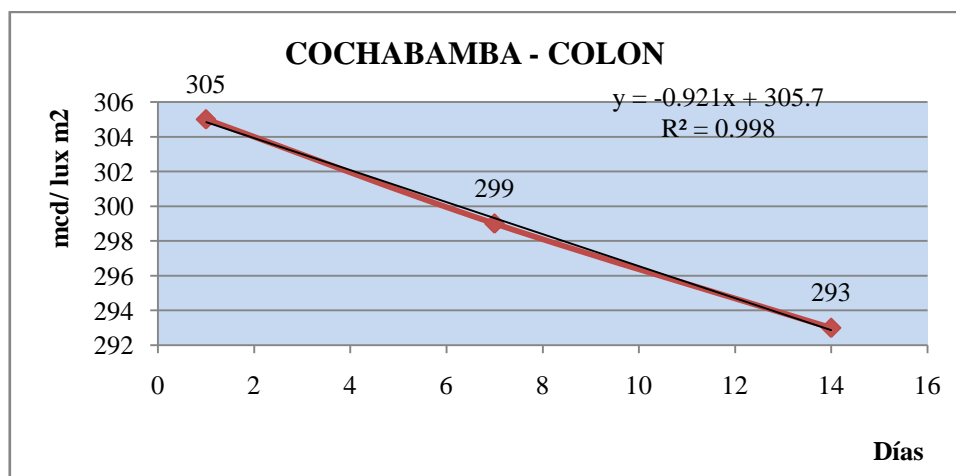
CALLE COCHABAMBA - COLON

FECHA: 22/05/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5	PROMEDIO
1	1	310	300	305	300	310	305
2	7	302	295	298	295	305	299
3	14	295	290	292	290	298	293

Mediciones en milicandelas/ lux m2

Figura 4.46 Reflectividad vs Días en Punto 10



Fuente: Elaboración Propia

Se realizó dos mediciones de reflectancia a dos puntos en la cual presentaban marcas viejas ubicadas sobre la AV. VICTOR PAZ

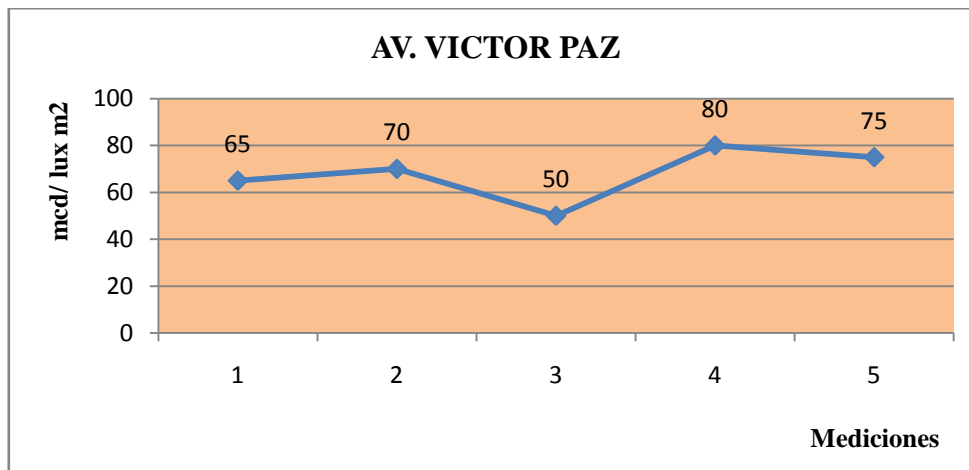
Tabla 4.41 Mediciones de reflectividad Av. Victor Paz – Calle Gral. Trigo

FECHA: 22/05/2013

Nº AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5
1	1	65	70	50	80	75

Mediciones en milicandelas/ lux m2

**Figura 4.47 Reflectividad vs Días en Av. Victor Paz – Calle Gral. Trigo**



Fuente: Elaboración Propia

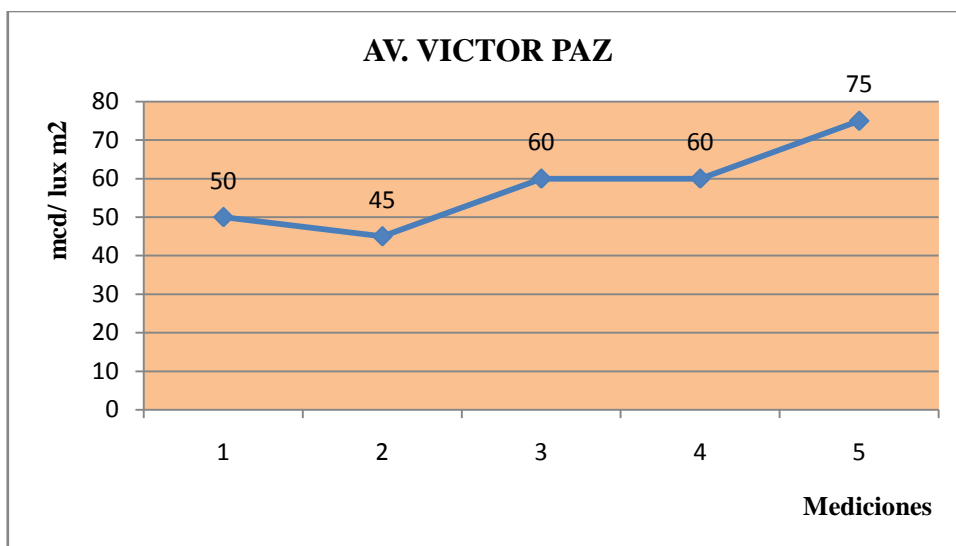
**Tabla 4.42 Mediciones de reflectividad Av. Victor Paz – Calle Sucre**

FECHA: 22/05/2013

N° AUSCULTACION	TIEMPO	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICIÓN 3	MEDICION 4	MEDICION 5
1	1	50	45	60	60	75

Mediciones en micandelas/ lux m2

**Figura 4.48 Reflectividad vs Días en Av. Victor Paz – Calle Sucre**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los parámetros tomados como espesor, gramaje y retrorreflexión para el estudio son los únicos elementos que nos permiten conocer el deterioro de las marcas a través del tiempo y poder tener un modelo de deterioro, esto lo define todas las normas como A.B.C.(Bolivia), UNE(España), IRAM(Argentina) que se basan principalmente en la retrorreflexión.

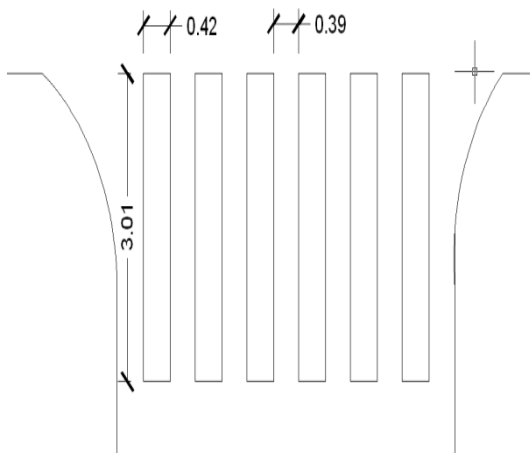
A través de los datos obtenidos en campo tanto en la geometría de las marcas, sus espesores y su retrorreflexión se establece una comparación con los valores mínimos exigidos por Norma de la Administradora Boliviana de Carreteras.

- **Análisis Comparativo de Geometría**

Bolivia no tiene una norma respecto a señalizaciones a vías urbanas sin embargo el departamento de tránsito y transporte de la alcaldía municipal se rige a base a la norma de la A.B.C., donde se puede identificar que las marcas en el área de estudio son diferentes en su geometría y dimensiones, sus características son las siguientes:

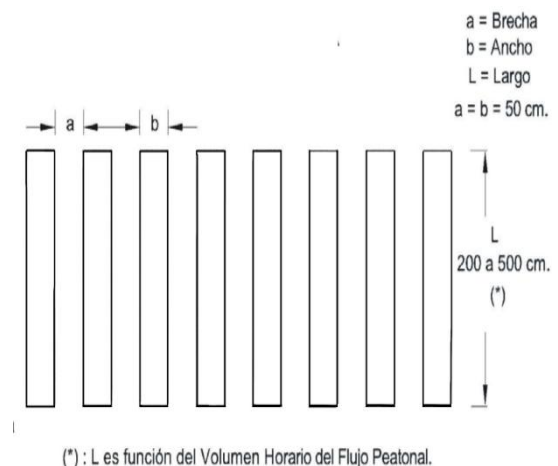
#### Líneas de Cruce en Paso Peatonal tipo Cebra

En área de estudio



Dimensiones en metros

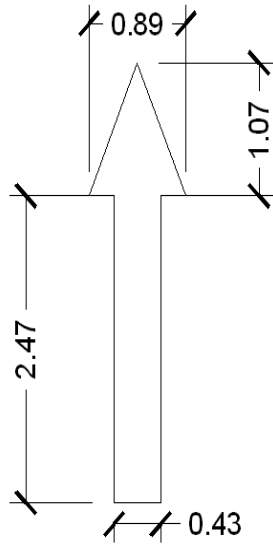
Por Norma



Dimensiones en centímetros

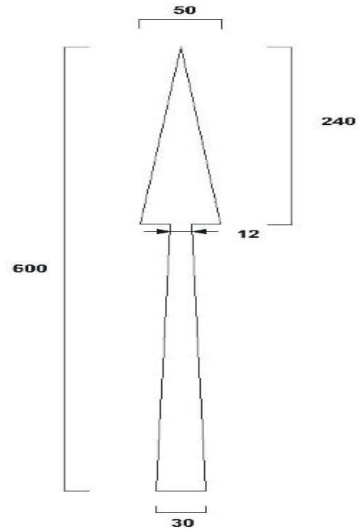
**Flecha Recta**

En área de estudio

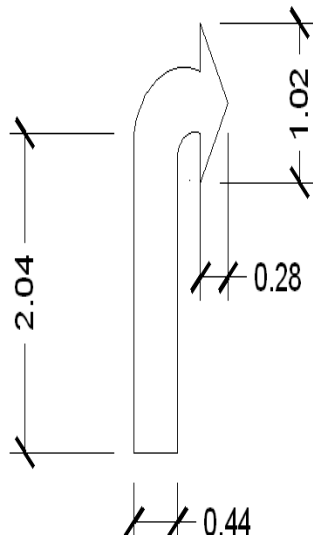


**Flecha de Viraje**

Por Norma

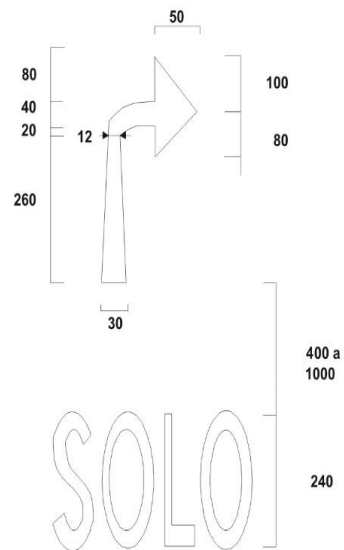


En área de estudio



Dimensiones en metros

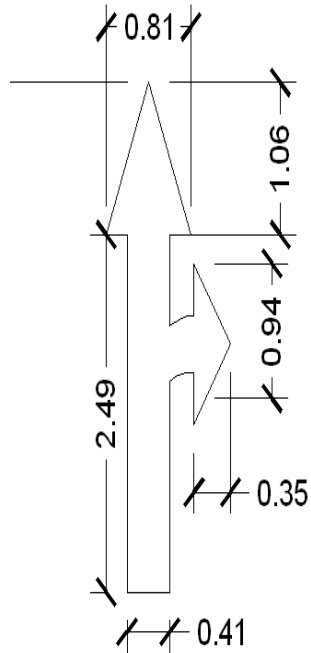
Por Norma



Dimensiones en centímetros

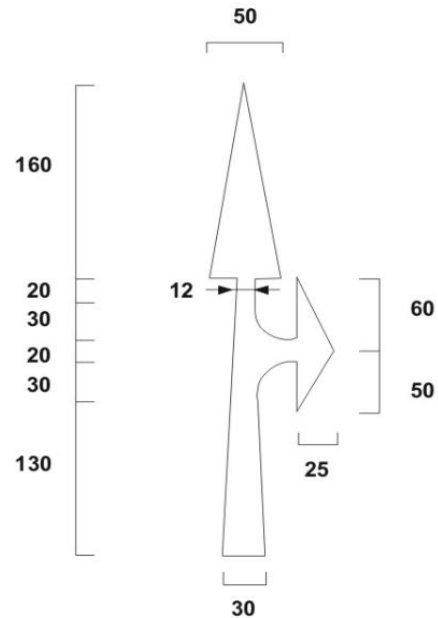
## Flecha Recta y de Viraje

En área de estudio



Dimensiones en metros

Por Norma



Dimensiones en centímetros

Además se pudo evidenciar que el área de estudio denominado casco viejo no cuenta con todas las intersecciones señalizadas, según el reconocimiento visual de toda el área se tiene que incrementar y añadir señales horizontales como verticales en las intersecciones faltantes, estas son las siguientes:

Tabla 4.43 Incrementación de señalización en el casco viejo de Tarija

INCREMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN EN EL CASCO VIEJO DE TARIJA		
INTERSECCIÓN	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	SEÑALIZACIÓN VERTICAL
FRAY M. MINGO - CAMPERO	Cendas peatonales	SR-1
AV. COCHABAMBA - SUCRE	Cendas peatonales	SR-1
AV. COCHABAMBA - DANIEL CAMPOS	Cendas peatonales	SR-1
AV. COCHABAMBA - COLON	Cendas peatonales	SR-1
AV. COCHABAMBA - SUIPACHA	Cendas peatonales	SR-1
AV. COCHABAMBA - MENDEZ	Cendas peatonales	SR-1
CORRADO - CAMPERO	Cendas peatonales	SR-1
AVAROA - SUCRE	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - SUCRE	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
VIRGINIO LEMA - SUCRE	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AVAROA - DANIEL CAMPOS	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - DANIEL CAMPO	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
VIRGINIO LEMA - DANIEL CAMPOS	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
MADRID - DANIEL CAMPOS	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AVAROA - COLON	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - COLON	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
MADRID - COLON	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AV. VICTOR PAZ - SUIPACHA	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AVAROA - SUIPACHA	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - SUIPACHA	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
MADRID - SUIPACHA	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AV. VICTOR PAZ - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AVAROA - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
VIRGINIO LEMA - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
15 DE ABRIL - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
MADRID - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
BOLIVAR - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
DOMINGO PAZ - MENDEZ	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AV. VICTOR PAZ - DELGADILLO	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AVAROA - DELGADILLO	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - DELGADILLO	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
VIRGINIO LEMA - DELGADILLO	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
15 DE ABRIL - DELGADILLO	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AV. VICTOR PAZ - ISSAC ATTIE	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - ISSAC ATTIE	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
VIRGINIO LEMA - ISSAC ATTIE	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
AV. POSOTI - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
ALEJANDRO DE CARPIO - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
VIRGINIO LEMA - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
15 DE ABRIL - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
MADRID - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
INGAVI - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
BOLIVAR - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
DOMINGO PAZ - JUNIN	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
INGAVI - O' CONOR	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5
DOMINGO PAZ - O' CONOR	Cendas peatonales, pare y flechas	SR-1, IV-5

DONDE:

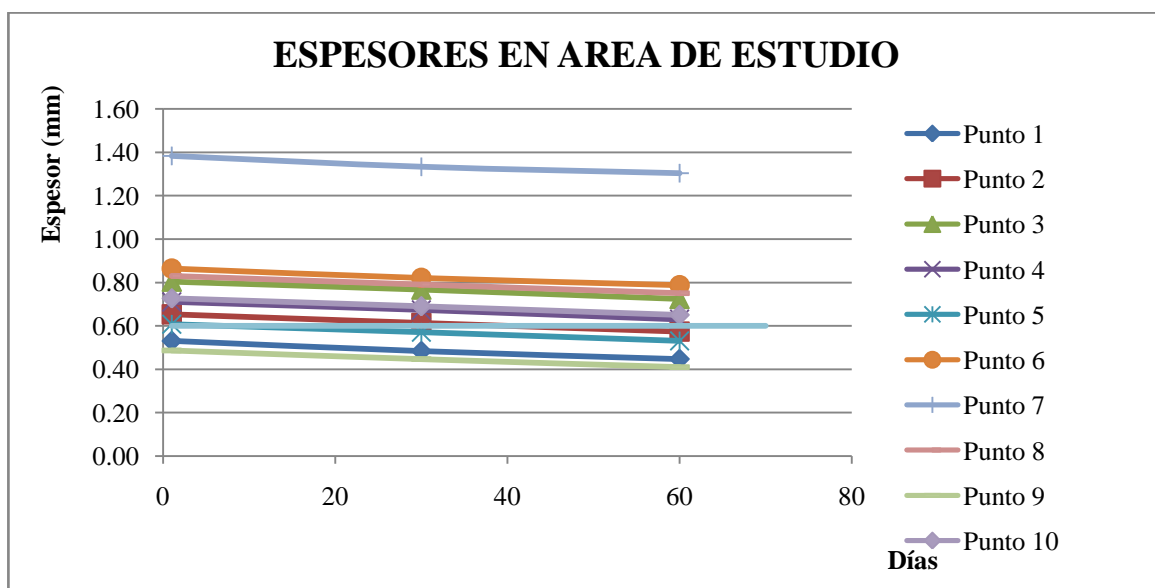
SR-1 = SEÑAL VERTICAL PARE

IV-5 = SEÑAL VERTICAL DE IDENTIFICACIÓN VIAL

- **Análisis Comparativo de Espesores**

Se establece una comparación de los espesores de pintura de los 10 puntos de observación con respecto al espesor mínimo de a 0,6 mm con la finalidad de establecer aquellos puntos que incumplieran con dicho parámetro y apreciar su comportamiento.

Figura 4.49 Espesores en área de estudio



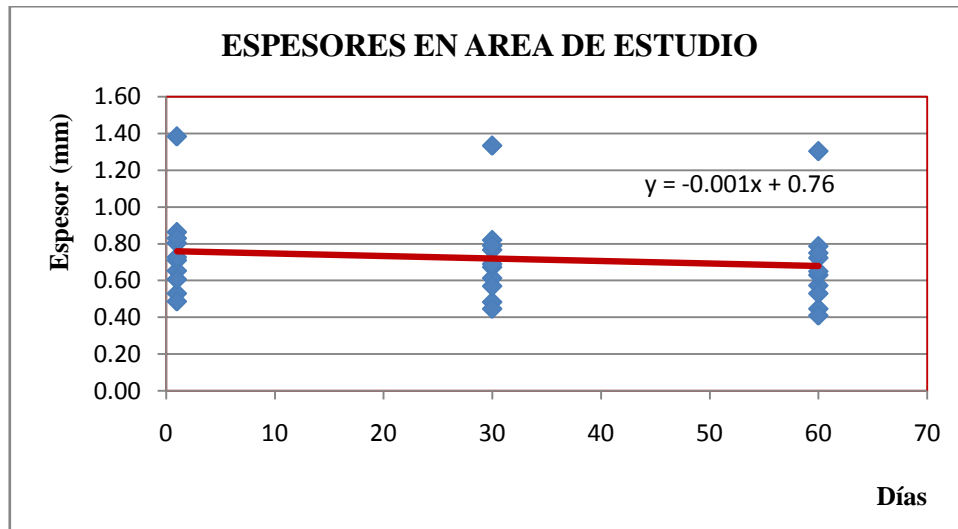
Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica podemos notar que los valores de espesores en el área de estudio no son homogéneos, dando un rango de espesores que varía desde 0.38 mm a 1.55 mm cuya media sobrepasa de 0.6 mm como mínimo, estas variaciones es consecuencia de un mala aplicación de las marcas.

Se puede apreciar en el gráfico que un 60% de los puntos evaluados cumplen con el umbral mínimo de espesor y que estas disminuyen respecto al tiempo a causa de la abrasión de las llantas de los vehiculos

Atraves de los datos de los 10 puntos de observación se pudo elabora un modelo de deterioro de todo el área del estudio que corresponde a la ciudad de Tarija.

Figura 4.50 Modelo de deterioro de espesores en área de estudio

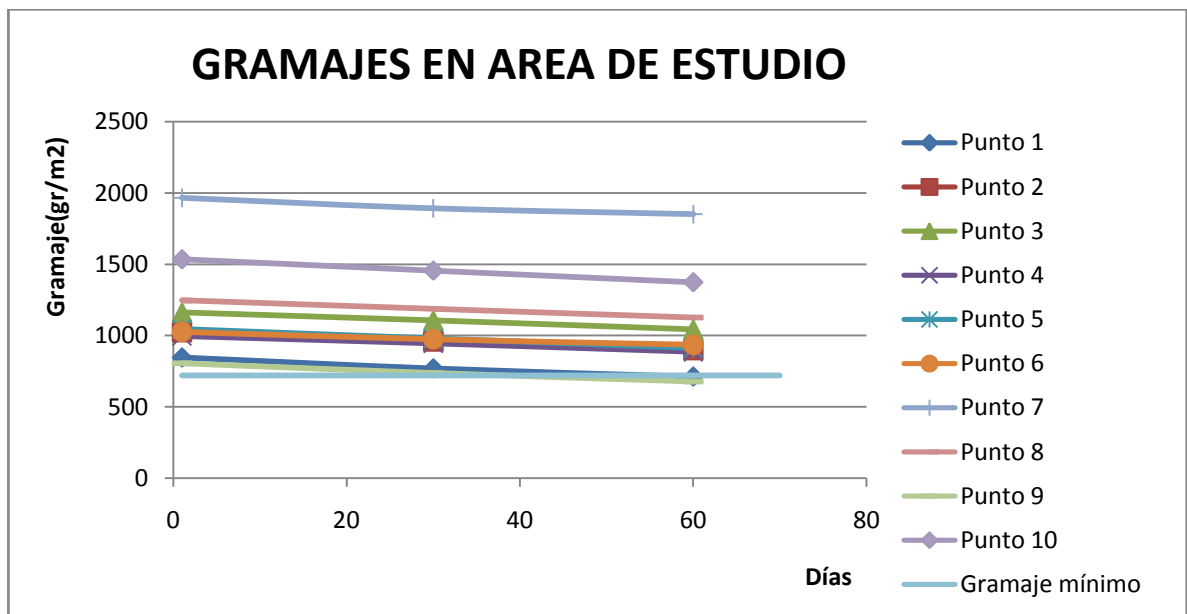


Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis Comparativo de Gramajes**

Se establece una comparación de los gramajes de pintura de los 10 puntos de observación con respecto al gramaje mínimo de a 720 gr/m<sup>2</sup>.

Figura 4.51 Gramaje en área de estudio



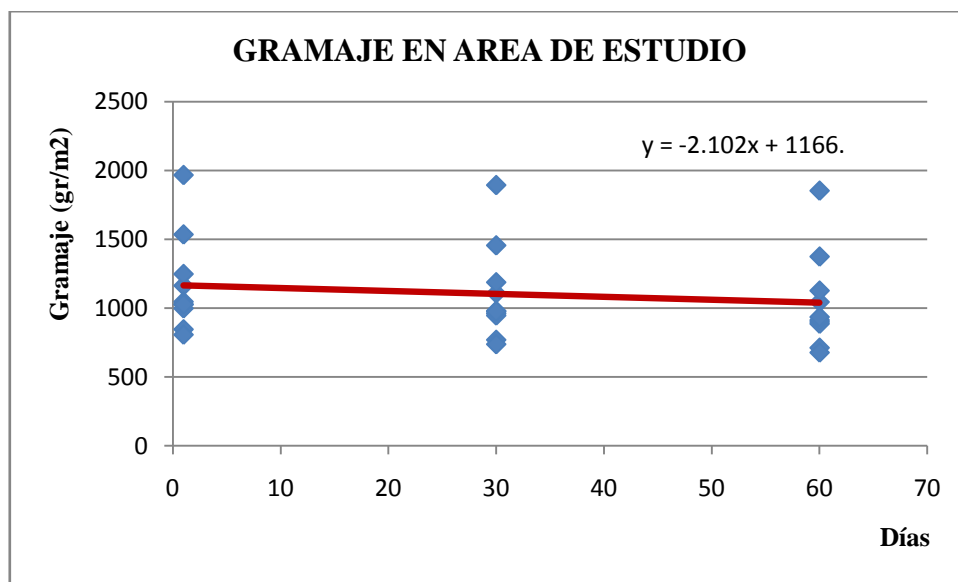
Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica podemos observar que la pendiente de gramaje tiene la misma tendencia que la pendiente de espesores, debido a que muestra cierta heterogeneidad variando desde 635 gr/m<sup>2</sup> a 2317 gr/m<sup>2</sup> esto quiere decir de que el gramaje juega un gran papel de acuerdo al espesor, mientras más grande sea el espesor mayor será el gramaje de pintura, por tal motivo se debe realizar una buen control de espesores y dosificación apropiada en la aplicación de marcas.

De los resultados obtenidos, el 80% de los puntos evaluados cumplen con el umbral mínimo de gramaje.

Atraves de los datos de los 10 puntos se pudo elabora un modelo de deterioro de todo el área del estudio que corresponde a la ciudad de Tarija.

Figura 4.52 Modelo de deterioro de gramaje en área de estudio

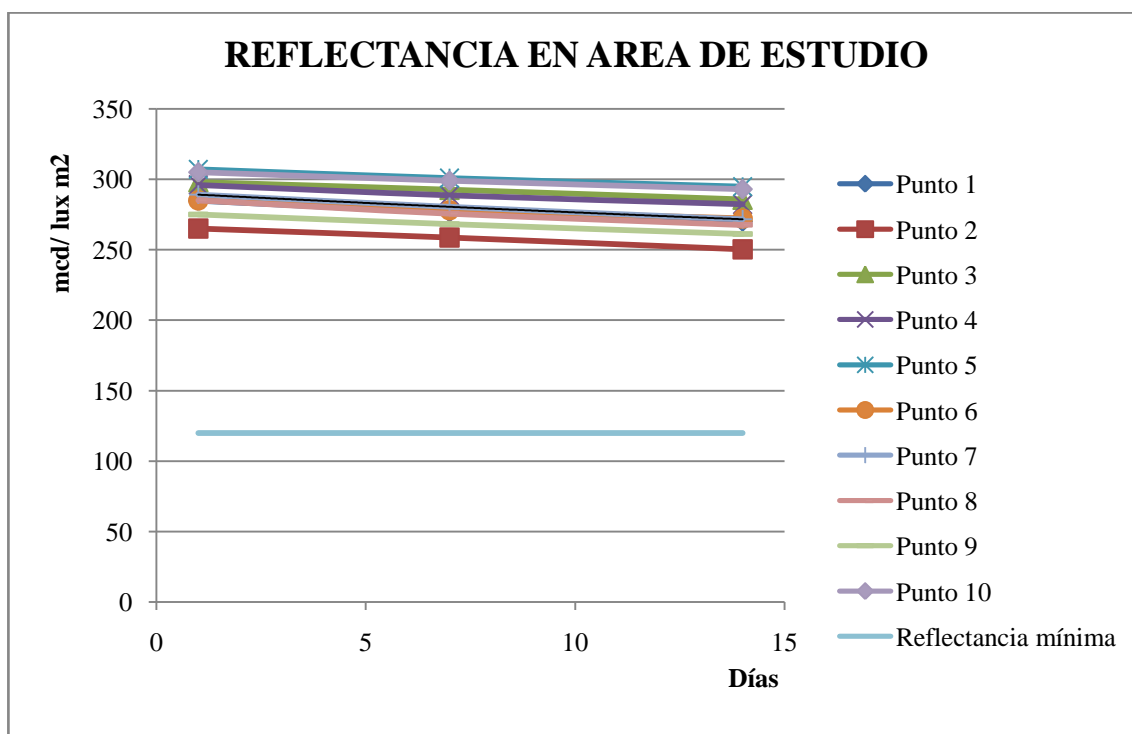


Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis Comparativo de Retroreflexión**

Se establece una comparación de retroreflexión de los 10 puntos de observación con respecto a la retroreflexión mínima exigida de 120 mcd/ lux m<sup>2</sup> para poder apreciar su comportamiento y obtener las secciones que incumplan para su posterior repintado.

Figura 4.53 Reflectancia en área de estudio



Fuente: Elaboración Propia

Según lo observado en un gran número de resultados de varias campañas de medición y procesamiento de valores de retroreflexión como los arriba mostrados:

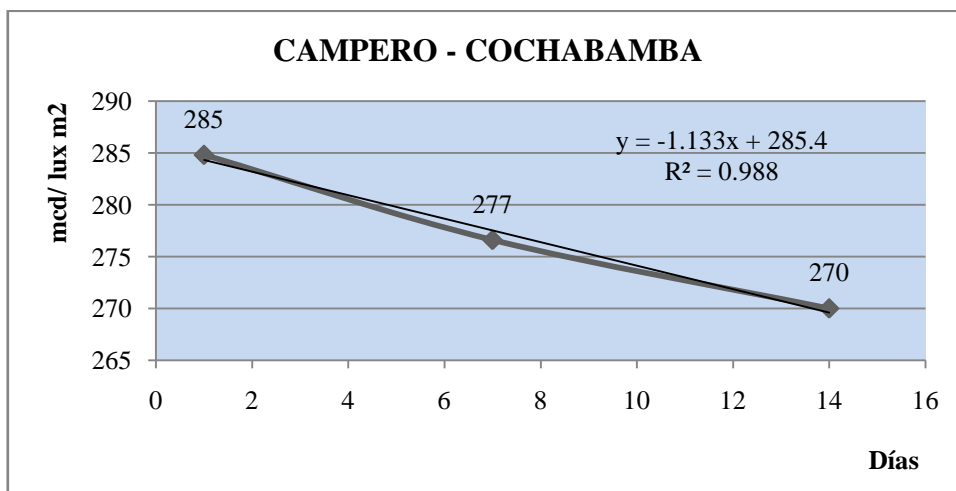
- Las pendientes de deterioro presenta valores variables a lo largo de la vida útil de la marca.
- Con frecuencia estas pendientes disminuyen a lo largo de la vida útil de las marcas

Las 3 auscultación realizadas en los 10 puntos de observación se encuentran sobre el umbral mínimo de reflectancia, estas estarían cumpliendo con las exigencias de la

norma, mientras que las muestras viejas tomadas en la Av. Victor Paz incumple este parámetro ya que sus valores son inferiores a 120 mcd/ lux m2.

De acuerdo al gráfico la reflectancia disminuye significativamente desde 310 mcd/lux m2 a 238 mcd/lux m2, eso nos permite interpretar que cuanto mayor el tiempo menor será la reflectividad de la señal y por tanto requerirá un repintado.

Atraves de los modelos de deterioro podemos realizar el mantenimiento preventivo de las marcas viales, como la variable de más importancia es la reflectividad se deberá tomar la ecuación de las gráficas de retrorreflexión correspondiente para poder pronosticar a priori los días que tiene que transcurrir para llegar a mínimo exigido y realizar su repintado.



Como ejemplo tenemos el PUNTO 1 donde su ecuación es  $y = -1.133x + 285.4$  y sus variables son  $y = \text{Retrorreflexión(mcd/lux m2)}$ ;  $x = \text{Días}$ , en la ecuación encontrada se deberá sustituir el valor mínimo exigido de retrorreflexión de 120 mcd/ lux m2 y a partir de iteración dar los valores correspondientes de  $x$  que están referidos a los días.

A continuación se realiza un detalle de los días que tiene que transcurrir para realizar su repintado en los 10 puntos de observación tomados en el casco viejo.

Tabla 4.44 Planificación del repintado de las marcas

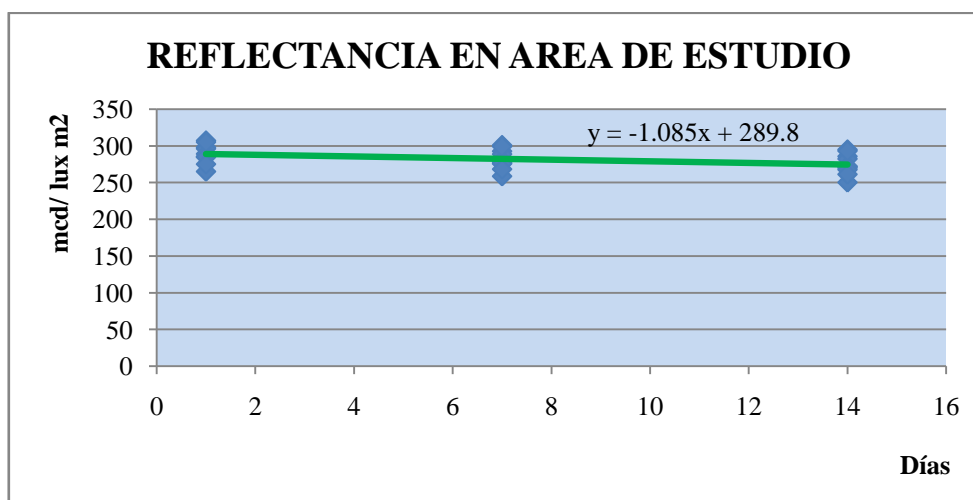
Punto de Observación	Modelo	Pronostico a Priori del Repintado (días)
1	$y=-1.133x+285.4$	146
2	$y=-1.140x+266.2$	128
3	$y=-0.955x+299.0$	187
4	$y=-1.057x+296.6$	167
5	$y=-0.936x+307.7$	200
6	$y=-0.980x+285.5$	168
7	$y=-1.336x+290.1$	127
8	$y=-1.333x+285.8$	124
9	$y=-1.059x+275.9$	147
10	$y=-0.921x+305.7$	201

Fuente: Elaboración Propia

De este modo podremos minimizar o eliminar los riesgos de incumplir en valores de visibilidad sin recurrir a costosas anticipaciones de repintados despilfarrando parte de la vida útil de las marcas.

Atraves de los datos de los 10 puntos se pudo elabora un modelo de deterioro de todo el área del estudio que corresponde a la ciudad de Tarija.

Figura 4.54 Modelo de deterioro de reflectancia en área de estudio



Fuente: Elaboración Propia

La correlación de la caída de la reflectividad y deterioro de la señales en el área de estudio tiene una ecuación  $y=-1.085x+289.8$

## CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

El estudio e interpretación de los resultados obtenidos en las diversas medidas realizadas sobre las demarcaciones viales consideradas nos permite destacar los siguientes puntos:

- Las calles cuya demarcación fue evaluada es una muestra representativa de la señalización horizontal que tiene la ciudad de Tarija.
- De acuerdo al análisis realizado las señales horizontales fueron pintadas con material adecuado cuya tasa media fue de 0.6 lt/m<sup>2</sup>.
- La utilización de microesferas solo fue de premezclado a razón de 300 gr/lit, cuyo procedimiento seguido por la H.A.M. es sin microesferas de postmezclado.
- Para el análisis de comparación de espesores se logra observar un 60% de los puntos evaluados cumplen con el umbral mínimo de espesor, donde el punto 1, 2, 5 y 9 incumple dicho parámetro.
- Los espesores de las señales horizontales no tienen mucha homogeneidad al contrario la evaluación muestra un rango de espesores que varía desde 0.38 mm a 1.55 mm cuya media está por encima las especificaciones de 0.6 mm como mínimo.
- En todas las señales se comprueba que con relación al espesor disminuye hasta un 15% de su espesor inicial, esto debido a la abrasión generada por las llantas de los vehículos.
- Para el análisis de comparación de gramaje se logra observar un 80% de los puntos evaluados cumplen con el umbral mínimo de gramaje, donde el punto 1 y 9 incumple dicho parámetro.
- En cuanto al gramaje también el area evaluada muestra cierta heterogeneidad variando desde 635 gr/m<sup>2</sup> a 2317 gr/m<sup>2</sup> por lo cual se concluye que debido al peso en la pintura la durabilidad podrá ser mayor o menor.

- La reflectividad es una propiedad que pierde en función al tiempo, de acuerdo a las áreas evaluadas disminuye significativamente desde 310 mcd/lux m<sup>2</sup> a 238 mcd/lux m<sup>2</sup>, eso nos permite concluir que cuanto mayor el tiempo menor será la reflectividad de la señal y por tanto requerirá una nueva intervención.
- Para el análisis de comparación de reflectancia se logra observar que en los 10 puntos de observación cumplen con el umbral mínimo de reflectancia y las muestras viejas tomadas en la Av. Victor Paz incumple este parámetro, en la cual tiene que realizarse su repintado correspondiente.
- De acuerdo a la evaluación realizada la correlación de la caída de la reflectividad y deterioro de la señal tiene una ecuación  $y = -1.085x + 289.8$
- Se pudo pronosticar a priori los días en la cual las marcas tienen que ser repintadas a consecuencia de su caída de reflectancia a un valor mínimo exigido de 120 mcd/ lux m<sup>2</sup>.
- Para el estudio queda concluido que al realizar un análisis comparativo donde se puede observar el nivel de incidencia en cada punto especificado donde se evaluó las condiciones de la señalización horizontal, demostrando que las zonas analizadas mostraban deficiencia en espesores de pintura en el área de estudio.
- Como conclusión final indicamos que las señales horizontales se deterioran a medida que transcurre el tiempo.
- Se pudo determinar finalmente una planilla de precios unitarios para el pintado de las señales horizontales, donde se pudo observar el costo unitario es de 11,10 Bs. por m<sup>2</sup>.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

De acuerdo al estudio se puede plantear las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda el debido mantenimiento de la máquina de aplicación con la finalidad de tener un mejor funcionamiento, considerando el control de la abertura de la aguja de la pistola y la presión de la bomba.

- Se recomienda que en toda ejecución de las marcas viales se realice un control estricto de espesores por parte del supervisor con instrumentos adecuados con la finalidad de tener una aplicación homogénea.
- Se recomienda incorporar microesferas de vidrio por premezclado y sembrado para que la reflectancia sea inmediata, antideslizante y mejore el secado de la pintura.
- Se recomienda el uso de pintura acrílica Lumicot porque estas permiten aplicar mayores espesores con rápido secado, gran flexibilidad y resistencia a la intemperie, demostrando mayor durabilidad que cualquier otra pintura.