



MINISTERIO DE
TRANSPORTE E
INFRAESTRUCTURA

MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO



INTE
INSTITUTO NACIONAL
DE TRANSPORTE E
INFRAESTRUCTURA

MANUALES TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS

El presente documento es parte de los Manuales Técnicos para el Diseño de Carreteras en Bolivia. Estos manuales se realizaron en el marco del proyecto “Elaboración y Actualización de los Manuales Técnicos de Diseño Geométrico, Diseño de Obras de Hidrología y Drenaje, Dispositivos de Control de Tránsito y Ensayos de Suelos y Materiales, para Carreteras” para la Administradora Boliviana de Carreteras, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo y desarrollado por APIA XXI Ingenieros y Arquitectos Consultores.

En el desarrollo de los manuales trabajaron los siguientes profesionales:

Gerente del proyecto: Claudio Pérez Droguet
Coordinadora del proyecto Natalia Durán Amorocho
Especialista en Diseño Geométrico: Rodrigo Fernández Aguilera
Especialista en Diseño de Obras de Hidrología y Drenaje: Franz Monroy Barrón
Especialista en Dispositivos de Control de Tránsito: Marcos Jesús Pantaleón Prieto
Especialista en Suelos y Geotecnia: José Fernando Caballero Hoyos
Especialista en Hormigones: Pablo Eugenio Maturana Barahona
Especialista en Asfaltos: Guillermo Alfonso Thenoux Zeballos

Asesores: Eduardo Valenzuela Freraut
Francisco González Romerro
Rodrigo Toro Roa
Alex Zarate Mendizabal

Ingenieros de Apoyo: Michel Antonio Catalán Buchner
Juan Lillo Vega
Roberto Fabian Morón Moncada
Rodrigo Riveros Cruz
Richard Ulloa Guzmán

Apoyo técnico: Miguel Humberto Araya Foil
Enrique Humberto Lira Moncada
Andrea Romina Ruiz Vidal

Dibujantes: José Luis Aburto Aburto
Rodrigo Andres González Trigo
Lisbeth Alejandra Navarro Valle

Diseño: Elmer Schain Acebal

Diagramadora: Clarita Celia Lacerna Tamayo

En la revisión de los manuales por parte de la Administradora Boliviana de Carreteras participaron:

Gerencia de Planificación y Desarrollo Tecnológico:
Gerente Lic. Jorge Ávila Mirabal
Fiscal del proyecto: Waldo Aliaga Aranda
Revisor principal Diseño Geométrico: Juan Hurtado Poma – Jesús Crespo López
Revisor principal Diseño de Obras de Hidrología y Drenaje: Luís Cuenca Mendieta
Revisor principal Dispositivos de Control de Tránsito: Boris Hernani Tapia
Revisor principal Suelos y Geotecnia: Waldo Aliaga Aranda – Wilfredo Arequipa Condori
Revisor principal Hormigones: Carlos Arguedas Gonzáles – Deyanira Gonzáles Vilca
Revisor principal: Alex Arteaga Vargas – Edwin Ugarte Rodríguez
Profesionales de las:
Gerencia de Conservación Vial
Gerencia de Construcciones

CONTENIDO DEL VOLUMEN

1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL
2. SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO HORIZONTAL (DEMARCACIÓN)
3. SEMÁFOROS
4. SEÑALIZACIÓN EN ZONAS DE TRABAJO
5. AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL (ASV)
6. FACILIDADES PARA PEATONES Y BICICLETAS

ANEXOS

- A CONFECCIÓN DE LEYENDAS DE SEÑALES DE TRÁNSITO
- B ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES VERTICALES
- C ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES
- D FACILIDADES PEATONALES Y BICICLOS
- E MEDICIÓN DE FLUJOS DE SATURACIÓN – TIEMPOS DESAPROVECHADOS

VOLUMEN 3. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. A través de la señalización se indica a conductores y peatones la forma correcta y segura de transitar por la vía, evitando riesgos y demoras innecesarias.

El propósito fundamental de este Volumen es lograr, mediante el fiel cumplimiento de las normas que contiene, una completa uniformidad de la señalización de tránsito en todo el territorio nacional. Para ello, además de entregar las especificaciones de cada elemento de señalización -ya sean señales verticales u horizontales, semáforos, balizas u otros- se consignan los criterios técnicos que permiten conocer cuáles, cuándo, dónde y cómo deben ser instalados.

Lo anterior facilita sustancialmente el conocimiento de dichas normas por parte de los usuarios de las vías y de los responsables de la construcción, instalación y mantención de elementos de señalización, disminuyendo así los riesgos de accidentes.

Con el propósito de asegurar una amplia cobertura de cada uno de los temas que dicen relación con la señalización de tránsito y, a la vez, facilitar el acceso y uso de la información que el Volumen contiene a los diversos grupos de usuarios del mismo, éste se ha estructurado como sigue.

En el **Capítulo 1: Señalización vertical**, el lector encontrará el diseño y norma de uso para cada una de las señales a instalar en rutas y caminos del país. Cada señal Preventiva (SP) y Reglamentaria (SR) cuenta con un diagrama para el adecuado diseño de la señal, indicándose para cada una los tamaños mínimos en función de la velocidad de operación del camino en que serán instaladas. Las señales Informativas de destino (ID) cuentan con un procedimiento de cálculo para determinar el tamaño de la señal, el cual depende del tamaño del mensaje y de la velocidad de operación de la ruta. Se presentan al final de este capítulo, los dispositivos de canalización, elementos que permiten destacar el borde de la calzada o destacar elementos de riesgo que no ha sido factible de remover.

El **Capítulo 2: Señalización de tránsito horizontal (Demarcación)** presenta la norma de diseño y de uso para cada una de las demarcaciones a utilizar en las rutas y caminos del país. Agrupadas en dos tipos, demarcaciones planas y elevadas, estas señales constituyen un elemento fundamental para el conductor en rutas pavimentadas. Se definen, además de las líneas básicas de pista y de eje, los símbolos, textos y diagramas que permiten complementar y reforzar el mensaje enviado al conductor a través de la señalización vertical. Como parte de las demarcaciones elevadas, se incluyen como tachas, resaltos y bordes y bandas alertadoras.

El **Capítulo 3: Semáforos**, otorga la normativa sobre funcionamiento, diseño y operación de una red de semáforos. El capítulo permite al lector conocer y aplicar las herramientas fundamentales para el diseño y adecuada operación de este tipo de dispositivos. Se definen desde la forma, color y luces de las lámparas, pasando por la determinación de capacidad, flujos de saturación y capacidad de reserva para finalizar con el diseño de un sistema de red semáforizado.

El **Capítulo 4: Señalización en zonas de trabajo**, define y reglamenta la señalización, elementos de canalización y procedimientos de trabajo a utilizar en todas aquellas obras que afecten al tránsito. Basado en los capítulos 1 y 2, se generan señales específicas denominadas señales transitorias (ST). Estas señales indican al conductor el ingreso a un área en la que se desarrollan trabajos, que afectan su desplazamiento. Además de establecer nuevas señales, se entregan procedimientos de señalización para diversos tipos de trabajo, indumentaria de los trabajadores y esquemas de señalización acordes a las situaciones más frecuentes.

El **Capítulo 5: Auditorías de seguridad vial**, define y reglamenta la metodología que se aplicara a las distintas fases de un proyecto o ruta existente en el país. El informe de una auditoría de seguridad permite certificar que todos los aspectos de seguridad del proyecto han sido revisados en forma independiente y exclusiva, permitiendo de este modo que se minimicen tanto como sea factible los factores de riesgo para conductores y peatones.

El **Capítulo 6: Facilidades para peatones y bicicletas**, define y reglamenta las facilidades explícitas que deben habilitarse en las vías públicas para permitir que los peatones y las bicicletas puedan cruzar las calzadas en adecuadas condiciones de seguridad cuando existen riesgos para realizar dicha maniobra. Se describe la función y características de las facilidades, así como los criterios técnicos a considerar para su provisión.

El desarrollo del presente Manual se basa fundamentalmente en los siguientes textos y normativas:

- Manual on Uniform Traffic Control Devices, Federal Highway Administration, (FHWA, 2003).
- Manual Centro Americano de dispositivos uniformes para el control de Tránsito (SIECA, 2000).
- Manual de señalización vial, Servicio Nacional de Caminos 1977 (Bolivia, 1977).
- Manual de dispositivos para el control de Tránsito en Carreteras, (Bolivia, 2004).
- Manual de Señalización Vial, Ministerio de Transportes (Colombia, 2004).
- Manual de Carreteras (Chile, 2006)
- Manual de Señalización de Tránsito e Instructivo de Aplicación. (Chile, 2001)
- Fichas para la Acción, Comisión Nacional de seguridad de Tránsito, (Chile, 2005).

ESQUEMA DE NUMERACIÓN DEL VOLUMEN

El sistema de numeración utilizado para identificar y jerarquizar cada materia, consta de las siguientes subdivisiones, ilustradas con un ejemplo:

2	CAPITULO	SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO HORIZONTAL (DEMARCACIÓN)
2.6	SECCION	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS DEMARCACIONES
2.6.3	TOPICO	LÍNEAS DE CARRIL
2.6.3.1	PARRAFO	Línea blanca discontinua
b.	LITERAL	Líneas segmentadas especiales
ii.	ACAPITE	Pistas auxiliares de tránsito

En este volumen las páginas se numeran incluyendo el número del Capítulo y reiniciando la numeración con cada cambio de Capítulo.

Las Figuras y Tablas llevan numeración que incluye el número del Capítulo y la Sección. Algunas Figuras y Tablas pueden tener la misma numeración, distinguiéndose una de otras por las palabras "Figura" o "Tabla".

GLOSARIO DE TERMINOS

Acera: Parte de una vía destinada al uso de peatones.

Accidente en la Vía: suceso eventual o imprevisto que produce daños materiales y/o en las personas por un hecho o acción directa del empleo o uso de un vehículo de tracción mecánica, animal o humana, pudiendo deberse tanto a la vía, como al vehículo, al usuario y/o al entorno.

Achurados: Demarcación empleada para definir áreas sin tránsito en la calzada, que previenen la posibilidad de conflictos, guiando a los conductores en las maniobras durante la conducción.

Amortiguadores de Impacto: Elementos certificados diseñados para absorber energía cinética, pudiendo ser móviles o fijos y con o sin capacidad de direccionamiento, evitando el impacto con áreas de riesgo o con objetos fijos peligrosos.

Área de Advertencia: Zona previa al Área de Transición en la que se avisa al usuario de cambios que se presentarán en la vía por faenas en desarrollo, u otra acción en ella.

Área de Seguridad: Zona de protección que separa el tránsito en el sector de las obras, del área en que se trabaja.

Áreas de Servicio: Zonas adyacentes al camino en las que el usuario encuentra Estacionamientos, Zonas de descanso, Paraderos de buses, etc.

Área de Transición: Zona en la cual los vehículos son desviados hacia pistas alternativas de operación para aislar las zonas en que se efectúan trabajos de construcción y/o mantenimiento.

Auditoría de Seguridad Vial: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de diagnóstico, evaluación y que son verificables, con el fin de determinar la extensión en que se cumplen las normas, disposiciones, procedimientos e instrucciones respecto a la Seguridad Vial.

Avenida o Calle: Vía urbana destinada a la circulación de los peatones, de los vehículos y de los animales.

Banderero: Persona capacitada que se encarga de informar a los usuarios de una vía intervenida por trabajos de ciertas condiciones de tránsito, guiando su flujo.

Berma: Faja lateral, pavimentada o no, adyacente a la calzada de un camino.

Calzada: Parte de una vía destinada al uso de vehículos y animales.

Camino: Vía rural destinada al uso de peatones, vehículos y animales.

Caminos Públicos: Las vías de comunicación terrestres destinadas al libre tránsito, situadas fuera de los límites urbanos de una población y cuyas fajas son bienes nacionales de uso público.

Cantero Central (Bandejón): Área destinada a separar dos calzadas.

Ciclo de Vida del Proyecto: Proceso de desarrollo de una obra vial desde la fase de gestación de la idea hasta la fase de mantenimiento de una obra vial en explotación.

Ciclovías Rurales: Pistas diseñadas para el tránsito de ciclistas, con el fin de aumentar los niveles de seguridad vial de todos los usuarios de una vía.

Ciclovías Urbanas: Pistas diseñadas y dispuestas especialmente para el tránsito de ciclistas en las ciudades.

Contraste de Color: Parámetro que define las características reflectivas verticales de una tarea visual cuando está sometida a una fuente de luz constante o variable.

Cruce: Unión de una calle o camino con otros, aunque no los atraviese. Comprende todo el ancho de la calle o camino entre las líneas de edificación o deslindes en su caso. (Ley de Tránsito).

Curva Horizontal: Implica un cambio en la dirección del trazado del camino.

Curva Vertical: Implica un cambio en la pendiente de la rasante del camino.

Demarcación: Símbolo, palabra o marca, de preferencia longitudinal o transversal, sobre la calzada, para guía del tránsito de vehículos y peatones. (Ley de Tránsito).

Demarcación Temporal: Demarcación vial cuya duración se establece contractualmente de acuerdo a las necesidades de demarcar mientras se ejecutan trabajos en la vía.

Desvío de Tránsito: Vía habilitada para desviar el tránsito de vehículos que habitualmente pasan por una vía en construcción o en mantenimiento, esto con el fin de evitar que dichos vehículos interfieran con los trabajos.

Eje de Calzada: Línea media longitudinal en la calzada, demarcada o imaginaria, que determina, en general, la separación de pistas con sentido de tránsito opuesto.

Elementos de Canalización: Son los que permiten definir las superficies disponibles para el tránsito y aislar áreas intervenidas por trabajos. Permiten, también, definir las variaciones de perfil transversal.

Elementos de Drenaje: Dispositivos dispuestos para obtener el saneamiento de la carretera.

Empalme: Solución vial que permite el intercambio de vehículos entre dos o más vías a nivel.

Enlace: Solución vial que permite el intercambio de vehículos entre dos o más vías que se cruzan a distinto nivel.

Estación de Control: Área equipada y diseñada para cobrar a los usuarios de la vía, en forma expedita, el importe establecido por el derecho a circular.

Estación de Control: Área diseñada y equipada para controlar el peso por eje de vehículos de carga y de pasajeros.

Estructura Portaletrero: Estructura metálica destinada al soporte de señales informativas aéreas que cubren toda la calzada. Estas señales informativas mediante las flechas que disponen se usan para asociar pistas a determinados destinos, donde cada flecha debe apuntar directamente al centro de la pista asociada al destino indicado en la leyenda que está sobre ella.

Flechas: Demarcación en el pavimento empleada fundamentalmente para indicar y advertir al conductor la dirección y sentido que deben seguir los vehículos que transitan por una pista de circulación.

Faja vial: Espacio ocupado por la calzada de un camino público y los terrenos adyacentes que colindan, en toda su extensión, con los predios vecinos. Comprende la calzada, soleras, veredas, aceras, bandejón central, bermas, y todo aquello que se encuentre entre las dos líneas de cierre que se emplazan en un camino público.

Gestión Vial: Conjunto de acciones, aplicadas sobre la infraestructura vial que permiten optimizar su uso.

Impacto Vial: Alteración de las condiciones de tránsito en una vía, producto de una nueva actividad aledaña a la vía, que genera la aparición de nuevos flujos que se adicionan a los existentes antes de la intervención, pudiendo crear efectos de congestión y riesgos de accidentes que deben ser mitigados.

Inspección Técnica de la Obra (ITO): Organización encargada de la inspección técnica de la construcción de la obra vial. La integran el Fiscal y la Asesoría al Fiscal aportada por un consultor externo.

Intersección: Área común de calzadas que se cruzan o convergen en un mismo nivel.

Interurbano(a): Término de uso frecuente, sin respaldo legal, que se refiere a ubicación dentro del área rural.

Isla Peatonal: Diseño geométrico sobre la calzada que permite otorgar a los peatones una zona protegida en ésta.

Legislación de Seguridad Vial: Estatuto de normas jurídicas que define el carácter y contenido de las políticas de seguridad vial, fijando las prerrogativas, atribuciones y límites y que regula los aspectos orgánicos, funcionales y de procedimientos de la institucionalidad al respecto.

Línea de Borde de Calzada: Banda pintada siempre sobre la calzada, que señala el límite de la berma, que permite al conductor posicionarse correctamente en la calzada.

Línea de Detención de Vehículos: Línea demarcada o imaginaria ubicada a no menos de un metro antes de un paso de peatones. (Ley de Tránsito).

Línea de Eje Central: Demarcación longitudinal del eje del camino que según, sea continua o segmentada, regula la prohibición o autorización de adelantar.

Líneas Transversales: Demarcación en el pavimento que se emplean en cruces para indicar a los vehículos que se aproximan el lugar donde deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

Luces Intermitentes Eléctricas: Corresponden a luces de color amarillo, ubicadas en lugares de riesgo especial, para llamar la atención de los conductores hacia estos puntos.

Luces Permanentes: Corresponden a luces de encendido eléctrico continuo.

Mantenimiento Vial: Acción tendiente a preservar o conservar el estándar de un camino o carretera.

Marco Legal de Seguridad Vial: Conjunto de disposiciones legales vigentes y aspectos jurídicos y administrativos aplicables a los temas y materias de seguridad vial. La vigencia debe ser revisada por el usuario al momento de realizar un proyecto.

Mediana: Lugar físico tipo franja ubicado paralelamente al trazado de la vía para separar dos calzadas con sentido de circulación contrario.

Niveles de Estudio: Grado de profundidad en el desarrollo de un estudio vial. Se tienen los siguientes niveles: Idea; Perfil; Estudio Preliminar; Anteproyecto y Estudio Definitivo.

Participación Ciudadana: Proceso de interacción gradual, mediante el cual la ciudadanía se informa y contribuye, con su opinión e información, en los proyectos que realice la Administradora Boliviana de Carreteras.

Paso para Peatones: Senda de seguridad formada por la prolongación imaginaria o demarcada de las aceras o cualquier otra zona demarcada para este objetivo. (Ley de Tránsito).

Pintura de Demarcación: Material de especificación especial que se utiliza para pintar la superficie de la calzada.

Pista de Circulación: Faja demarcada o imaginaria destinada al tránsito de una fila de vehículos.

Placa: Elemento al cual se adhiere una lámina con características reflectantes.

Poste Traspasable: Estructura vertical diseñada para colapsar ante un impacto.

Prevención de Accidentes: Adopción de medidas destinadas a crear condiciones para la no ocurrencia o minimización de accidentes.

Proyectista: Persona natural o jurídica que, en virtud del contrato respectivo, contrae la responsabilidad de dar forma al proyecto. El proyectista puede ser también la misma Administradora Boliviana de Carreteras por intermedio de alguna de sus unidades dependientes.

Puentes de uso público: Obras de arte construidas sobre ríos, esteros, quebradas y pasos superiores, en los caminos públicos, o en las calles o avenidas que se encuentren dentro de los límites urbanos de una población.

Puntos peligrosos:

Sectores de un camino público que demandan una mayor atención de los usuarios (conductores, pasajeros y peatones) con el fin de evitar accidentes, debido a restricciones geométricas de visibilidad u operativas del tránsito. Se consideran como tales:

1. Los cruces a nivel o distinto nivel.
2. Las intersecciones de calles o avenidas en las cuales una de ellas haya sido declarada camino público, o intersecciones entre caminos públicos,
3. Los cruces con vías férreas debidamente autorizados,
4. Los puentes y túneles, cualquiera sean sus dimensiones y extensión, así como sus accesos,
5. Las curvas horizontales y verticales, con restricciones de visibilidad para adelantamientos.
6. Las cuestas (gradientes o pendientes) de más de 20°, cualquiera sea su extensión.
7. Las zonas de escuela, de servicios asistenciales de salud u otras zonas de restricción establecidas por señalizaciones de tránsito,
8. 8.- Los peajes, plazas de pesaje y pasarelas peatonales

Refugios Peatonales: Áreas diseñadas y dispuestas para el estacionamiento de peatones en vías de alto tránsito, a fin de resguardar su seguridad.

Resaltos: Elementos colocados en la vía con el objeto de obligar a una baja velocidad de desplazamiento al cruzar zonas de restricción.

Restricción de Adelantamiento: Señal que prohíbe a un vehículo sobrepasar a otro en una calzada.
Retroreflectivo: Propiedad de un material que refleja la luz de un vehículo permitiendo la visibilidad de una señal o de una demarcación.

Salidas: Pistas controladas que permiten acceder desde la carretera a un destino diferente.

Segregación: Separación del flujo en una o más pistas de las restantes de la calzada, a fin de orientar la circulación por tipos de vehículos.

Seguridad Vial: Atributo intrínseco de la vía que permite garantizar el respeto por la integridad física de sus usuarios y de los bienes materiales aledaños a ella. Se debe tener presente en el diseño, construcción, mantenimiento y operación de una vía.

Semáforos: Dispositivo luminoso mediante el cual se regula la circulación de vehículos y peatones.

Señal de Tránsito: Dispositivos, signos y demarcaciones de tipo oficial colocados por la autoridad con el objeto de regular, advertir o encauzar el tránsito.

Señales Horizontales: Corresponden a líneas, símbolos, letras u otras tales como tachas y tachones ubicadas sobre la superficie de la calzada. Todas las vías pavimentadas deben contar con este tipo de señales.

Señales Verticales: Son dispositivos instalados a los lados o sobre un camino, presentando letreros que alertan al usuario. Pueden ser informativas, preventivas o reglamentarias.

Señales de Balizamiento: Elementos que indican el avance del kilometraje en una vía.

Señales Informativas: Son las que tienen el propósito de orientar y guiar al usuario, entregándole la información necesaria para llegar a su destino en forma segura, simple y directa.

Señales Preventivas: Es el conjunto de señales de advertencia de peligro por riesgos asociados a la geometría de la vía, a restricciones físicas, a situaciones especiales o a cruces con otras vías.

Señales Reglamentarias: Son mensajes relacionados con Prioridades, Prohibiciones, Restricciones, Obligaciones y Autorizaciones que ordenan el tránsito de los usuarios.

Señales Turísticas: Elementos que indican la presencia y ubicación de zonas de interés paisajístico, arqueológico, gastronómico, de paseo o cultural para los visitantes que recorren la vía.

Señalización Permanente: Sistema de advertencias estratégicamente colocadas que alertan, en todo momento, a los usuarios de una vía en explotación, a fin de prevenir riesgos.

Señalización Transitoria: Corresponde al conjunto de señales y dispositivos de seguridad vial destinados al control y regulación del tránsito en caminos en construcción o mantenimiento, con el mismo nivel de seguridad que tendría en una vía en operación normal.

Símbolos: Representación gráfica del mensaje de una señal.

Tachas: Dispositivos plásticos, cerámicos o metálicos destinados a demarcar el pavimento, que disponen en la cara que enfrenta el tránsito, una superficie retroreflectante y/o luminosa, con el objetivo de orientar durante la conducción nocturna. Pueden ser de color blancas, amarillas o rojas, debiendo coincidir el color de la superficie retroreflectante con el del cuerpo del elemento que la contiene.

Tachones: Dispositivos de dimensiones superiores a las tachas, destinados a la segregación de pistas y demarcación de islas. Fabricados de caucho compactado, metal o plástico, con los elementos retroreflectantes instalados de tal manera que pueden ser vistos por conductores desde ambas direcciones para facilitar la conducción nocturna.

Tipos de Proyectos Viales: La Administradora Boliviana de Carreteras clasifica los proyectos de su tuición en: Nuevos Trazados; Cambio de Estándar y Recuperación de Estándar.

Tránsito: Desplazamiento de peatones, animales o vehículos por vías de uso público. (Ley de Tránsito).

Tránsito en la Faena: (o en obra) Desplazamiento en la zona de trabajo en el camino, restringido a los vehículos, maquinaria, implementos, dispositivos y personas necesarias para la obra.

Vallas Peatonales: Elementos físicos utilizados con el fin de prevenir accidentes, impidiendo a los peatones transitar por sectores de alto flujo vehicular, mediante la canalización de su desplazamiento e impidiendo el acceso a zonas de alto riesgo.

Vehículo: Medio con el cual, sobre el cual o por el cual toda persona u objeto puede ser transportado por una vía.

Vía: Calle, camino u otro lugar destinado al tránsito.

Vías Peatonales: Áreas de circulación destinadas exclusivamente al flujo de personas.

Visibilidad de Adelantamiento: Distancia mínima a la cual, un usuario de la vía, requiere ver a un vehículo que transita en sentido contrario, para poder adelantar en condiciones seguras.

Visibilidad de Parada: Distancia que requiere un vehículo para detenerse, sin impactar a un vehículo u objeto que lo anteceda.

Voladizo Tipo Bandera: Estructura destinada al soporte de señalización informativa aérea que permite orientar al conductor el destino de la pista por la cual éste conduce.

Zona de Alto Riesgo: Lugar físico en el que sus características pudieren generar un alto riesgo de accidentes.

Zona Despejada: Zona externa paralela a la ruta medida desde el borde de la calzada con la que cuenta el conductor, en caso de perder el control del vehículo, para retornar a la vía o detenerse sin riesgo de sufrir daños de importancia.

Zona Poblada: Área geográfica ubicada en zona rural donde existe una notoria concentración de habitantes aledaños a la vía.

Zona Rural: Área geográfica que excluye las zonas urbanas. (Ley de Tránsito).

Zona Urbana: Área geográfica cuyo límite es determinado y señalado por las Municipalidades. (Ley de Tránsito). Existen ciertas vías urbanas de tuición de la Administradora Boliviana de Carreteras, definidas como tales por Decreto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	1
1.1	FUNCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	1
1.2	AUTORIDAD LEGAL	1
1.3	USO.....	2
1.4	DISEÑO.....	2
1.5	COLOR Y RETROREFLECTANCIA.....	3
1.6	EMPLAZAMIENTO	6
1.6.1	UBICACIÓN LONGITUDINAL	6
1.6.2	UBICACIÓN LATERAL	7
1.6.3	ORIENTACIÓN	9
1.6.4	TABLEROS.....	11
1.6.5	ESTRUCTURAS DE SOPORTE	11
1.7	SEÑALES PREVENTIVAS	13
1.7.1	OBJETIVO	13
1.7.2	FORMA.....	13
1.7.3	COLOR	13
1.7.4	UBICACIÓN.....	13
1.7.5	CLASIFICACIÓN	15
1.7.6	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	18
1.8	SEÑALES REGLAMENTARIAS.....	85
1.8.1	OBJETIVO	85
1.8.2	FORMA.....	85
1.8.3	COLOR	85
1.8.4	UBICACIÓN.....	86
1.8.5	CLASIFICACIÓN	86
1.8.6	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	89
1.8.6.1	Señales de prioridad	89
1.8.6.2	Otras señales.....	91
1.9	SEÑALES INFORMATIVAS	139
1.9.1	OBJETIVO	139
1.9.2	FORMA.....	139
1.9.3	COLOR	140
1.9.4	UBICACIÓN.....	140
1.9.5	MENSAJE.....	140
1.9.6	FLECHAS	140
1.9.7	CLASIFICACIÓN	151
1.9.8	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	152
1.9.8.1	Señales de preseñalización (IP)	154
1.9.8.2	Señales de dirección (ID).....	156
1.9.8.3	Señales de confirmación (IC).....	160
1.9.8.4	Señales de identificación vial (IV).....	160
1.9.8.5	Señales de localización (IL).....	163
1.9.8.6	Señales de servicios al usuario (IS).....	163
1.9.8.7	Señales de atractivo turístico (IT)	169
1.9.8.8	Señales para autopistas (IAA)	178
1.9.8.9	Otras señales informativas (IO)	182
1.9.8.10	Señales informativas de control (ICO).....	184
1.9.8.11	Señales informativas de tamaño especial (IT (E) - IS (E)).....	185
1.9.9	EJEMPLOS DE MENSAJES	194
1.9.9.1	Esquema 1: ejemplo de señalización en autopistas	194
1.9.9.2	Esquema 2: ejemplo de señalización en vías rurales	195
1.9.9.3	Esquema 3: ejemplo de señalización en vías urbanas.....	196
1.9.9.4	Esquema 4: otro ejemplo de señalización en vías urbanas.....	197
1.9.9.5	Esquema 5: ejemplo de señalización de intersecciones urbanas	198
1.10	DISPOSITIVOS DE CANALIZACIÓN	199
1.10.1	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	200
1.10.1.1	Hitos de arista	200
1.10.1.2	Delineadores	206

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	1
1.1	FUNCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	1
1.2	AUTORIDAD LEGAL.....	1
1.3	USO.....	2
1.4	DISEÑO.....	2
1.5	COLOR Y RETROREFLECTANCIA.....	3
1.6	EMPLAZAMIENTO	6
1.6.1	UBICACIÓN LONGITUDINAL	6
1.6.2	UBICACIÓN LATERAL	7
1.6.3	ORIENTACIÓN	9
1.6.4	TABLEROS	11
1.6.5	ESTRUCTURAS DE SOPORTE	11

1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

1.1 FUNCIÓN Y CLASIFICACIÓN

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 sobre 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.

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

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

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 y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

Señales informativas: Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios del sistema vial, entregándoles información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

Las señales no son necesarias ni deben ser usadas para confirmar prescripciones contempladas en la Ley; por el contrario, deben ser instaladas previo análisis técnico, solo en aquellos lugares donde estas se justifiquen.

Además de la clasificación anterior, entre las señales verticales las señales transitorias corresponden a un subconjunto de señales preventivas e informativas, por lo que se abordan en forma independiente el capítulo 4 del presente Volumen.

1.2 AUTORIDAD LEGAL

Bolivia ingresa a las Naciones Unidas el año 1945, suscribiendo el año 1949 la primera versión de la denominada “Convención sobre Circulación por Carretera”. El año 1971, la Organización de Estados Americanos (OEA) publica el documento denominado “Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras” base de desarrollo para la primera reglamentación vial del país.

Basado en los documentos mencionados, el año 1977 el entonces Servicio Nacional de Caminos, publica el “Manual Técnico de Señalización Vial”, documento que establece las normas sobre señalización que regirían a nivel nacional por los próximos 27 años.

En atención a la necesidad de actualización, el año 2004 es publicado el “Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Carreteras” el cual busca, en proceso de actualización por etapas, poner al día los temas técnicos en materias de Señalización Vial.

Continuando con dicho propósito, el año 2006, la Administradora Boliviana de Carreteras, se plantea una meta más ambiciosa: además de actualizar los contenidos ya existentes Señalización Vertical y Horizontal y de completar temas pendientes tales como la Señalización en Zonas de Obras y ciertos aspectos no abordados en el área de las demarcaciones, plantea el desarrollo de un Volumen completo dedicado a la Seguridad Vial.

De este modo surge el Volumen 3, denominado “Dispositivos de Control de Tránsito”, del cual la Señalización Vertical es una parte, incorporando nuevos temas y criterios de diseño, permitiendo tanto la actualización como la incorporación de nuevas áreas acorde al estado de avance de la Seguridad Vial a nivel mundial.

El desarrollo del presente Manual se basa fundamentalmente en los siguientes textos y normativas:

- Manual on Uniform Traffic Control Devices, Federal Highway Administration, (FHWA, 2003).
- Manual Centro Americano de dispositivos uniformes para el control de Tránsito (SIECA, 2000).
- Manual de señalización vial, Servicio Nacional de Caminos 1977 (Bolivia, 1977).

- Manual de dispositivos para el control de Tránsito en Carreteras, (Bolivia, 2004).
- Manual de Señalización Vial, Ministerio de Transportes (Colombia, 2004).
- Manual de Carreteras (Chile, 2006)
- Manual de Señalización de Tránsito e Instructivo de Aplicación. (Chile, 2001)
- Fichas para la Acción, Comisión Nacional de seguridad de Tránsito, (Chile, 2005).

Ahora corresponde a la Administradora Boliviana de Carreteras, adoptar las medidas necesarias, en orden a que la señalización de tránsito que exista en el país sea concordante con los criterios técnicos y demás disposiciones del presente Capítulo, procediendo el retiro de cualquier señal no oficial, así como también de cualquier otro letrero, signo, demarcación, propaganda o elemento que altere la señalización oficial o dificulte su percepción.

La colocación, modificación o eliminación de señales y marcas en el pavimento están bajo la responsabilidad directa de las autoridades responsable del sistema vial. Ninguna otra persona puede, bajo ningún concepto, colocar o remover dispositivos de control de tráfico en el sistema vial publico sin permiso de las autoridades responsables.

Por otra parte, corresponde a la autoridad responsable de la vía, Municipios en la Red Vial Municipal y zonas urbanas, las prefecturas en la Red Vial Departamental y la Administradora Boliviana de Carreteras en la Red Vial Fundamental asegurar que la apertura al tránsito vehicular y/o peatonal de una nueva vía o desvío, sólo se lleve a cabo previa instalación de toda la señalización requerida.

Las señales de tránsito serán instaladas, únicamente, por las entidades oficiales responsables de la vía, por las autoridades que tengan delegada esta función o por quienes tengan una autorización legal previa para hacerlo.

En ningún caso la señal o su soporte podrán llevar mensajes diferentes a los previstos en este Manual. Toda señal no autorizada, no esencial o que no cumpla con las especificaciones contenidas en este Manual, que sea colocada en la acera o derecho de vía, deberá ser retirada por la autoridad competente.

1.3 USO

Toda señal colocada, deberá cumplir con el propósito específico prescrito en este Manual. Antes que una vía sea abierta al tránsito, deberán instalarse todas las señales que sean necesarias.

El uso de las señales debe estar apoyado en estudios realizados por profesionales con experiencia en el campo de la Ingeniería de Tránsito.

Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales preventivas y reglamentarias en un espacio corto, ya que esto puede ocasionar la contaminación visual y la pérdida de efectividad de las mismas. Por otra parte, es conveniente que se usen con frecuencia las señales informativas de identificación y de destino, con el fin de que los usuarios de la vía conozcan siempre su ubicación y rumbo.

Es necesario tener en cuenta que las condiciones urbanas muchas veces difieren de las condiciones rurales. Se prohíbe el uso de los colores y formas propias de las señales de tránsito en toda señal publicitaria.

1.4 DISEÑO

Toda señal vertical debe transmitir un mensaje nítido e inequívoco al usuario de la vía, lo que se logra a través de símbolos y/o leyendas, donde estas últimas se componen de palabras y/o números.

Considerando que los símbolos se comprenden más rápidamente que las leyendas, se deberá dar preferencia al uso de éstos, siempre y cuando correspondan a los indicados en este Capítulo.

Los símbolos y leyendas de una señal, siempre deberán ser concordantes y coherentes con el mensaje que se requiere transmitir.

En el caso de señales reglamentarias y de advertencia de peligro, las leyendas inscritas en ellas deberán corresponder siempre a letras mayúsculas. En cambio, cuando se trate de señales informativas, sólo se considerará la combinación mayúscula - minúscula, de acuerdo a lo indicado la sección 1.9 del presente Capítulo.

Cuando se instale una señal con un símbolo que resulte nuevo en una zona geográfica determinada, se deberá agregar una placa educativa, inmediatamente bajo la señal, que exprese en un texto lo que representa la simbología. Esta placa debe ser rectangular, del ancho de la señal y su combinación de

colores debe corresponder a la de ésta. La placa deberá mantenerse por un período máximo de tres años a partir de su instalación.

Todos los símbolos deberán ser iguales a los que se presentan en este Manual, y cuando se requieran leyendas, las letras y palabras se diseñarán teniendo en cuenta lo contemplado en este capítulo. La uniformidad en el diseño y en la colocación de las señales debe conservarse siempre. Las condiciones idénticas deberán siempre anunciarse con el mismo tipo de señal, independientemente de dónde ocurran. No obstante, el juicio del ingeniero es esencial para el uso adecuado de las señales, igual que con los otros dispositivos que sea necesario instalar para la regulación del tránsito.

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 para el cual fueron diseñadas e instaladas (Ver Anexo B)

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.

1.5 COLOR Y RETROREFLECTANCIA

Las señales que se instalen deberán ser legibles para los usuarios y su ubicación debe ser acorde con lo establecido en este manual, para permitir una pronta y adecuada reacción del conductor aún cuando éste se acerque a la señal a alta velocidad. Esto implica que los dispositivos cuenten con buena visibilidad, tamaño de letras adecuado, leyenda corta, símbolos y formas acordes con lo especificado en este Manual.

Colores: Las señales de tránsito especificadas en este Volumen, se deben construir con los colores especificados para cada una de ellas. Estos colores, se definirán en base a las coordenadas cromáticas y deberán estar dentro de los respectivos polígonos de color formados por los cuatro vértices definidos por la CIE (Commission International de l'Eclairage), especificados en el Diagrama Cromático CIE 1931, correspondiente a la Figura 1.5-1.

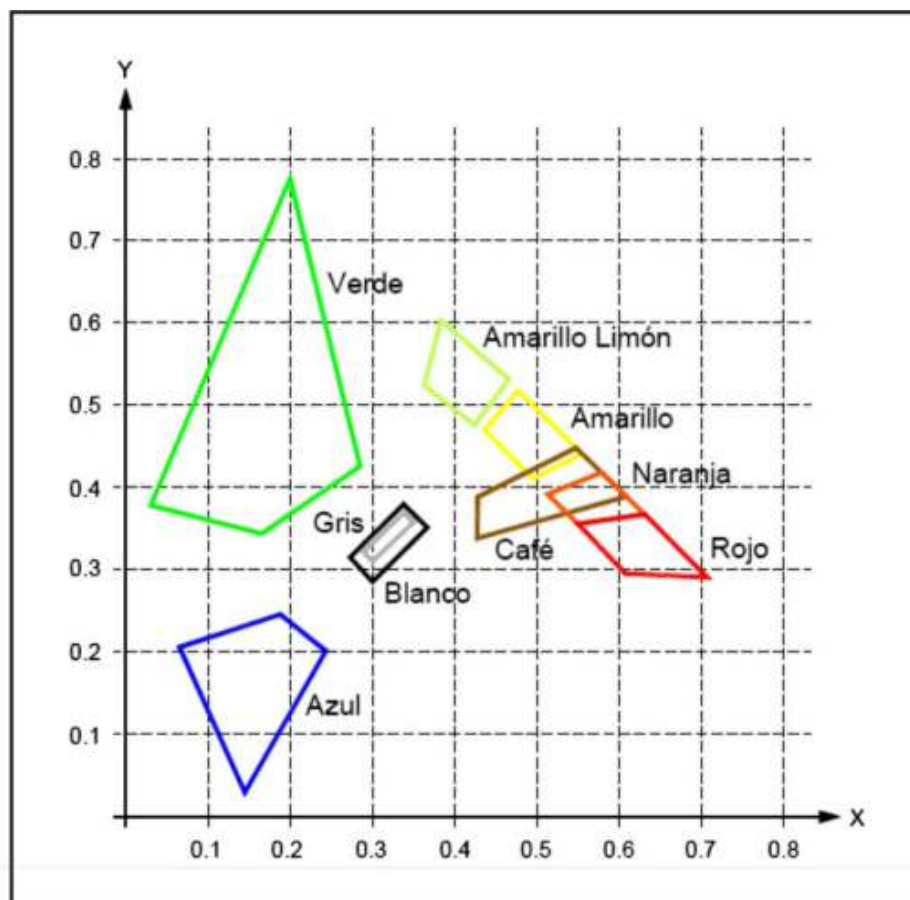


FIGURA 1.5-1 DIAGRAMA CROMÁTICO CIE 1931, PARA SEÑALES VERTICALES

TABLA 1.5-1 COORDENADAS CROMÁTICAS PARA COLORES EN SEÑALES DE TRÁNSITO

Color	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Blanco	0,303	0,287	0,368	0,353	0,34	0,38	0,274	0,316
Amarillo	0,498	0,412	0,557	0,442	0,479	0,52	0,438	0,472
Naranja	0,55	0,36	0,63	0,37	0,581	0,418	0,516	0,394
Rojo	0,613	0,297	0,708	0,292	0,636	0,364	0,558	0,352
Azul	0,066	0,208	0,19	0,247	0,244	0,202	0,144	0,03
Café	0,43	0,34	0,61	0,39	0,55	0,45	0,43	0,39
Verde	0,03	0,38	0,166	0,346	0,286	0,428	0,201	0,776
Gris	0,35	0,36	0,3	0,31	0,29	0,32	0,34	0,37
Amarillo Limón Fluorescente	0,387	0,61	0,46	0,54	0,438	0,508	0,376	0,568
Amarillo Fluorescente	0,521	0,424	0,557	0,442	0,479	0,52	0,454	0,491
Naranja Fluorescente	0,595	0,351	0,645	0,355	0,583	0,416	0,542	0,403

Retroreflectancia: La retrorreflexión corresponde a uno de los parámetros más importantes de una señal vertical, ya que ésta debe ser visualizada tanto de día como de noche. Así, en periodos nocturnos, la lámina retrorreflectiva con que cuenta una señal, permite que tenga la propiedad de devolver parte de la luz a su fuente de origen, lo que se traduce en que los conductores al iluminarla con los focos del vehículo, puedan apreciarla con mayor claridad.

Este fenómeno óptico se logra debido a la utilización de Figuras retrorreflectivas que forman parte de la señal, las que están compuestas de esferas de vidrio microscópicas o elementos prismáticos, encargados de reflejar una porción de la luz recibida a la fuente emisora.

Para interpretar en mejor forma los requerimientos que deben exigirse a una lámina retrorreflectiva, es importante conocer algunos términos técnicos que definen sus características, tales como:

-Ángulo de Entrada. Corresponde al ángulo formado entre un rayo de luz sobre una superficie retrorreflectante y una línea perpendicular a esa misma superficie (ver Figura 1.5-2). En general, para interpretar este parámetro, según lo indicado en la Norma ASTM D 4956, se utilizan ángulos de -4° y 30° , medidos siempre en relación con el ángulo de observación, lo que permite, definir niveles de retrorreflexión asociados a los distintos tipos de Figuras. Este factor resulta de gran relevancia, ya que a medida que aumenta el ángulo de entrada, disminuye drásticamente el nivel de retrorreflexión de la señal. Si esto se aplica a una situación de la vía, a medida que se aleja la ubicación lateral de la señal, con respecto a la pista de circulación, menor será su visibilidad.

-Ángulo de Observación. Corresponde al ángulo formado por el rayo de luz emitido por los focos del vehículo sobre una superficie retrorreflectiva y el rayo de luz retrorreflejado a los ojos del observador (ver Figura 1.5-2). Las Figuras retrorreflectantes, devuelven la luz en la forma de un cono muy pequeño, presentando una visibilidad menor a medida que aumenta el ángulo de observación. Por lo tanto, a medida que la separación entre los focos de un móvil y los ojos de un conductor sea mayor, la visibilidad de la señal será menos efectiva, lo que sucede a menudo en vehículos de carga. Para efectos de medir los niveles de retrorreflexión según la Norma ASTM D 4956, se utilizan valores de $0,2^\circ$ y $0,5^\circ$, los que siempre son analizados con el ángulo de entrada.

Como complemento a lo anterior, se puede definir la retrorreflexión, como la cantidad de luz reflejada por un material retrorreflectante, la que se mide en candelas (reflejadas) por lux por metro cuadrado.

La ubicación de la señal incide directamente en su visibilidad, por lo tanto, en el caso de señales instaladas al costado izquierdo de la vía o sobre la calzada, deberá asegurarse que cuenten con el espacio suficiente para ser divisadas con la mayor facilidad posible. En estos casos, como resultado de los niveles de retrorreflexión mínimos exigidos en este numeral, los cuales superan a la normativa vigente, no será necesario aumentar este parámetro. No obstante, se recomienda que las señales sobre la calzada cuenten con iluminación propia.

Todos los elementos de una señal vertical, es decir, fondo, caracteres, orlas, símbolos leyendas y pictogramas, con la sola excepción de aquellos de color negro, deberán estar compuestos de un material retrorreflectante, cuya exigencia se indica en este capítulo.

Por otro lado, en zonas en que se presenten condiciones climáticas habituales de visibilidad adversa (día o noche), como por ejemplo neblina, se podrá utilizar señales verticales de niveles retrorreflectantes superiores a las indicadas y/ o fluorescentes, con la finalidad de mejorar la capacidad de ser percibidas por el usuario.

Finalmente, se deberá prestar especial cuidado a la limpieza de las señales, ya que el polvo u otros elementos, afectan directamente la efectividad de la retrorreflexión de una señal.

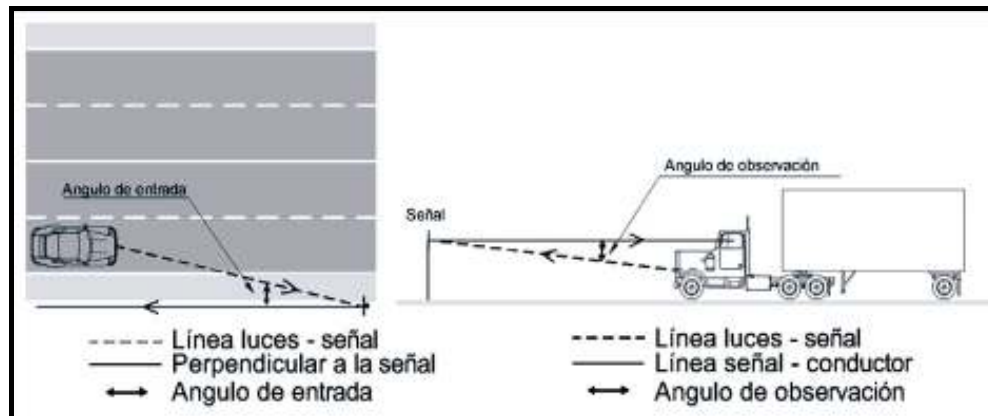


FIGURA 1.5-2 ÁNGULO DE ENTRADA Y OBSERVACIÓN

Para señales verticales nuevas, todos los elementos, tales como: fondo, caracteres, orlas, símbolos, leyendas, pictogramas, deberán cumplir con una intensidad retrorreflexiva mínima del nivel Tipo III, según se indica en la Norma ASTM D 4956 vigente.

En el caso de señales verticales nuevas, la retrorreflexión será medida previa a la instalación definitiva de ellas. Se analizará una muestra equivalente a $3\sqrt{N}$, considerando N como el número total de señales, con un mínimo de 10 unidades. Si el número es menor a diez, se deben ensayar todas. Esta muestra será seleccionada por el Inspector Fiscal o por quien éste designe. Será necesario que el 100% de la muestra cumpla con los valores indicados en la Tabla 1.5-1 con una variación máxima de -5% atribuible a transporte y manipulación, para que sean aceptadas como válidas. En caso contrario, es decir, si alguna de las señales no cumpliera con el nivel de retrorreflexión especificado, se procederá a medir el total de las señales consideradas para la vía, pudiéndose instalar solamente aquellas que hubieren cumplido con los valores predefinidos.

TABLA 1.5-2 NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLEXION PARA SEÑALES VERTICALES NUEVAS (*) (CD/LX/M2)

Ángulo		Color					
Entrada	Observación	Blanco	Amarillo	Verde	Rojo	Azul	Café
- 4°	0,2°	250	170	45	45	20	12
30°	0,2°	150	100	25	25	11	8
- 4°	0,2°	95	62	15	15	7,5	5
30°	0,2°	65	45	10	10	5	3

(*) Los valores indicados corresponden a niveles de retrorreflexión definidos como Tipo III en la Norma ASTM D-4956. Se aceptará una variación de -5% en los valores indicados en la Tabla, atribuible a transporte y manipulación.

Si bien la exigencia anterior se aplica directamente a señales nuevas, en el caso de la señalización vertical en uso, es decir, instalada en la vía, se deberá cumplir en todo momento con un nivel de retrorreflexión mínima, el que se indica en la Tabla 1.5-2.

TABLA 1.5-3 NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLEXIÓN PARA SEÑALES VERTICALES EN USO (*) (CD/LX/M2)

Ángulo		Color					
Entrada	Observación	Blanco	Amarillo	Verde	Rojo	Azul	Café
- 4°	0,2°	150	102	27	27	12	7,5
30°	0,2°	90	60	15	15	6,5	5
- 4°	0,5°	57	37	9	9	4,5	3
30°	0,5°	39	27	6	6	3	2

Cuando se requiera medir la retrorreflexión mínima de una señal vertical instalada (en uso), se seleccionará una muestra del número total de señales existentes en la vía, de manera análoga a lo indicado para señales nuevas. La muestra a considerar será definida por el Fiscal o quien éste designe, y se deberá preferir las señales más antiguas o visualmente maltratadas, las que serán cuidadosamente limpiadas previo a su medición. Será necesario que el 100% de la muestra cumpla con los valores indicados en la Tabla 1.5-3, para aceptar como válidas las señales instaladas. En caso contrario, se procederá a medir todas y cada una de las señales de la vía, debiéndose reemplazar inmediatamente las

que no cumplan con los valores especificados. Evidentemente, las señales de reemplazo tendrán que ser aprobadas y validadas antes de su instalación.

Los costos inherentes a las mediciones de retrorreflexión, ya sea que se trate de un muestreo y/o revisión de algunas o todas las señales, considerando nuevas o instaladas, serán de cargo del Contratista, quien deberá coordinar las fechas y horarios, previamente con el Fiscal, para efectuar estas labores.

Señales Fluorescentes. Como principio, la fluorescencia, durante el día, proporciona una visibilidad muy superior a otro tipo de señales, producto de su capacidad de absorber la luz solar de onda corta y devolverla como onda larga, por lo tanto, más visible y brillante. Esta propiedad, permite además contar con una señal altamente recomendada para condiciones climáticas adversas y horarios nocturnos. Las señales fluorescentes serán de color amarillo o naranja, debiendo cumplir con un nivel de retrorreflexión mínimo para las Figuras, de acuerdo a lo especificado en la Tabla 1.5-4 para señales nuevas y Tabla 1.5-5 para señales en uso.

TABLA 1.5-4 NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLEXIÓN - SEÑALES FLUORESCENTES NUEVAS

Ángulo		Color	
Entrada	Observación	Naranja	Amarillo
- 4°	0,2°	250	240
30°	0,2°	180	150
- 4°	0,5°	130	165
30°	0,5°	60	75

TABLA 1.5-5 NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLEXIÓN - SEÑALES FLUORESCENTES EN USO

Ángulo		Color	
Entrada	Observación	Naranja	Amarillo
- 4°	0,2°	200	192
30°	0,2°	144	120
- 4°	0,5°	104	132
30°	0,5°	48	60

1.6 EMPLAZAMIENTO

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, la ubicación de una señal vertical corresponde a un tema de gran relevancia, considerando que de esto dependerá la visibilidad adecuada y la reacción oportuna de los diferentes usuarios de una vía.

Como criterio general, toda señalización de tránsito deberá instalarse dentro del cono visual del usuario de la vía, de manera que atraiga su atención y facilite su interpretación, tomando en cuenta la velocidad del vehículo, en el caso de los conductores.

No obstante lo anterior, los postes y otros elementos estructurales de las señales de tránsito, pueden representar un peligro para los usuarios en caso de ser impactadas. Por lo tanto, deben instalarse alejadas de la calzada y construirse de tal forma, que opongan la menor resistencia en caso de accidentes.

En general, se deberán analizar las siguientes condiciones para la correcta instalación de una señal vertical:

- Distancia entre la señal y la situación que generó su instalación (ubicación longitudinal).
- Distancia entre la señal y el borde de la calzada (ubicación transversal).
- Altura de ubicación de la placa de la señal.
- Orientación de la placa de la señal.
- Distancia mínima entre señales.

1.6.1 UBICACIÓN LONGITUDINAL

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.

En general, una señal deberá cumplir los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio o término de una restricción o autorización. En estos casos, la señal se instalará en el lugar específico donde ocurre la situación señalizada.

- Advertir o informar sobre condiciones de la vía o respecto a acciones que se deben o se pueden realizar más adelante.
- Informar con respecto a orientación geográfica y características socio-culturales que pudieran encontrarse aledañas o cercanas a la vía. Entre estas últimas, se pueden mencionar señales con información turística, cultural, de servicios, etc.

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.

En lo que se refiere a la separación que debe respetarse entre cada tipo de señal, en el sentido longitudinal, es decir, paralelo al eje de la vía, la Tabla 1.6-1 entrega distancias mínimas de separación entre diferentes tipos de señales, con la finalidad que el conductor del vehículo cuente con el tiempo suficiente para efectuar las maniobras adecuadas. Así, de acuerdo a la precedencia de cada tipo de señal, reglamentaria, advertencia de peligro o informativa, se definen dos longitudes mínimas. Una de ellas, la mínima absoluta, corresponde a la distancia mínima de separación, que no debe ser sobrepasada y que se utiliza en condiciones de restricción de espacio. En cambio, para una situación no restrictiva, se dará preferencia a la distancia mínima recomendada. Distancias menores a la mínima absoluta, motivadas por condiciones particulares de la vía, deberán ser justificadas técnicamente y propuestas al Fiscal para su evaluación.

TABLA 1.6-1 DISTANCIA MÍNIMA (M) ENTRE SEÑALES VERTICALES

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

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

1.6.2 UBICACIÓN LATERAL

La ubicación lateral de una señal vertical, dependerá a la distancia, medida desde el **borde de la calzada**, a la cual será instalada. Para esto, es importante tener presente que el conductor de un vehículo tiene una visibilidad en la forma de un cono de proyección, el que se abre en un ángulo de alrededor de 10° con respecto a su eje visual. Por lo tanto, se deberá asegurar que la señal quedará instalada en esa zona.

Por otro lado, junto con lo anterior, se debe cuidar de no separar demasiado la señal de la calzada, ya que resulta fundamental considerar el efecto de retrorreflexión, muy sensible a lo que se denomina el ángulo de entrada (ver Figura 1.5-2)

No obstante lo anterior, bajo **ninguna circunstancia se podrá instalar una señal sobre la berma** cuidando, además, que el borde de la placa más cercano a la calzada, no invada la zona correspondiente a ésta.

Con respecto a la altura de la placa de la señal, se deben conjugar variados factores, como son retrorreflexión, tránsito de peatones, vegetación, obstáculos cercanos, etc.

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 1.6-1 y la Tabla 1.6-2.

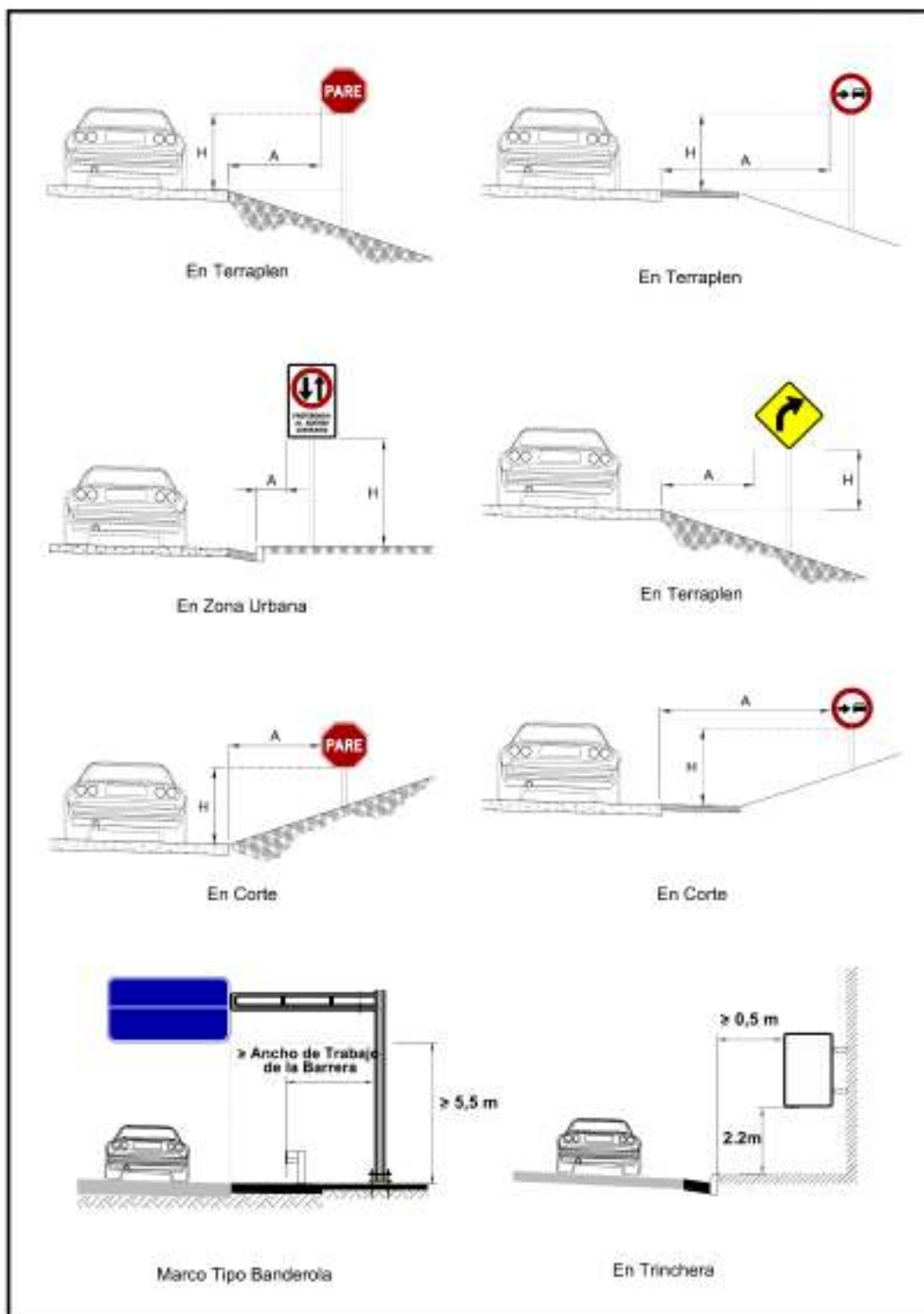


FIGURA 1.6-1 UBICACIÓN TRANSVERSAL DE SEÑALES VERTICALES – DISTANCIA Y ALTURA

TABLA 1.6-2 UBICACIÓN TRANSVERSAL DE SEÑALES VERTICALES (DISTANCIA Y ALTURA)

Tipo de Vía	A (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

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.

1.6.3 ORIENTACIÓN

Considerando que una lámina retrorreflectante, al ser iluminada por los focos de un vehículo, podría devolver demasiada cantidad de luz al conductor, ocasionando encandilamiento o dificultades para una adecuada comprensión del mensaje de la señal, se deberá instalar la placa de manera tal, que ésta y una línea paralela al eje de la calzada, formen un ángulo levemente superior a los 90° (ángulo recto), recomendándose un valor de 93°, según se puede apreciar en la Figura 1.6-2.

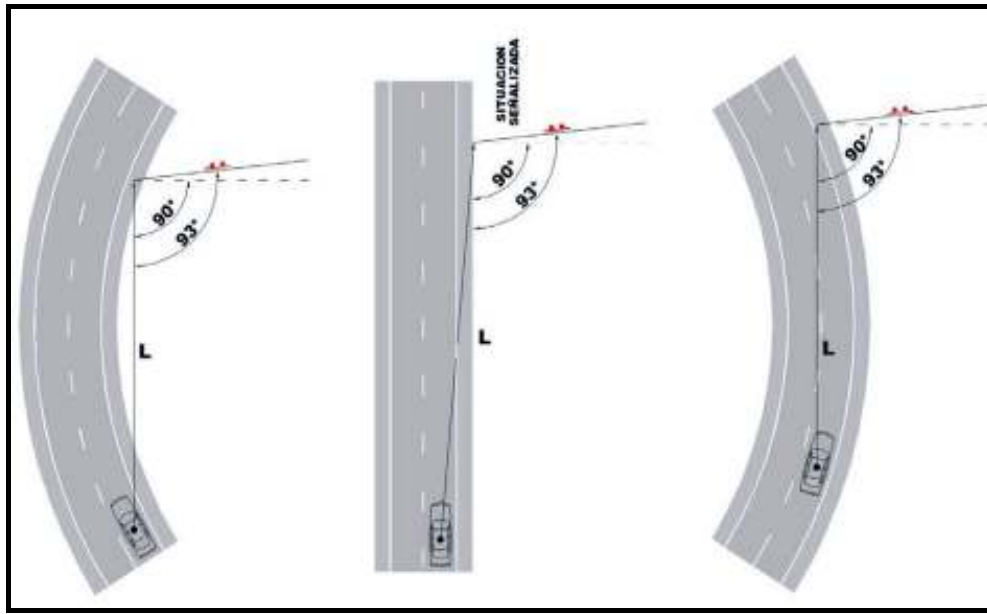


FIGURA 1.6-2 ORIENTACIÓN DE LA SEÑAL (PERSPECTIVA HORIZONTAL)

Por otro lado, se debe considerar la orientación de la señal, desde una perspectiva vertical, tal como se muestra en la Figura 1.6-3.

Los criterios anteriores, son válidos para todas las señales verticales, incluyendo señales tipo mapa y elevadas.

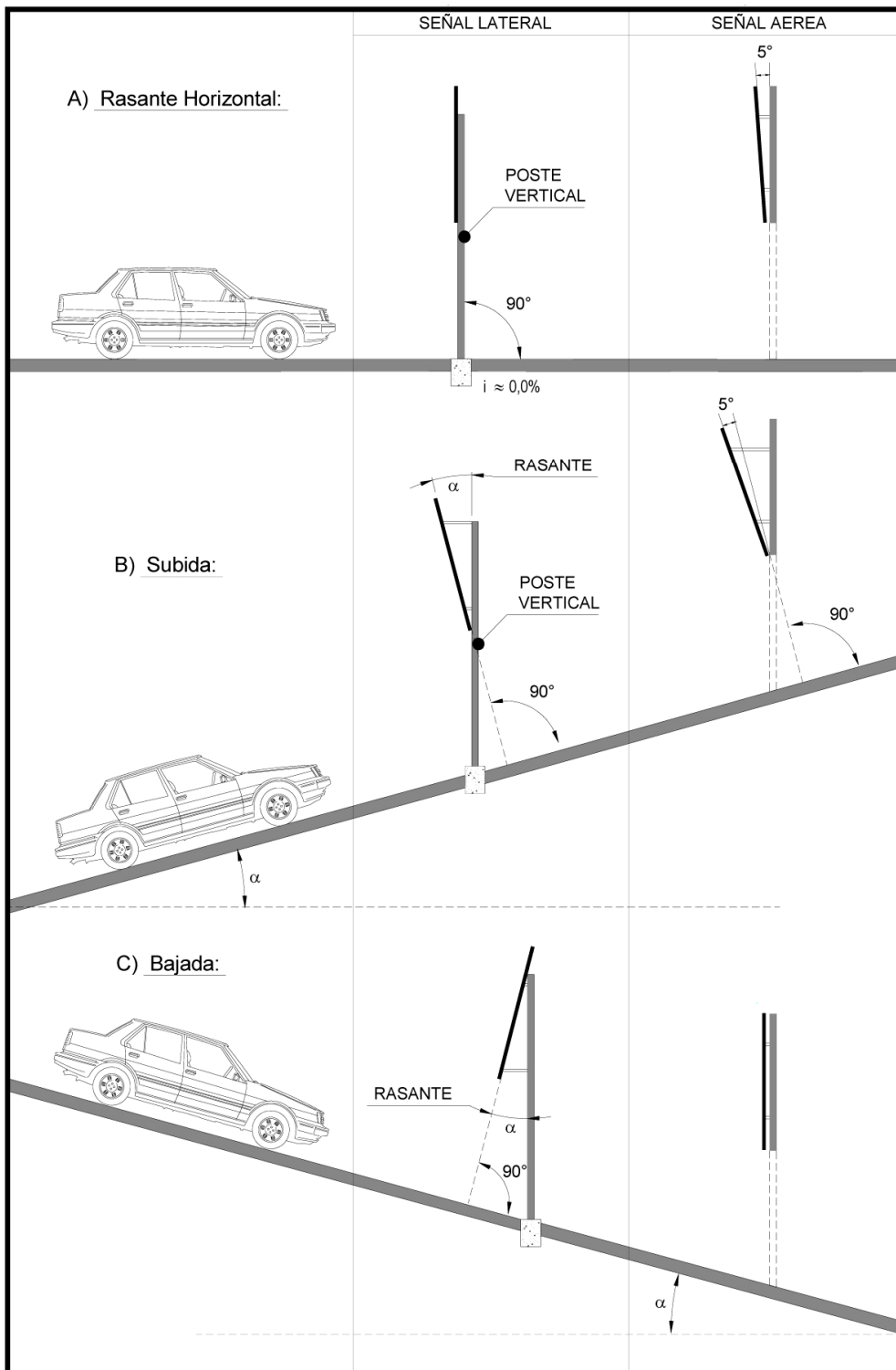


FIGURA 1.6-3 ORIENTACIÓN DE LA SEÑAL (PERSPECTIVA VERTICAL)

1.6.4 TABLEROS

Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio o poliéster reforzado con fibra de vidrio, de acuerdo con las especificaciones fijadas en el presente Manual.

Los mensajes de las señales serán elaborados sobre Figuras retrorreflectivas que cumplan con los requisitos fijados mas adelante y adheridos a la lámina metálica cumpliendo con las especificaciones fijadas en la misma norma.

Las dimensiones de los tableros de las señales verticales son las indicadas para las distintas señales en el presente Manual.

1.6.5 ESTRUCTURAS DE SOPORTE

Tan importante como la ubicación de una señal vertical, es la sustentación de la placa, la que debe mantenerse estable para diferentes condiciones climáticas, además de acciones vandálicas que pudieren modificar su correcta posición.

En este sentido, la sustentación de las señales, en lo que respecta al soporte, calidad del material y características de la fundación, se determinará según lo indicado en Anexo B. En estos, se encontrará información de postes tradicionales y dispositivos del tipo colapsables.

Los postes de las señales serán fabricados en ángulo de acero, de acuerdo con las especificaciones fijadas en Anexo B.

1.7	SEÑALES PREVENTIVAS	13
1.7.1	OBJETIVO	13
1.7.2	FORMA	13
1.7.3	COLOR	13
1.7.4	UBICACIÓN	13
1.7.5	CLASIFICACIÓN	15
1.7.6	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	18

1.7 SEÑALES PREVENTIVAS

1.7.1 OBJETIVO

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. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso innecesario de ellas, tiende a disminuir el respeto y obediencia a toda la señalización en general.

1.7.2 FORMA

En general, las señales de advertencia de peligro, tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocada verticalmente, con la excepción de CRUZ DE SAN ANDRES (SP-33), y las Placas de Refuerzo. Las Figura 1.7-2, Figura 1.7-3 y Figura 1.7-4 presentan las formas básicas que caracterizan a este tipo de señales.

1.7.3 COLOR

Su color de fondo es amarillo. Los símbolos, leyendas y orlas, son de color negro. Todos los colores, utilizados por ejemplo en la señal SP 35 Semáforo, con excepción del negro, deben cumplir con lo especificado la Sección 1.5 del presente capítulo.

Para el caso de este tipo de señales, todos los elementos, tales como; fondo, caracteres, orlas, símbolos, leyendas, pictogramas, excepto aquellos de color negro, deberán cumplir con un nivel de retrorreflexión mínimo, de acuerdo a lo indicado en la Sección 1.5 del presente capítulo.

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)

1.7.4 UBICACIÓN

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. Este tiempo puede variar de 3 segundos, como en el caso de las señales de advertencia más sencillas, CURVA PRONUNCIADA DERECHA (SP 4) o PENDIENTE FUERTE DE BAJADA (SP 16), hasta 10 segundos en el caso de señales de advertencia de situaciones complejas como CRUCES o BIFURCACIONES (SP 18 a SP 30).

Por lo tanto, la distancia requerida entre la señal y la situación que advierte queda determinada por la velocidad máxima de la vía y el tiempo a que se refiere el párrafo anterior ($\text{distancia} = \text{tiempo} \times \text{velocidad máxima}$), no pudiendo ser dicha distancia menor a 50 m. Estas pueden ser ajustadas, hasta en un 20%, dependiendo de factores tales como: geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito y otros.

En el caso especial de las señales que advierten sobre restricciones en la vía, que afectan sólo a ciertos vehículos, ellas deben ubicarse **antes del empalme con la ruta alternativa que evita la restricción** o antes del lugar donde un vehículo afectado por la limitación pueda virar en "U". Dicha ruta alternativa debe contar con señalización informativa que permita a los conductores retomar la vía original sin dificultad. En la se esquematiza esta situación.

Cuando la distancia entre la señal de advertencia y el inicio de la condición peligrosa es superior a 300 m, se debe agregar a la señal una placa adicional que indique tal distancia, como lo muestra la Figura 1.7-1. Si dicha distancia es menor a un kilómetro, la indicación se da en múltiplos de 100 m y si es mayor, se redondea a kilómetros enteros.

La separación con otras señales, se deberá considerar lo indicado en el Tópico 1.6.1 de este capítulo.

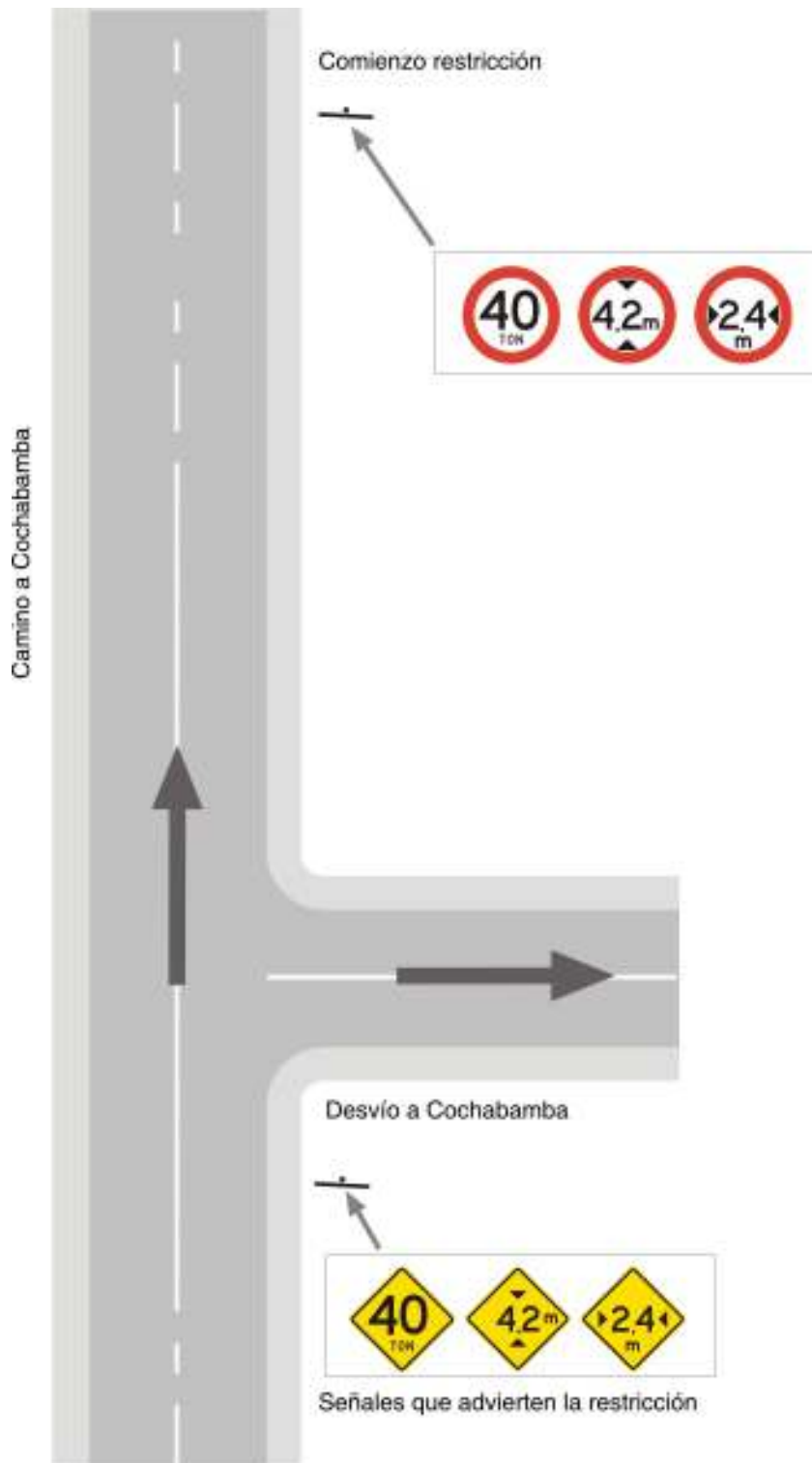


FIGURA 1.7-1 UBICACIÓN SEÑALES PREVENTIVAS DE RESTRICCIÓN

1.7.5 CLASIFICACIÓN



FIGURA 1.7-2 SEÑALES PREVENTIVAS 1-25

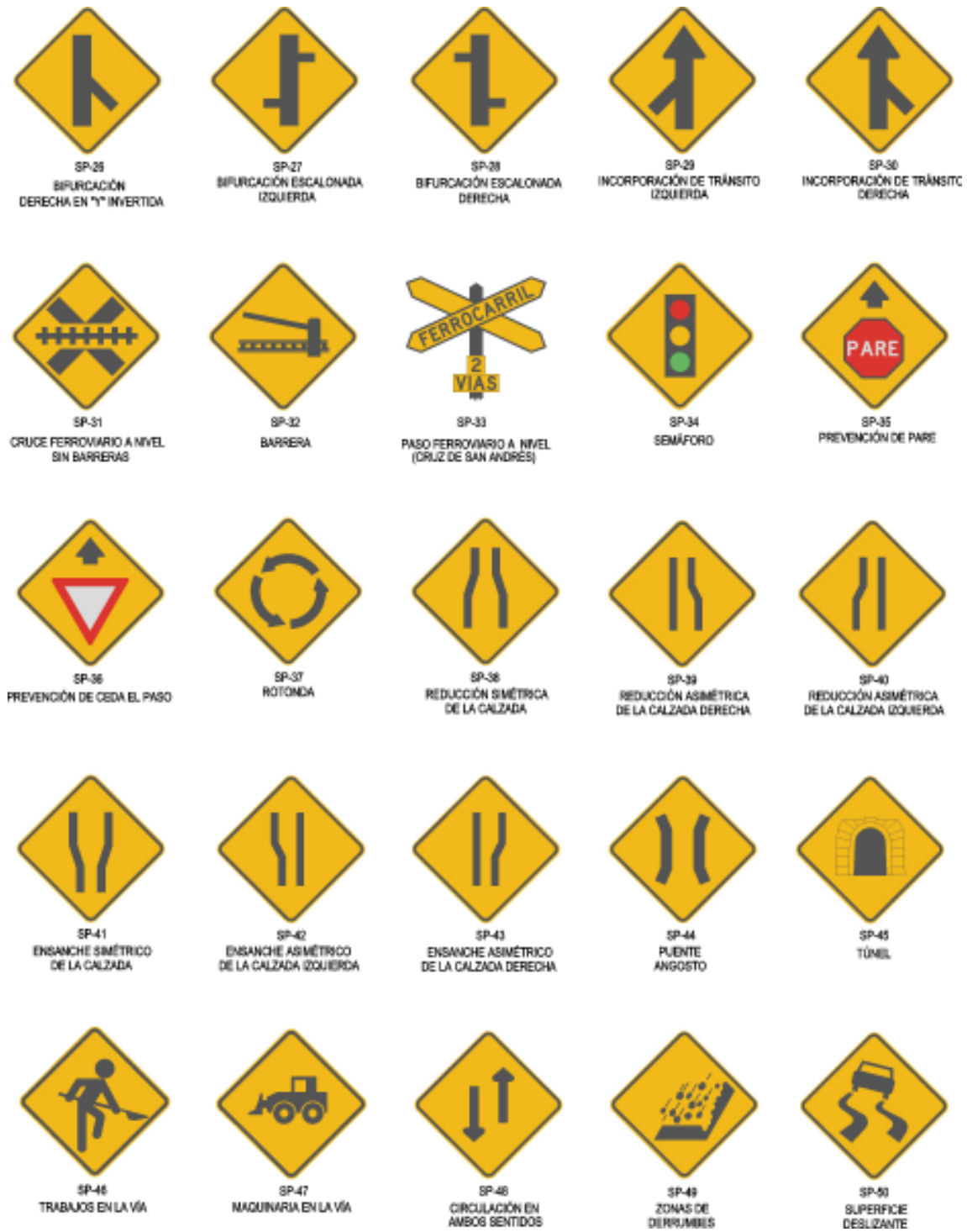


FIGURA 1.7-3 SEÑALES PREVENTIVAS 26-50



FIGURA 1.7-4 SEÑALES PREVENTIVAS 51- 68

Nota: El diseño de las señales SP-67 y SP-68 se detalla en el Capítulo 6 Facilidades para Peatones y Bicicletas.

1.7.6 DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO

CURVA PELIGROSA IZQUIERDA	SP-1
----------------------------------	-------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

DOTAS EN MILIMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es inferior a 50 Km/hr. Esta debe ser complementada con la Señal Reglamentaria SR-30, indicativa del límite máximo de velocidad de la curva.

FIGURA 1.7-5 CURVA PELIGROSA IZQUIERDA (SP-1)

CURVA PELIGROSA DERECHA	SP-2
--------------------------------	-------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

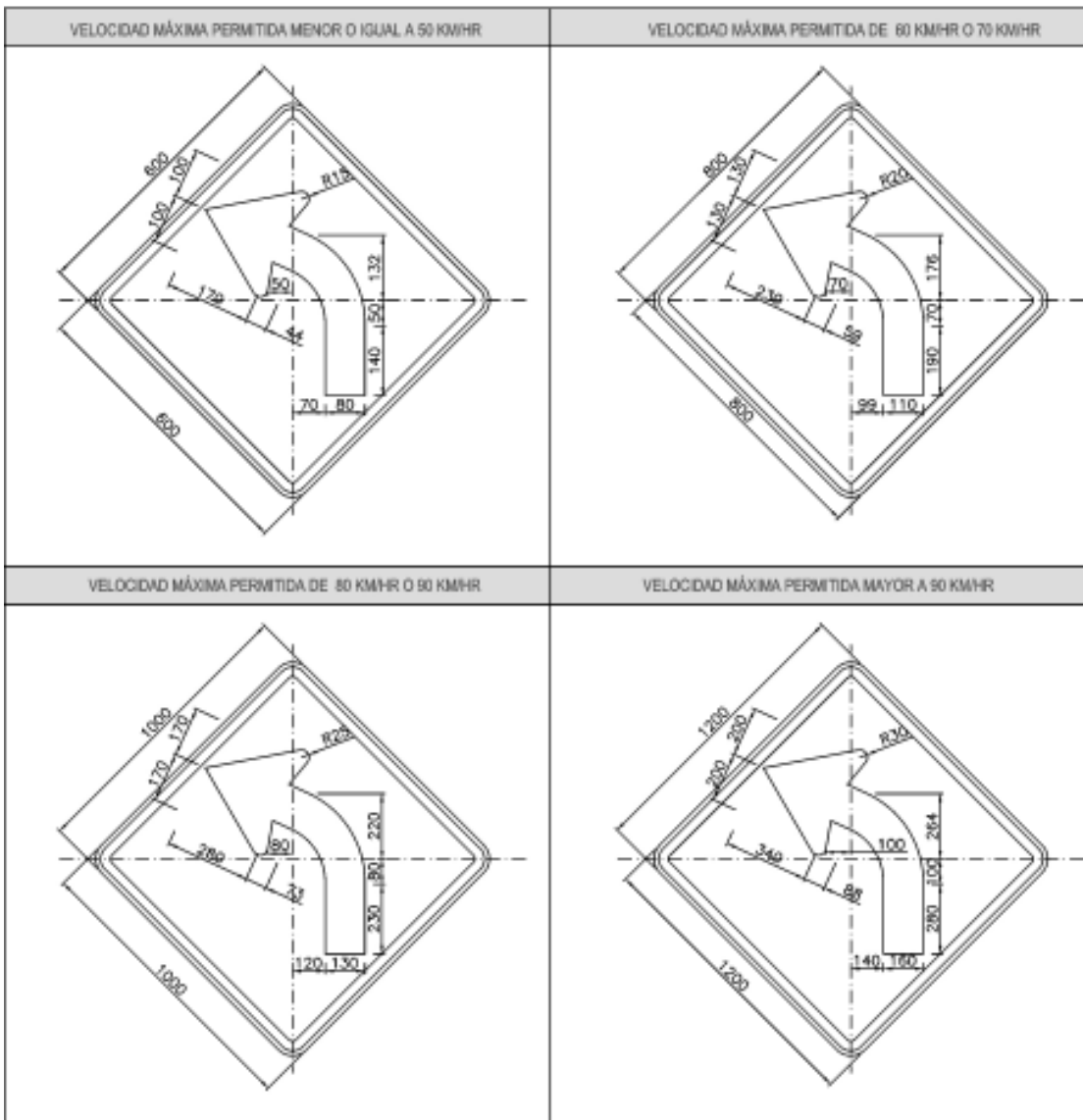
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es inferior a 50 Km/hr. Esta debe ser complementada con la Señal Reglamentaria SR-30, indicativa del límite máximo de velocidad de la curva.

FIGURA 1.7-6 CURVA PELIGROSA DERECHA (SP-2)

CURVA PRONUNCIADA IZQUIERDA	SP-3
------------------------------------	-------------



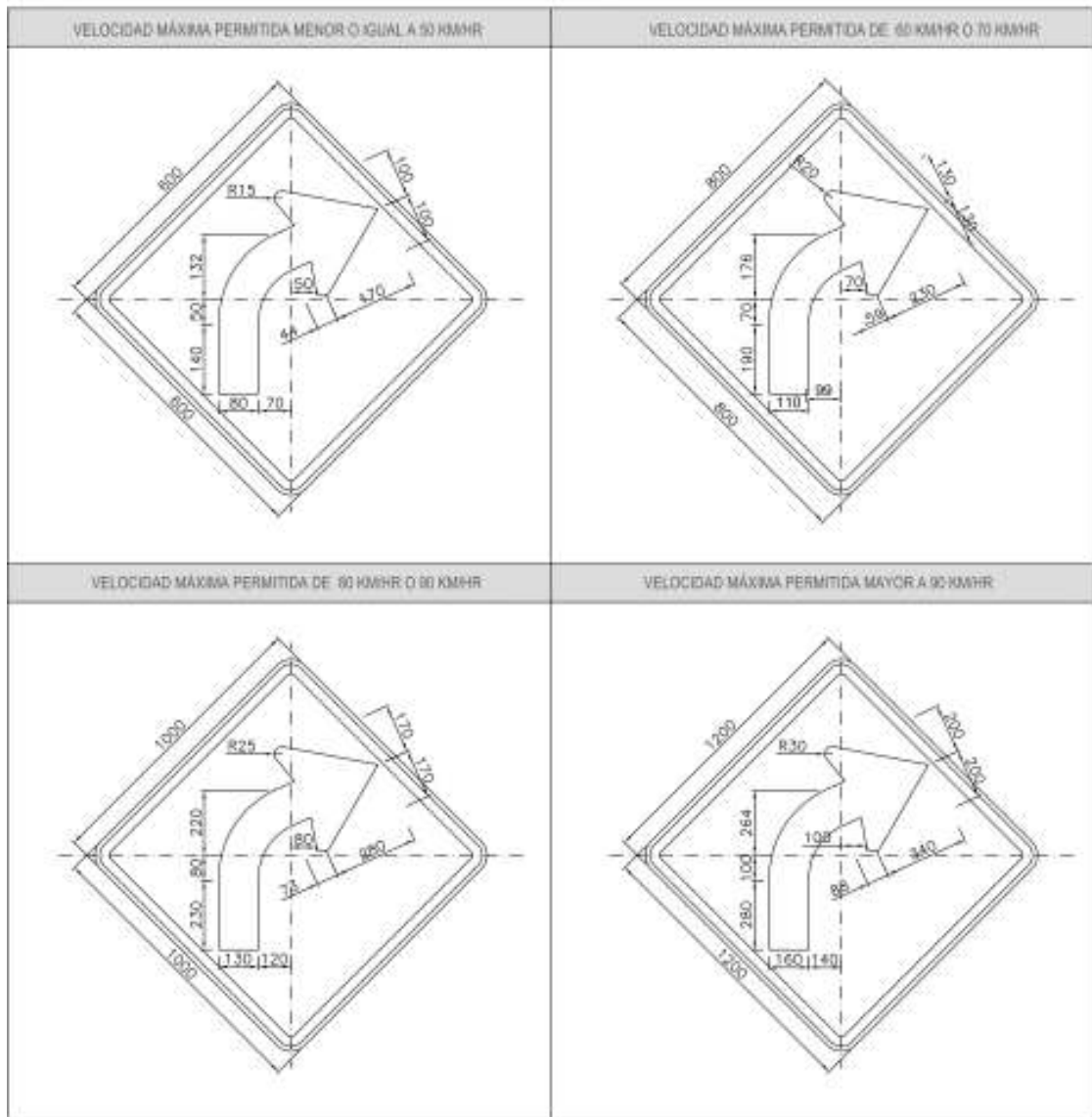
COTAS EN MILÍMETROS



Estas señales se deben instalar para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía. También se deben usar cuando la velocidad de diseño es igual a la velocidad máxima o de operación de la vía, pero existen limitaciones de visibilidad u otras complicaciones operacionales. Estas señales se deben usar sólo en curvas cuya velocidad de diseño sea igual o superior a 50 Km/hr.

FIGURA 1.7-7 CURVA PRONUNCIADA IZQUIERDA (SP-3)

CURVA PRONUNCIADA DERECHA	SP-4
----------------------------------	-------------



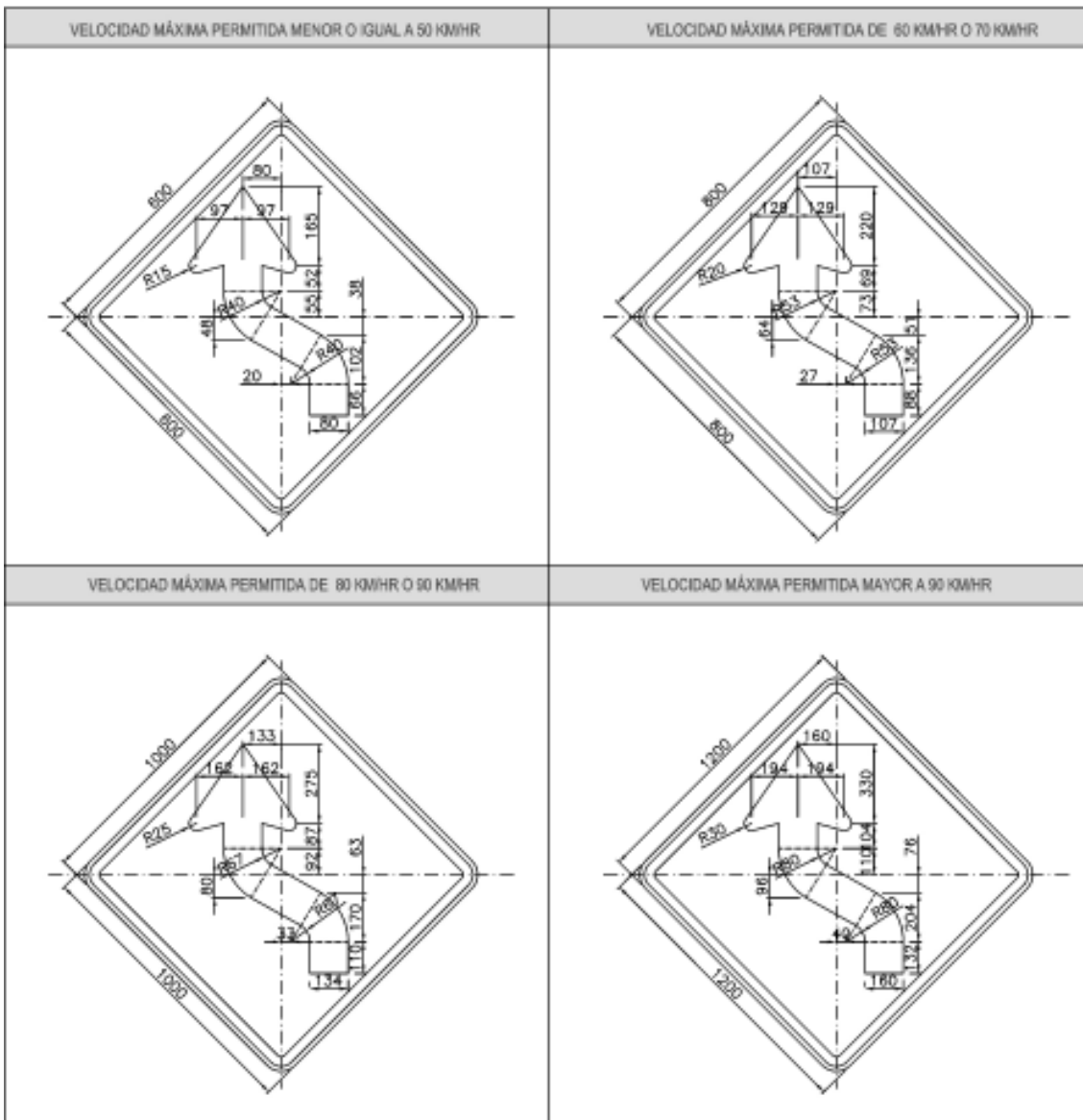
EDTAS EN MILIMETROS



Estas señales se deben instalar para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía. También se deben usar cuando la velocidad de diseño es igual a la velocidad máxima o de operación de la vía, pero existen limitaciones de visibilidad u otras complicaciones operacionales. Estas señales se deben usar sólo en curvas cuya velocidad de diseño sea igual o superior a 50 Km/hr.

FIGURA 1.7-8 CURVA PRONUNCIADA DERECHA (SP-4)

CURVA Y CONTRACURVA IZQUIERDA	SP-5
--------------------------------------	-------------



COTAS EN MILÍMETROS

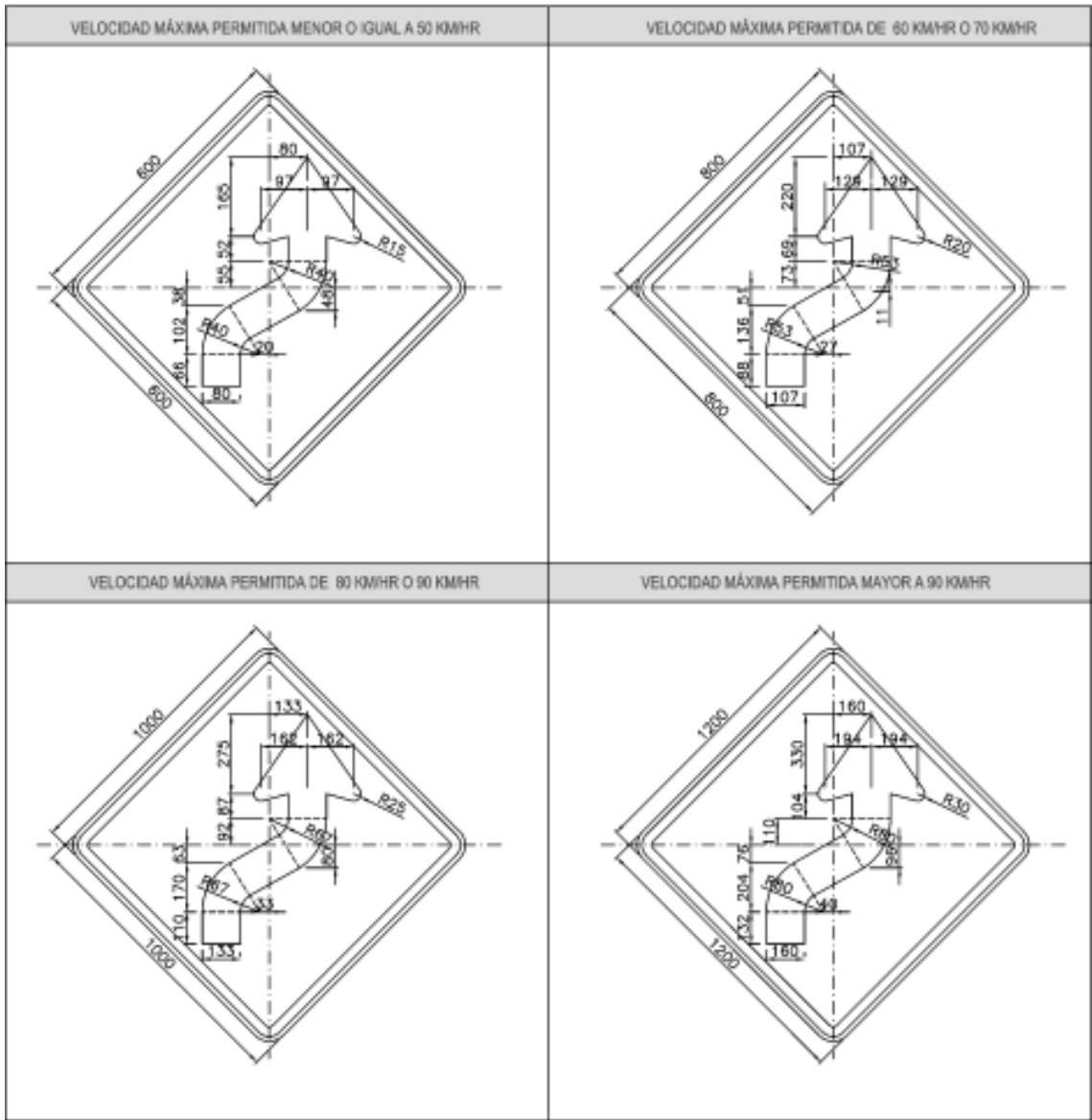


Estas señales se emplean para advertir la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario, cuando al menos una de ellas es cerrada. Se deben usar siempre que la separación entre las curvas sea menor a 80 metros. Esta debe ser complementada con la Señal Reglamentaria SR-30, indicativa del límite máximo de velocidad de la curva más restrictiva

FIGURA 1.7-9 CURVA Y CONTRACURVA IZQUIERDA (SP-5)

CURVA Y CONTRACURVA DERECHA

SP-6



COTAS EN MÍMETROS

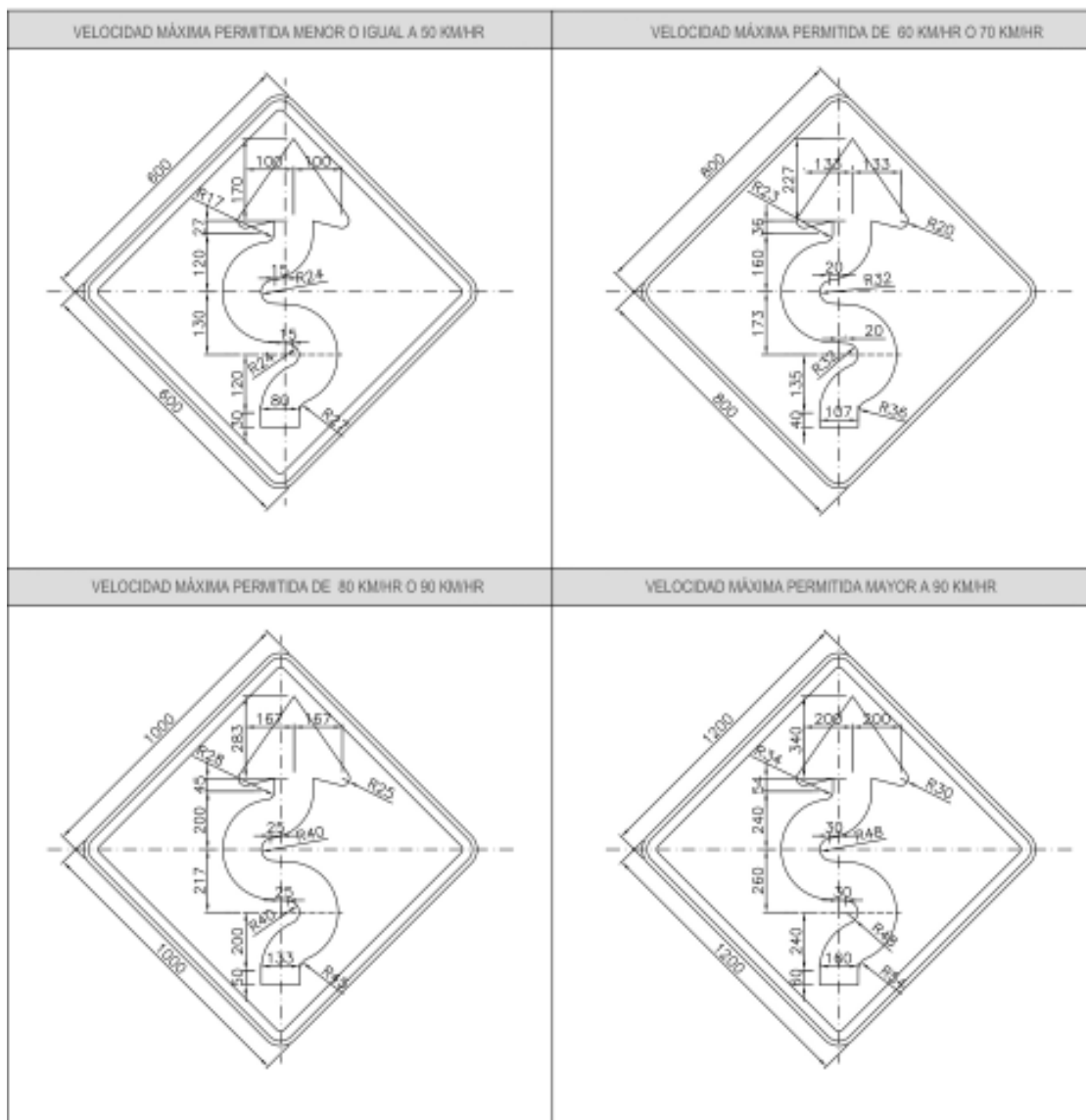


Estas señales se emplean para advertir la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario, cuando al menos una de ellas es cerrada. Se deben usar siempre que la separación entre las curvas sea menor a 80 metros. Esta debe ser complementada con la Señal Reglamentaria SR-30, indicativa del límite máximo de velocidad de la curva más restrictiva

FIGURA 1.7-10 CURVA Y CONTRACURVA DERECHA (SP-6)

**CURVAS SUCESIVAS
PRIMERA DERECHA**

SP-7



COTAS EN MILÍMETROS



Estas señales se usan para advertir la proximidad de una zona con tres o más curvas consecutivas de sentidos opuestos y cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación de la vía, y siempre que la distancia entre el fin de una curva y el inicio de la siguiente sea menor a la indicada en la tabla 1.7-3.

Tabla 1.7-3 : Distancias Mximas entre Curvas Sucesivas

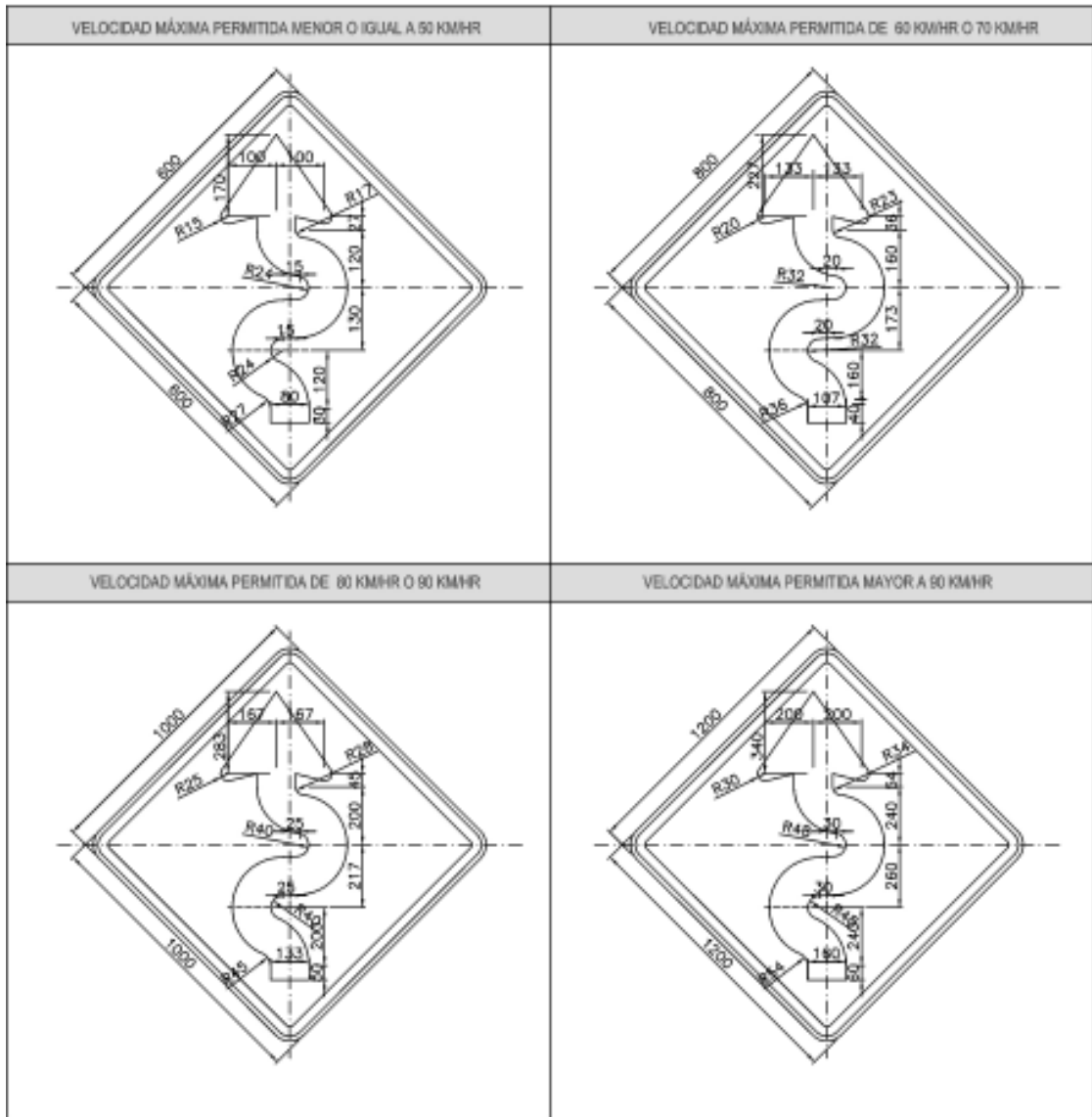
Velocidad de diseo de curva* (km/hr)	30-50	60-80	90 o más
Velocidad de diseo de curva* (km/hr)	80	120	150

* : Corresponde a la curva con menor velocidad de diseo.

Esta debe ser complementada con la Seal Reglamentaria SR-30, indicativa del lmite mximo de velocidad de la curva ms restrictiva.

FIGURA 1.7-11 CURVAS SUCESIVAS PRIMERA DERECHA (SP-7)

**CURVAS SUCESIVAS
PRIMERA IZQUIERDA** **SP-8**



COTAS EN MILÍMETROS



Estas señales se usan para advertir la proximidad de una zona con tres o más curvas consecutivas de sentidos opuestos y cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación de la vía, y siempre que la distancia entre el fin de una curva y el inicio de la siguiente sea menor a la indicada en la tabla 1.7-4.

Tabla 1.7-4 : Distancias Máximas entre Curvas Sucesivas

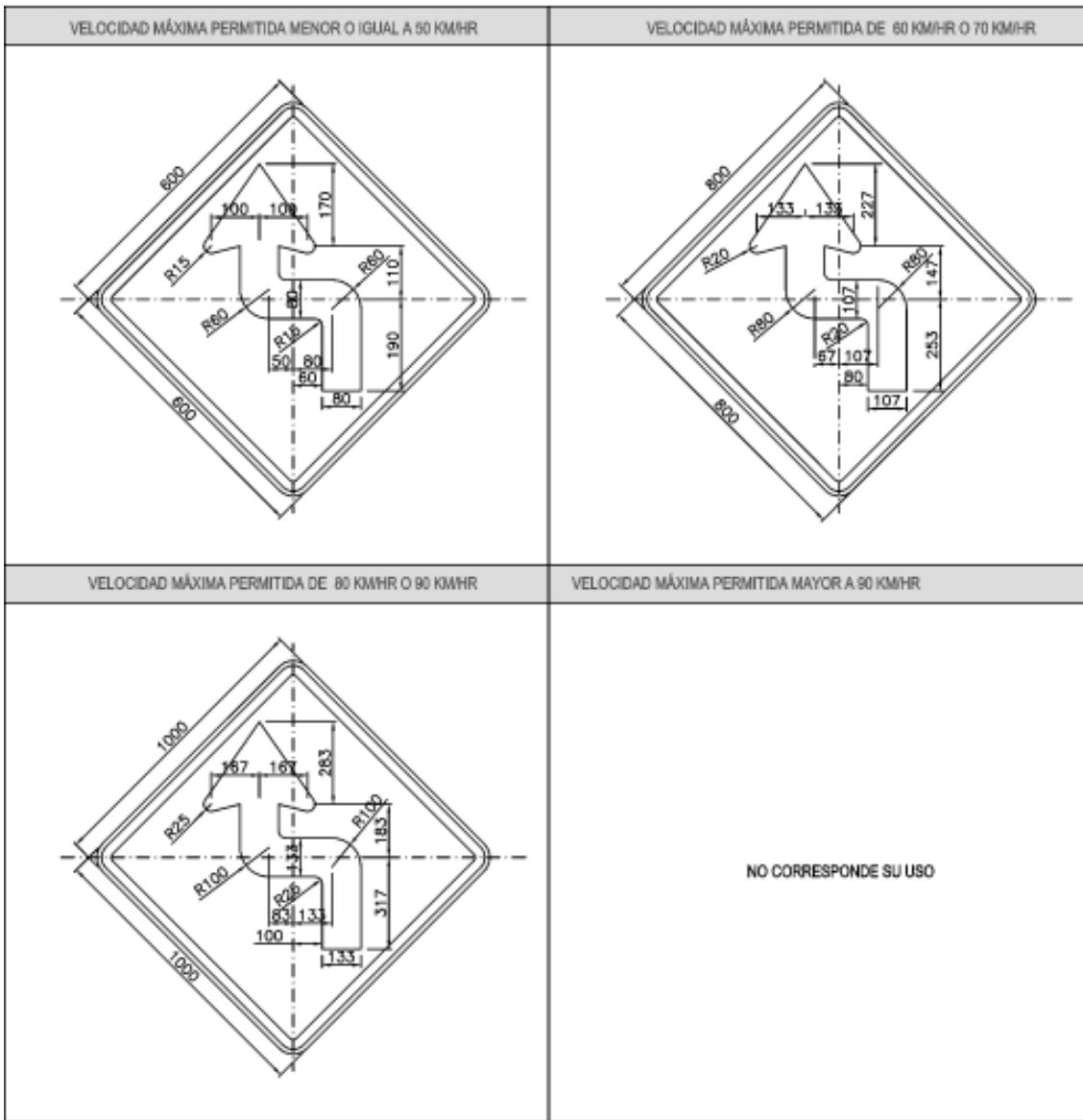
Velocidad de diseño de curva* (km/hr)	30-50	60-80	90 o más
Velocidad de diseño de curva* (km/hr)	80	120	150

*: Corresponde a la curva con menor velocidad de diseño.

Esta debe ser complementada con la Señal Reglamentaria SR-30, indicativa del límite máximo de velocidad de la curva más restrictiva.

FIGURA 1.7-12 CURVAS SUCESIVAS PRIMERA IZQUIERDA (SP-8)

CURVA Y CONTRACURVA PRONUNCIADAS IZQUIERDA	SP-9
---	-------------



COFAS EN MILIMETROS



Estas señales se usan para advertir la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario y cuyavelocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación de la vía, siempre que la distancia entre el fin de la curva y el inicio de la siguiente sea menor a la indicada en la tabla 1.7-1.

Tabla 1.7-1 : Distancias Máximas entre Curvas y Contracurvas Sucesivas

Velocidad de diseño de curva* (km/hr)	50	60-80	90 o más
Velocidad de diseño de curva* (km/hr)	80	120	150

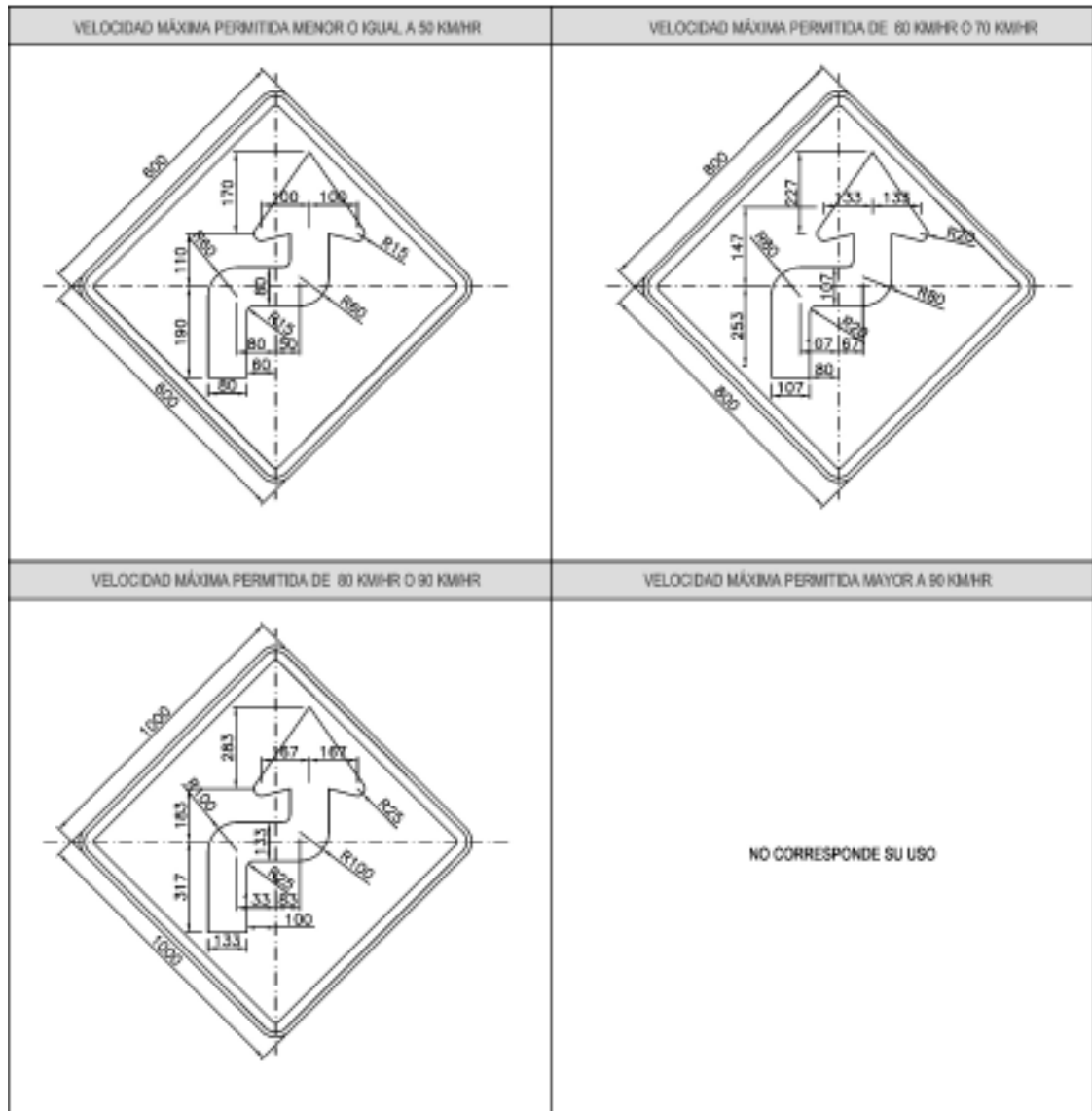
* : Corresponde a la curva con menor velocidad de diseño.

Esta debe ser complementada con la Señal Reglamentaria SR-30, indicativa del límite máximo de velocidad de la curva mas restrictiva.

FIGURA 1.7-13 CURVA Y CONTRACURVA PRONUNCIADAS IZQUIERDA (SP-9)

CURVA Y CONTRACURVA PRONUNCIADAS DERECHA

SP-10



CITAS EN MILÍMETROS



Estas señales se usan para advertir la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario y cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación de la vía, siempre que la distancia entre el fin de la curva y el inicio de la siguiente sea menor a la indicada en la tabla 1.7-2.

Tabla 1.7-2 : Distancias Máximas entre Curvas y Contracurvas Sucesivas

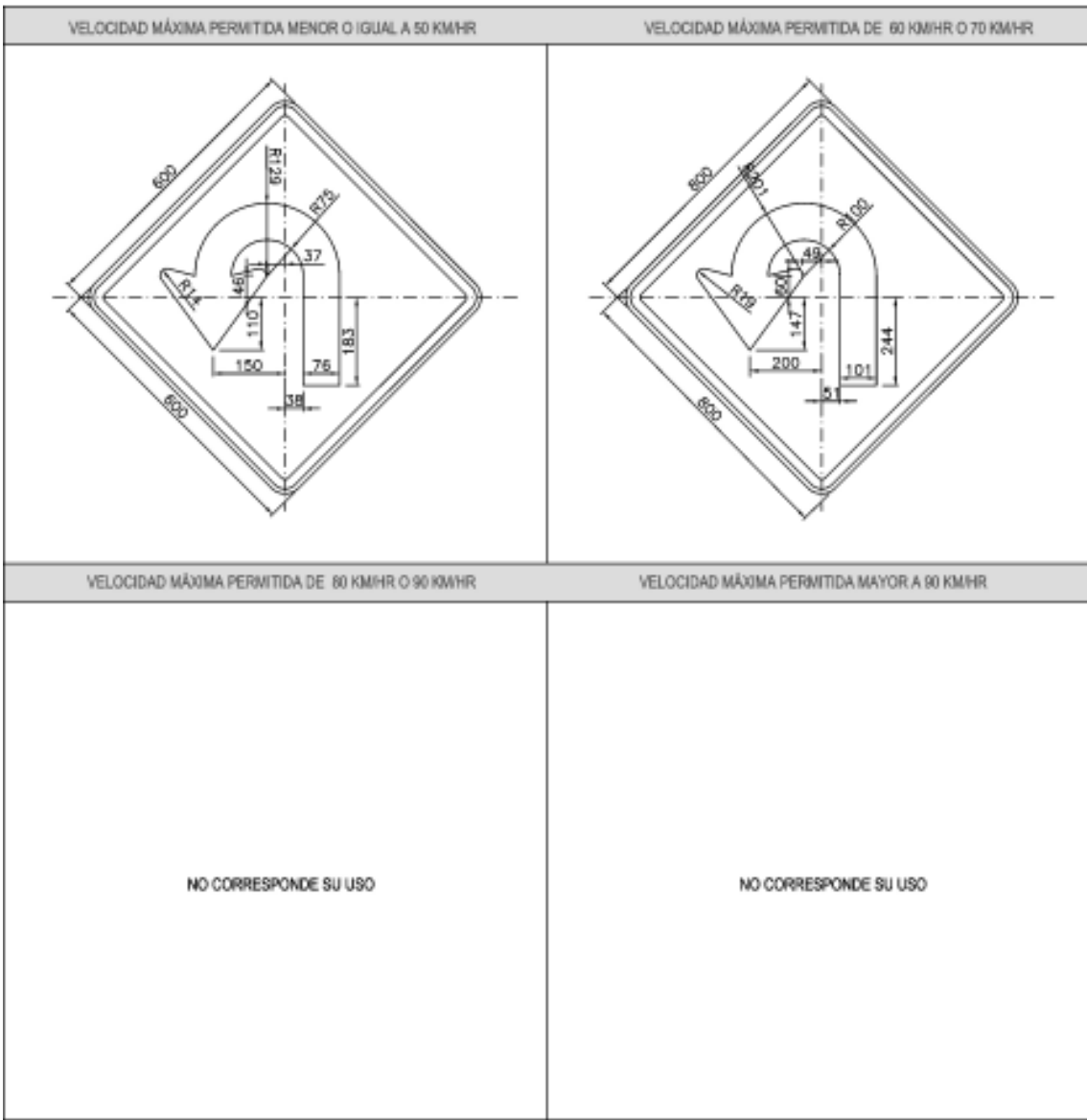
Velocidad de diseño de curva* (km/hr)	50	60-80	90 o más
Velocidad de diseño de curva* (km/hr)	80	120	150

* : Corresponde a la curva con menor velocidad de diseño.

Esta debe ser complementada con la Señal Reglamentaria SR-30, indicativa del límite máximo de velocidad de la curva mas restrictiva.

FIGURA 1.7-14 CURVA Y CONTRACURVA PRONUNCIADAS DERECHA (SP-10)

CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA	SP-11
---	--------------



COTAS EN MILIMETROS



Estas señales se utilizan para advertir la proximidad de una curva de aproximadamente 180°.

FIGURA 1.7-15 CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA (SP-11)

CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA	SP-12
---------------------------------------	--------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
NO CORRESPONDE SU USO	NO CORRESPONDE SU USO

COTAS EN MILÍMETROS



Estas señales se utilizan para advertir la proximidad de una curva de aproximadamente 180°.

FIGURA 1.7-16 CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA (SP-12)

SUPERFICIE ONDULADA SP-13

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
NO CORRESPONDE SU USO.	NO CORRESPONDE SU USO.

COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad de irregularidades sucesivas en la superficie de la vía, las cuales pueden causar daños o desplazamientos peligrosos o incontrolables del vehículo. Debe removerse cuando cesen las condiciones que obligaron a instalarla. También puede ser utilizada para la señalización de reductores de velocidad del tipo sonorizadores o bandas sonoras, descritos en el Capítulo 2 del presente Volumen. Esta señal deberá complementarse con la señal SR-30 - indicativa del límite de velocidad máxima.

FIGURA 1.7-17 SUPERFICIE ONDULADA (SP-13)

RESALTO	SP-14
----------------	--------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
NO CORRESPONDE SU USO	NO CORRESPONDE SU USO

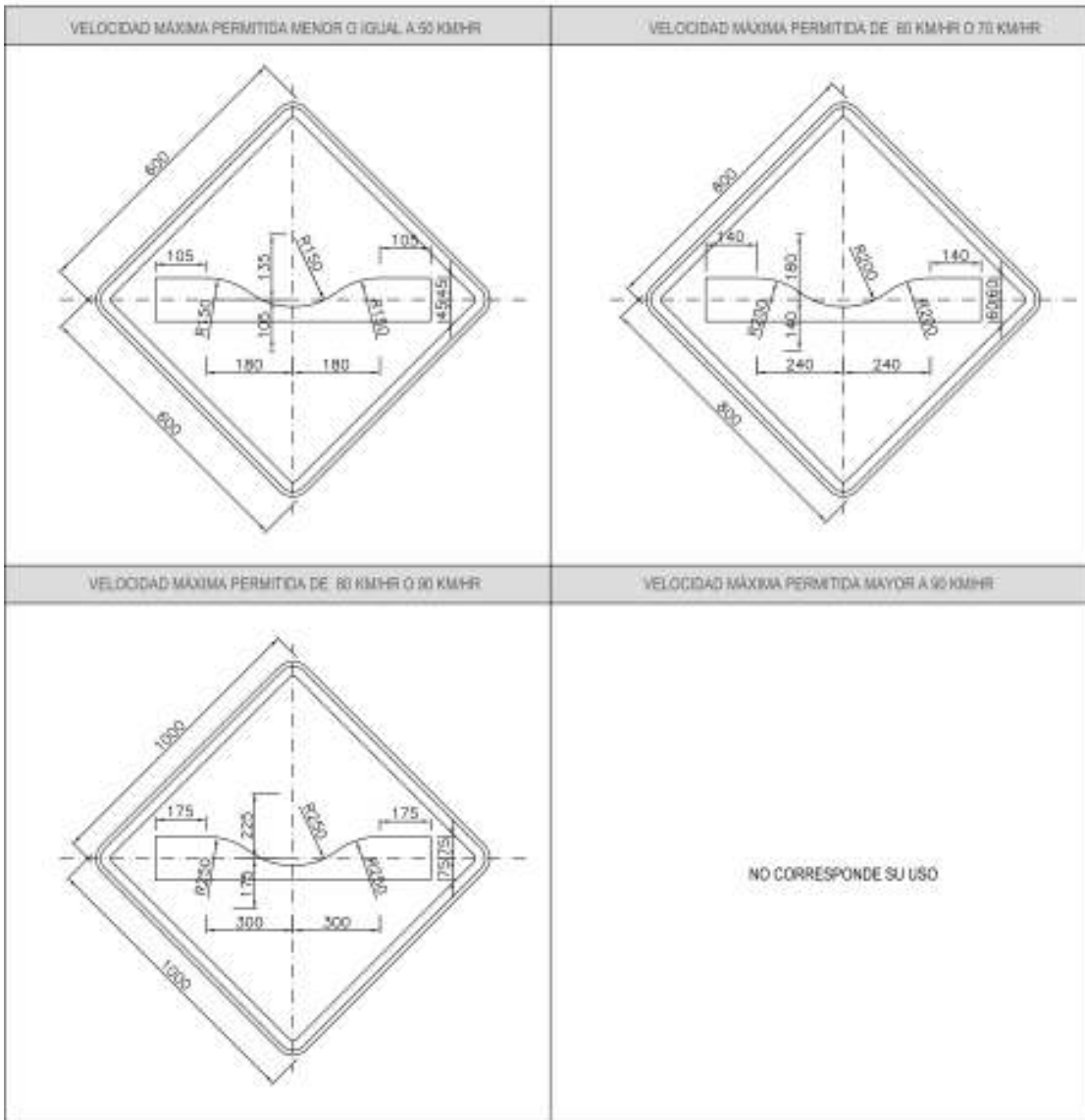
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se emplea para advertir la proximidad de un resalto o de un reductor de velocidad en la superficie de la calzada. Este último se refiere sólo a los reductores de velocidad ubicados, construidos y demarcados de acuerdo a lo establecido en el párrafo 2.9.12 y 2.9.13. Ver figura 2.9-4 y 2.9-8.

FIGURA 1.7-18 RESALTO (SP-14)

DEPRESIÓN	SP-15
------------------	--------------



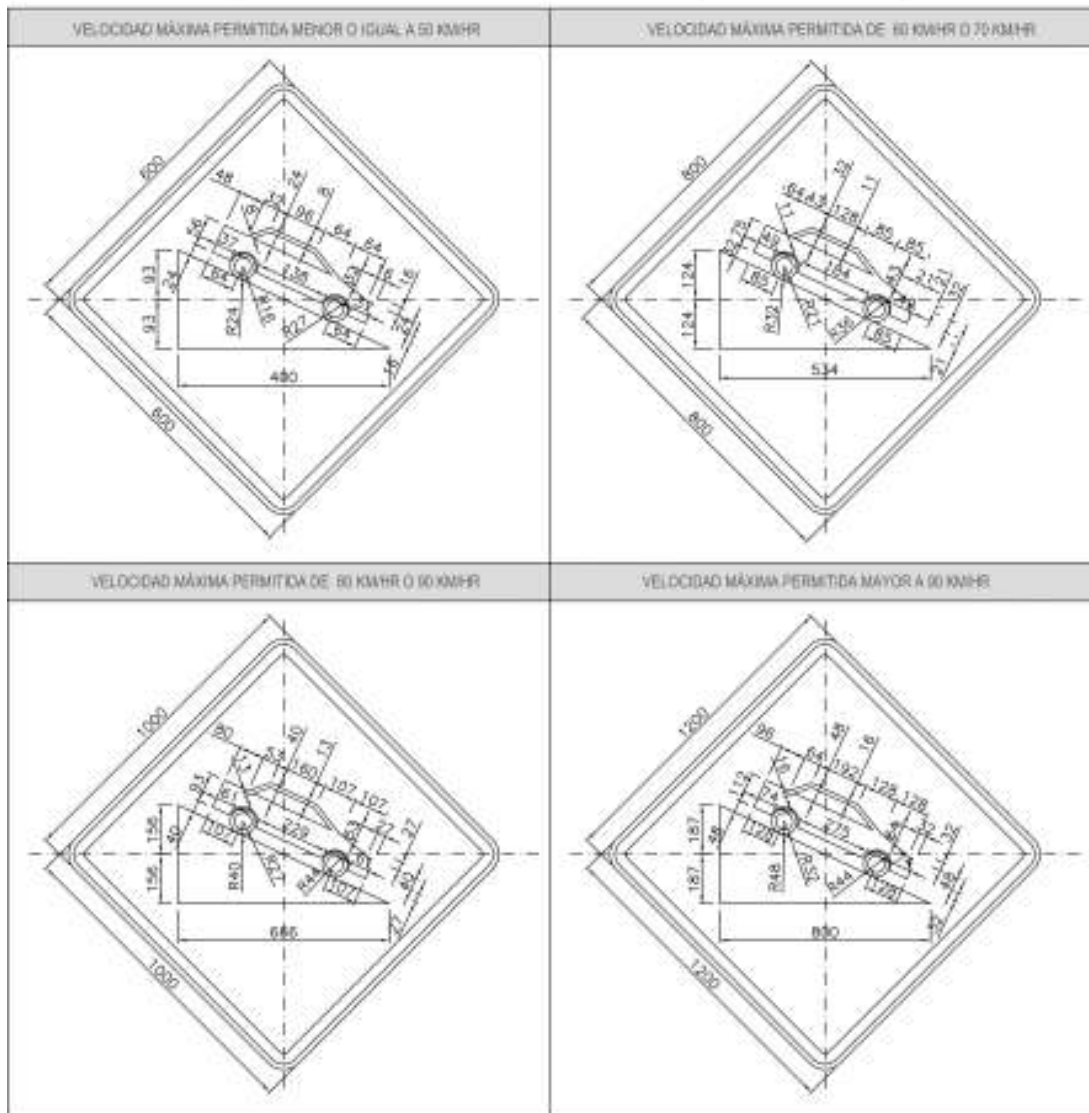
(CITAS EN MILÍMETROS)



Esta señal se utiliza para advertir la proximidad de una irregularidad física de tipo cóncavo en la superficie de la vía, que puede representar riesgos para la conducción y obligue a tomar precauciones.

FIGURA 1.7-19 DEPRESIÓN (SP-15)

PENDIENTE FUERTE DE BAJADA **SP-16**



COTAS EN MILÍMETROS



Estas señales se utilizan para advertir la proximidad de una pendiente fuerte, tanto de bajada como de subida. Se deben instalar cuando el tramo con pendiente iguale o exceda la longitud "A" de la tabla 1.7-5. Cuando iguale o exceda la longitud "B", es recomendable el uso de señales de tamaños especiales que incorporen la leyenda "ENGANCHE".

Tabla 1.7-5 : Señalización de Pendientes Fuertes

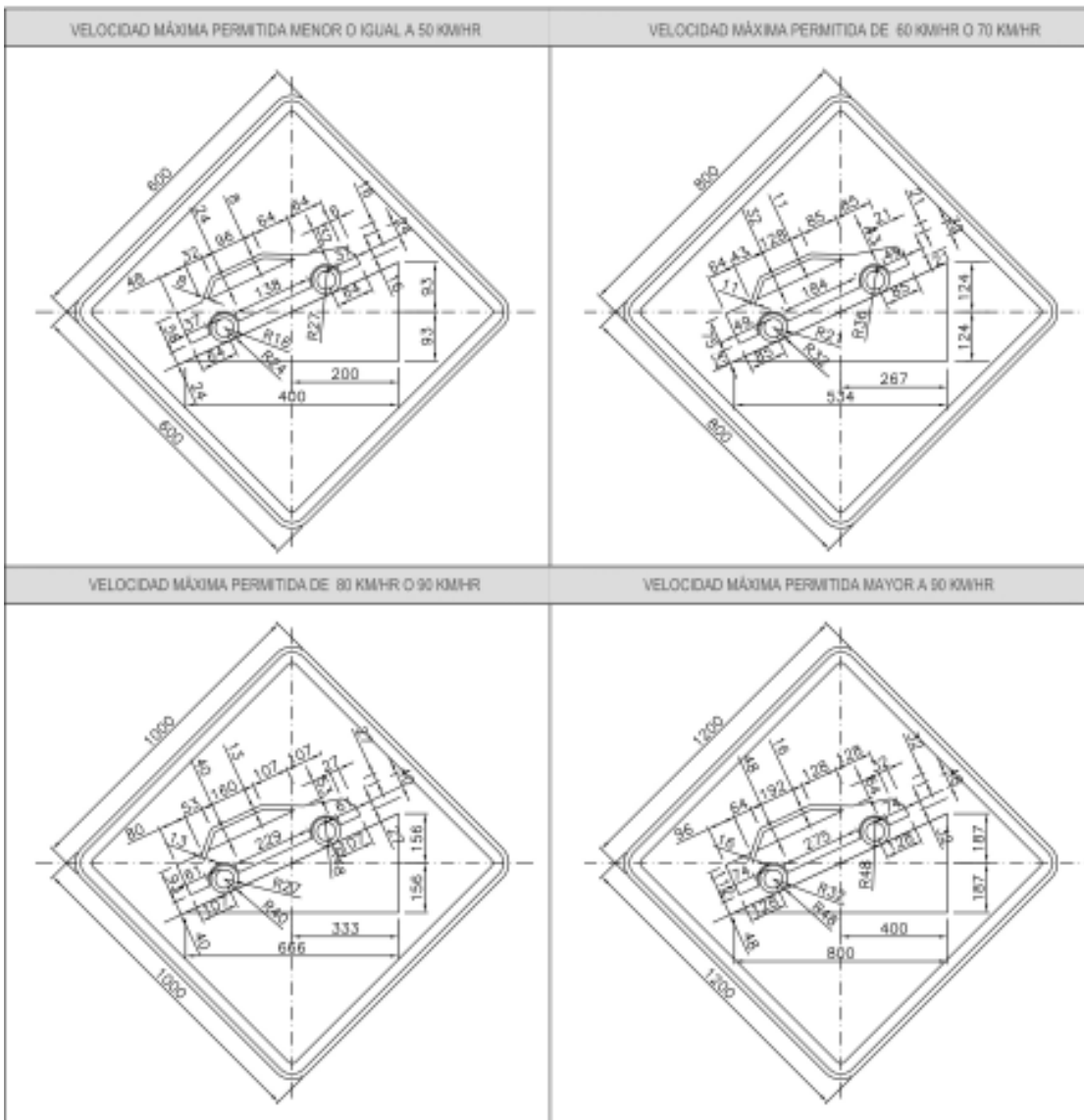
Pendiente (%)	Longitud "A" (m)	Longitud "B" (m)
5	L > 500	L > 2.000
7	L > 300	L > 1.200
8	L > 200	L > 800

Pendiente (%)	Longitud "A" (m)	Longitud "B" (m)
9	L > 150	L > 600
10	L > 130	L > 520
11 o más	L > 120	L > 480

Quando se trata de pendientes de bajada, esta señal puede ser de gran eficacia si se instala también en áreas de descanso ubicadas poco antes de las bajadas. En estas áreas se puede entregar información adicional sobre rampas de emergencia, si las hubiere, y estrategias de conducción que eviten el recalentamiento de frenos.

FIGURA 1.7-20 PENDIENTE FUERTE DE BAJADA (SP-16)

PENDIENTE FUERTE DE SUBIDA **SP-17**



DOTAS EN MILIMETROS



Estas señales se utilizan para advertir la proximidad de una pendiente fuerte, tanto de bajada como de subida. Se deben instalar cuando el tramo con pendiente iguale o exceda la longitud "A" de la tabla 1.7-6. Cuando iguale o exceda la longitud "B", es recomendable el uso de señales de tamaños especiales que incorporen la leyenda "ENGANCHE".

Tabla 1.7-6 : Señalización de Pendientes Fuertes

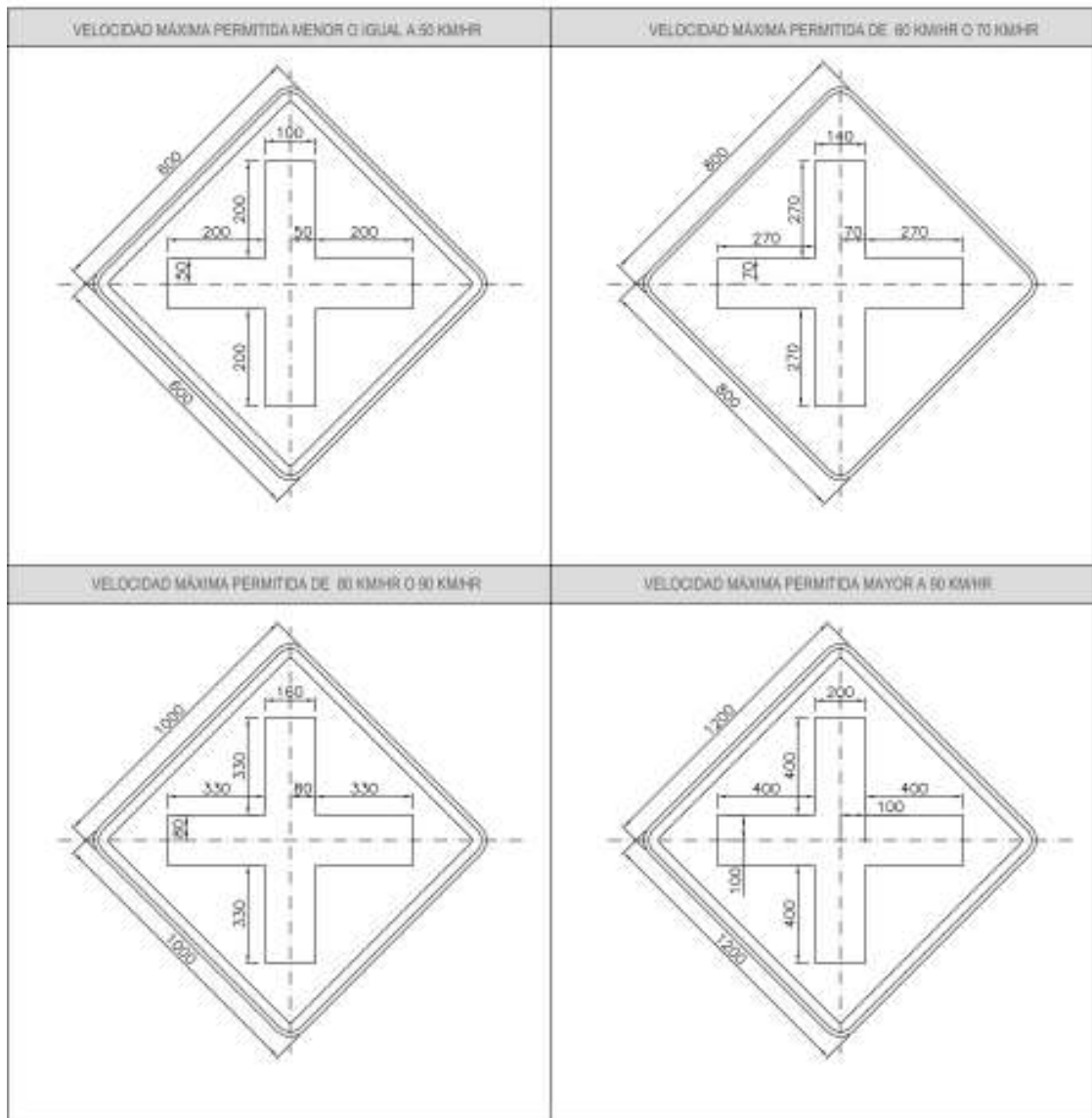
Pendiente (%)	Longitud "A" (m)	Longitud "B" (m)
6	L ≥ 500	L ≥ 2.000
7	L ≥ 300	L ≥ 1.200
8	L ≥ 200	L ≥ 800

Pendiente (%)	Longitud "A" (m)	Longitud "B" (m)
9	L ≥ 150	L ≥ 600
10	L ≥ 130	L ≥ 520
11 o más	L ≥ 120	L ≥ 480

Cuando se trata de pendientes de bajada, esta señal puede ser de gran eficacia si se instala también en áreas de descanso ubicadas poco antes de las bajadas. En estas áreas se puede entregar información adicional sobre rampas de emergencia, si las hubiere, y estrategias de conducción que evitan el recalentamiento de frenos.

FIGURA 1.7-21 PENDIENTE FUERTE DE SUBIDA (SP-17)

INTERSECCIÓN DE VÍAS **SP-18**



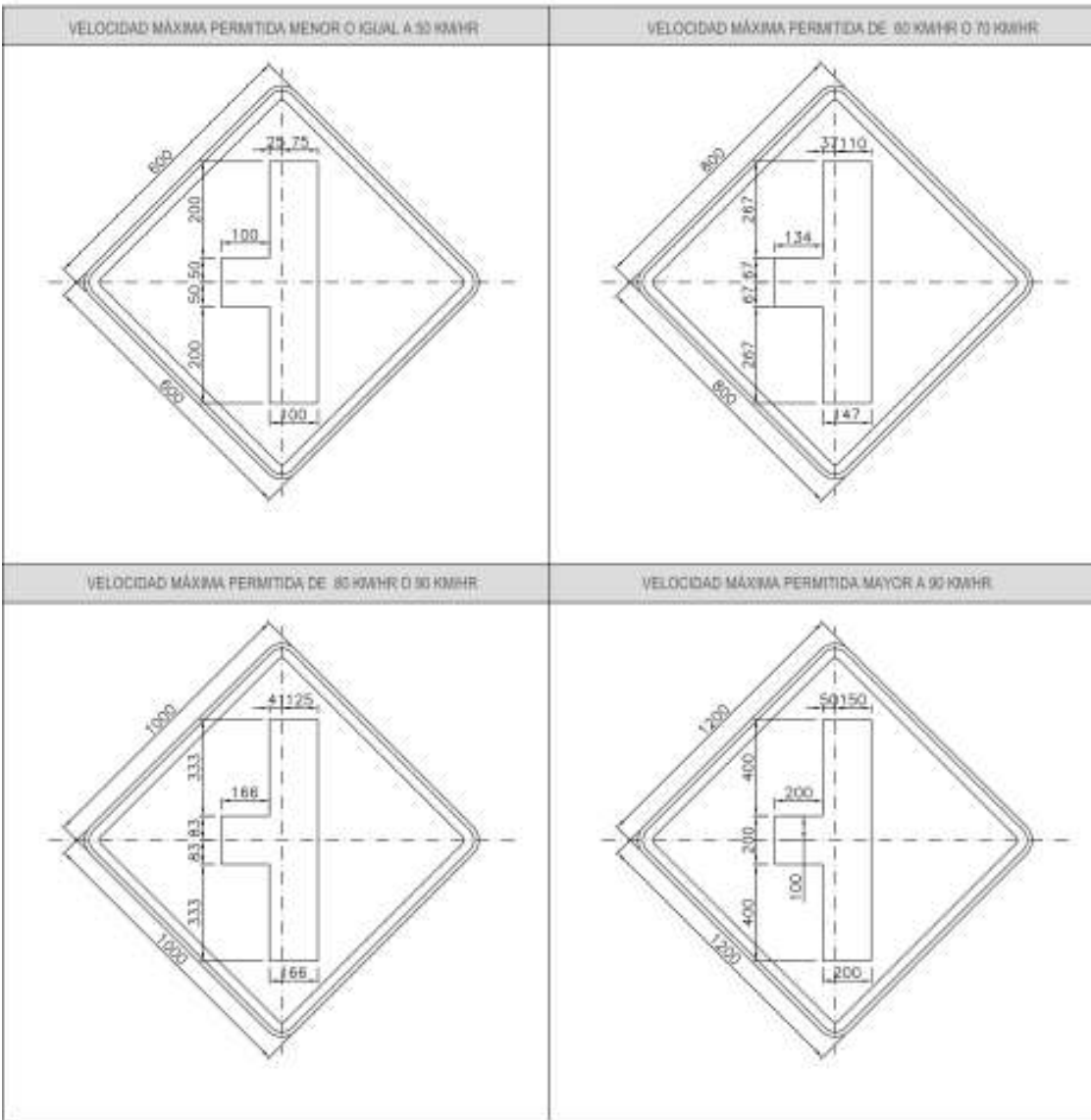
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará para indicar en la ruta principal, la proximidad de un intersección con otra carretera o camino.

FIGURA 1.7-22 INTERSECCIÓN VÍAS (SP-18)

VÍA LATERAL IZQUIERDA SP-19



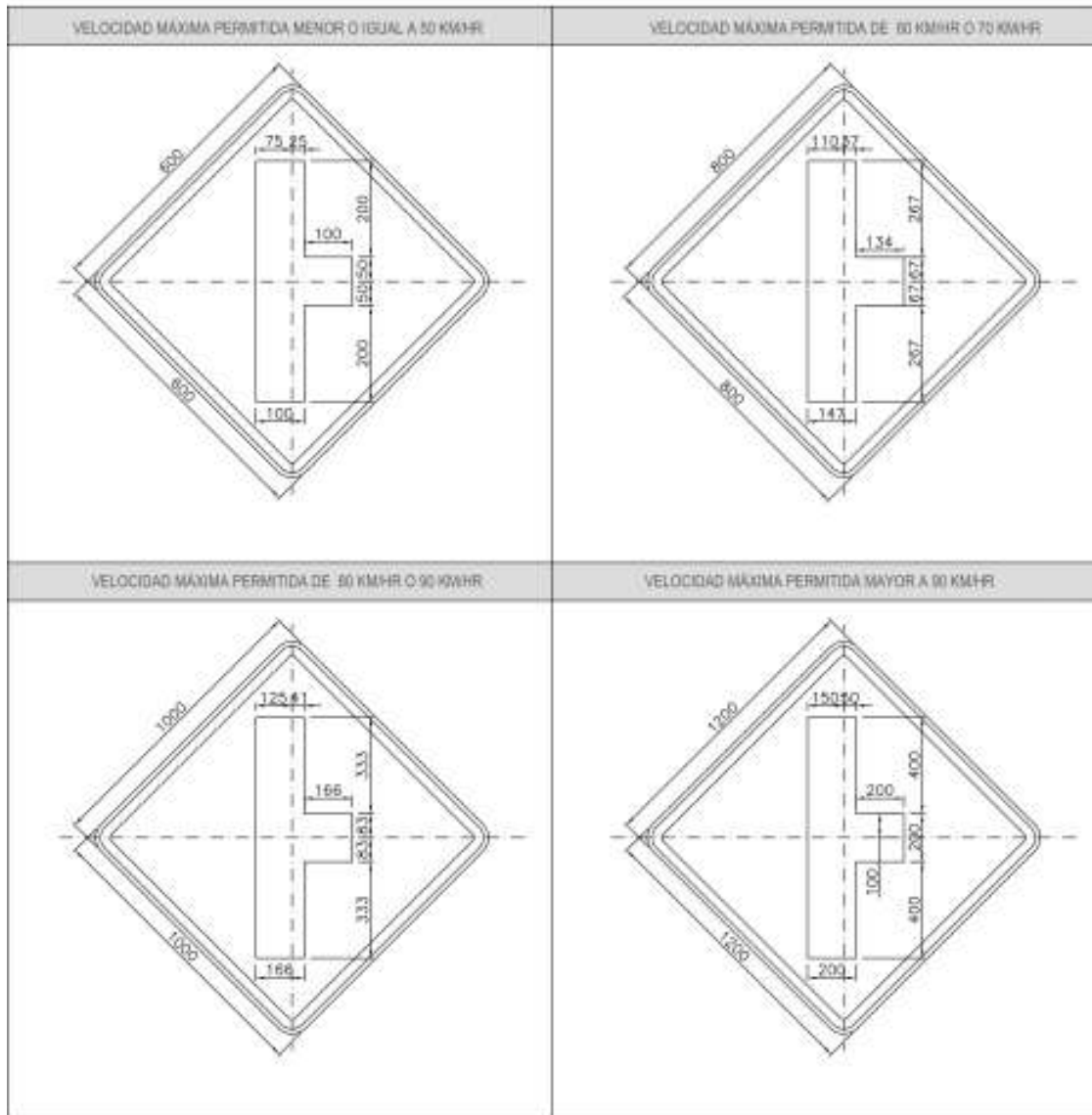
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío por el lado izquierdo o derecho, de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos, formando un ángulo aproximado de 90°.

FIGURA 1.7-23 VÍA LATERAL IZQUIERDA (SP-19)

VÍA LATERAL DERECHA SP-20



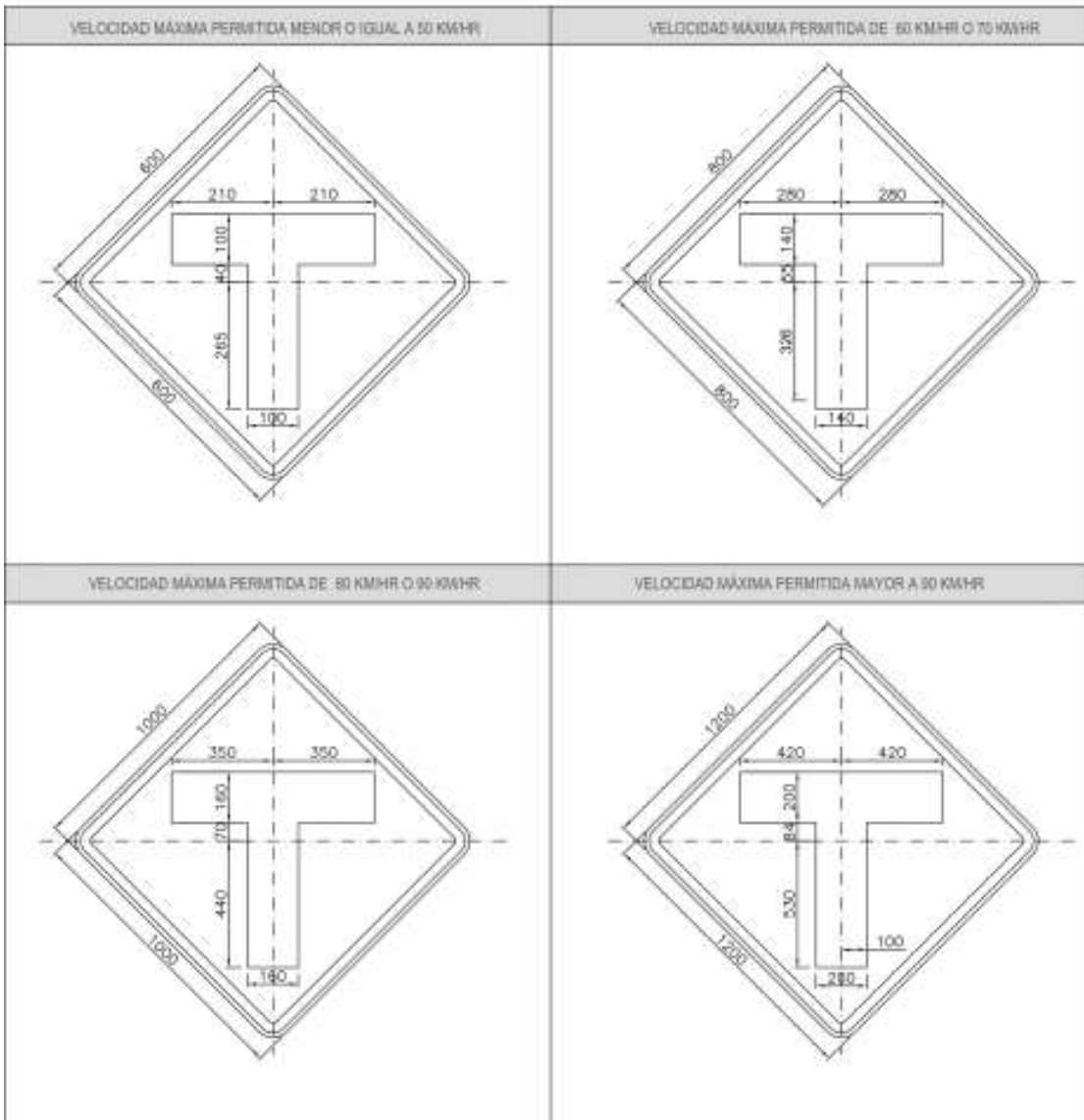
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío por el lado izquierdo o derecho, de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos, formando un ángulo aproximado de 90°.

FIGURA 1.7-24 VÍA LATERAL DERECHA (SP-20)

BIFURCACIÓN EN "T" SP-21



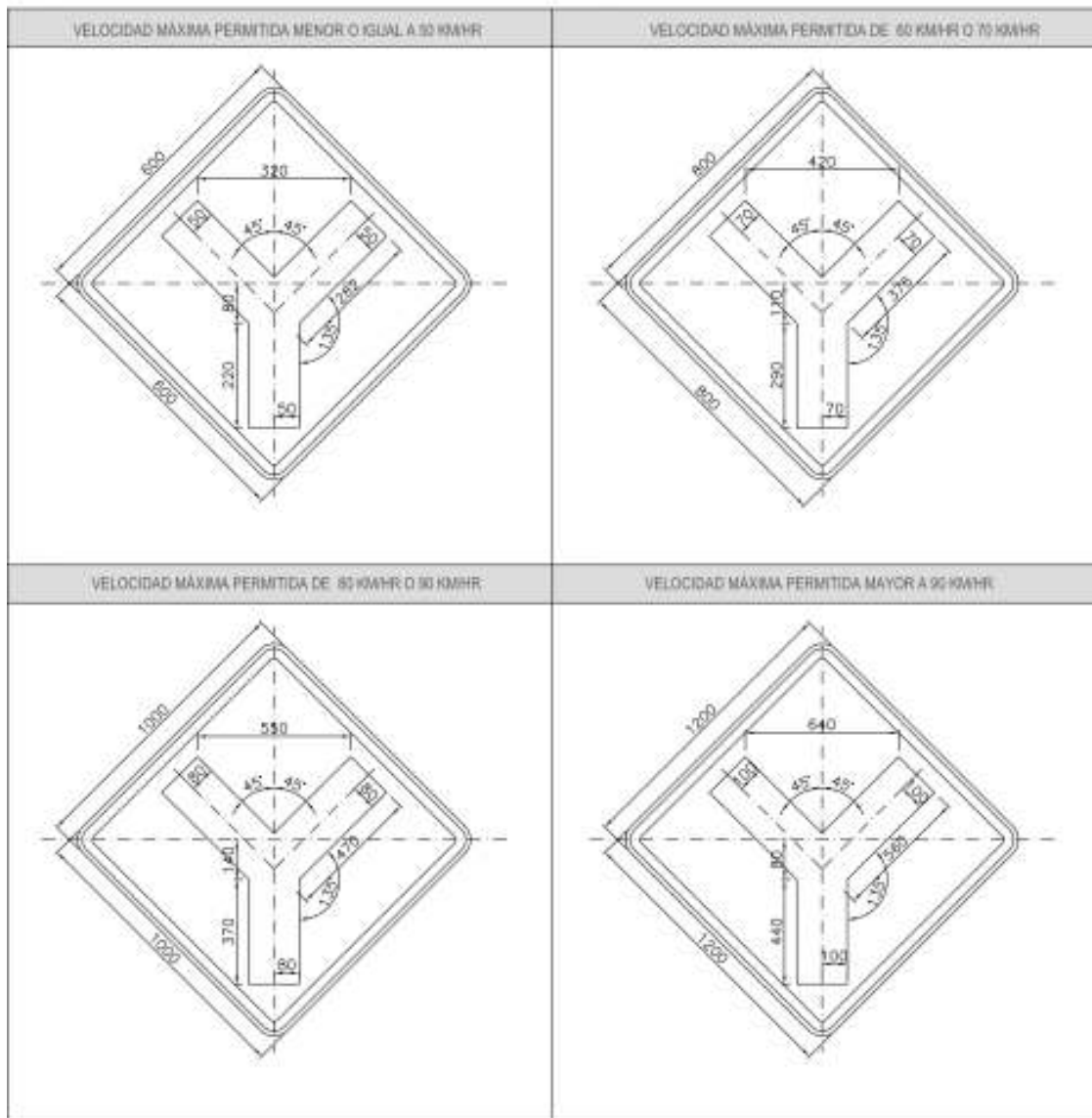
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad de una bifurcación de vías en forma de "T" no canalizada, en la cual se puedan efectuar todos los giros y sin que sea necesario que el ángulo que forman las vías sea de 90°. No debe usarse cuando existan islas de canalización, ni en accesos donde el tránsito puede detenerse antes de entrar a la intersección.

FIGURA 1.7-25 BIFURCACIÓN EN "T" (SP-21)

BIFURCACIÓN EN "Y" SP-22



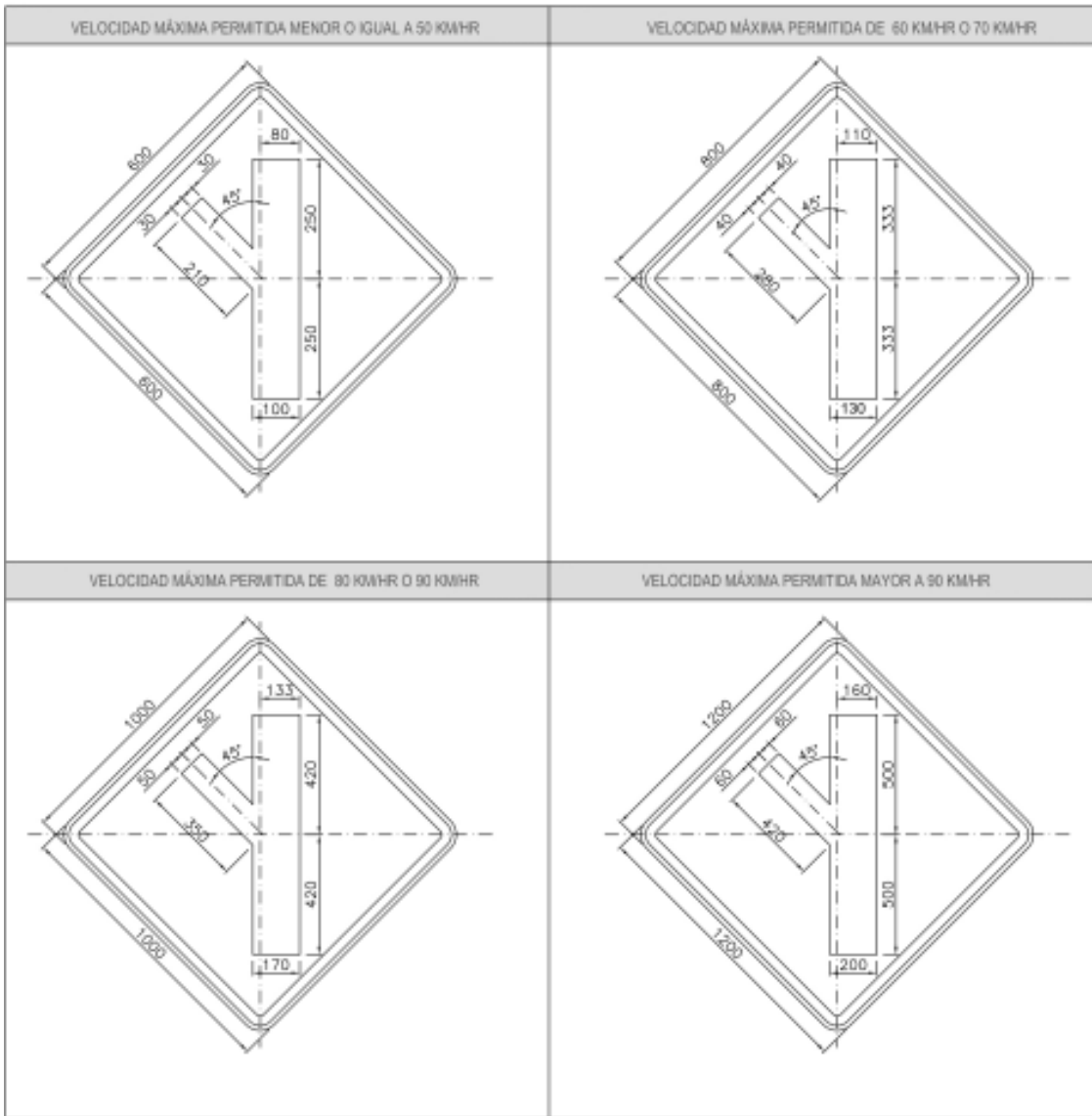
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad de una bifurcación de vías en forma de "Y" no canalizada, en la cual se puedan efectuar todos los giros y sin que sea necesario que el ángulo que forman las vías sea de 90°. No debe usarse cuando existan islas de canalización, ni en accesos donde el tránsito puede detenerse antes de entrar a la intersección.

FIGURA 1.7-26 BIFURCACIÓN EN "Y" (SP-22)

BIFURCACIÓN IZQUIERDA **SP-23**



COFAS EN MILÍMETROS

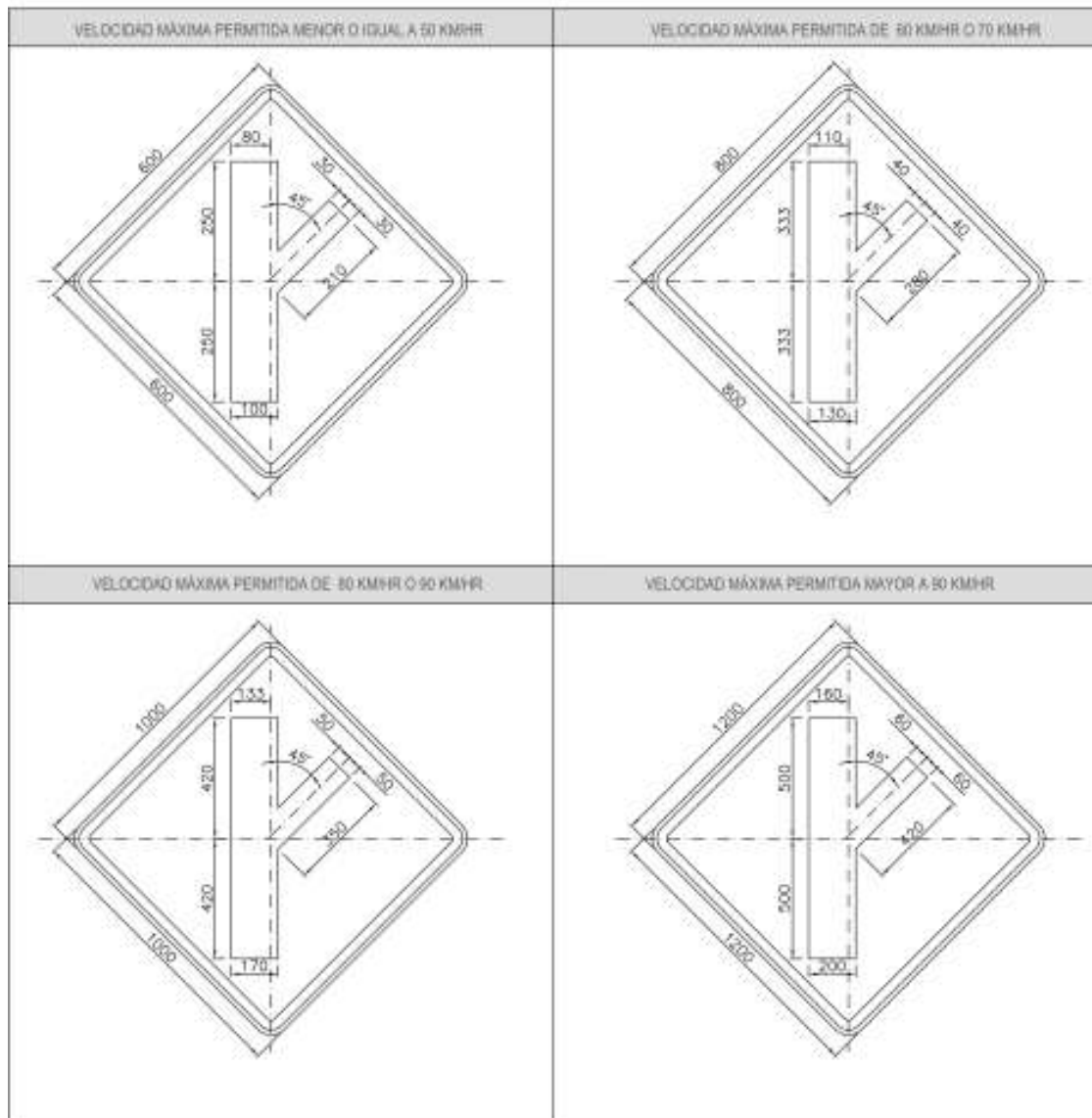


Se emplearán en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío oblicuo por el lado izquierdo o derecho, de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos.

FIGURA 1.7-27 BIFURCACIÓN IZQUIERDA (SP-23)

BIFURCACIÓN DERECHA

SP-24



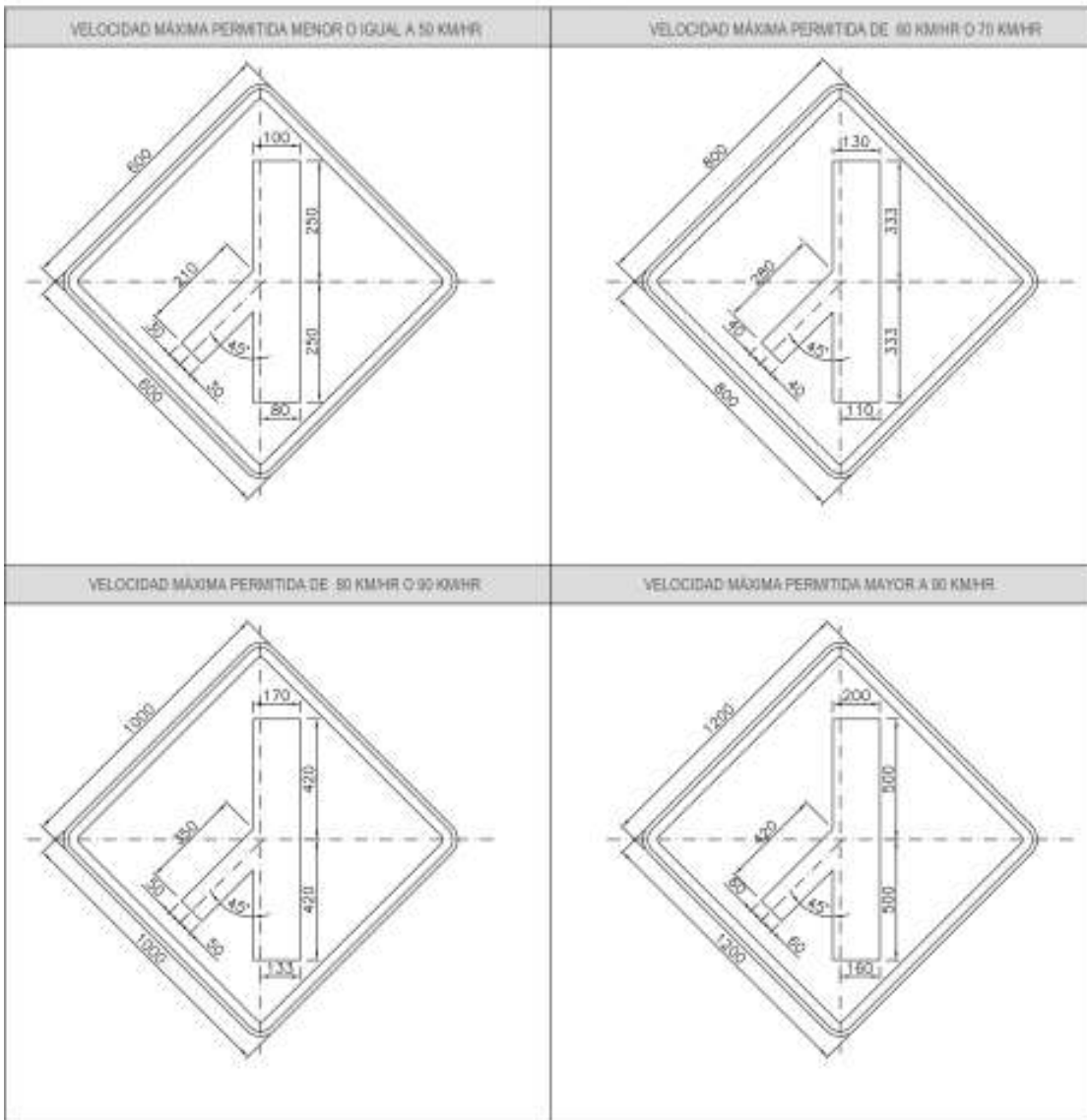
COFAS EN MILIMETROS



Se emplearán en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío oblicuo invertido por el lado izquierdo o derecho, de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos.

FIGURA 1.7-28 BIFURCACIÓN DERECHA (SP-24)

**BIFURCACIÓN
IZQUIERDA EN "Y" INVERTIDA** **SP-25**



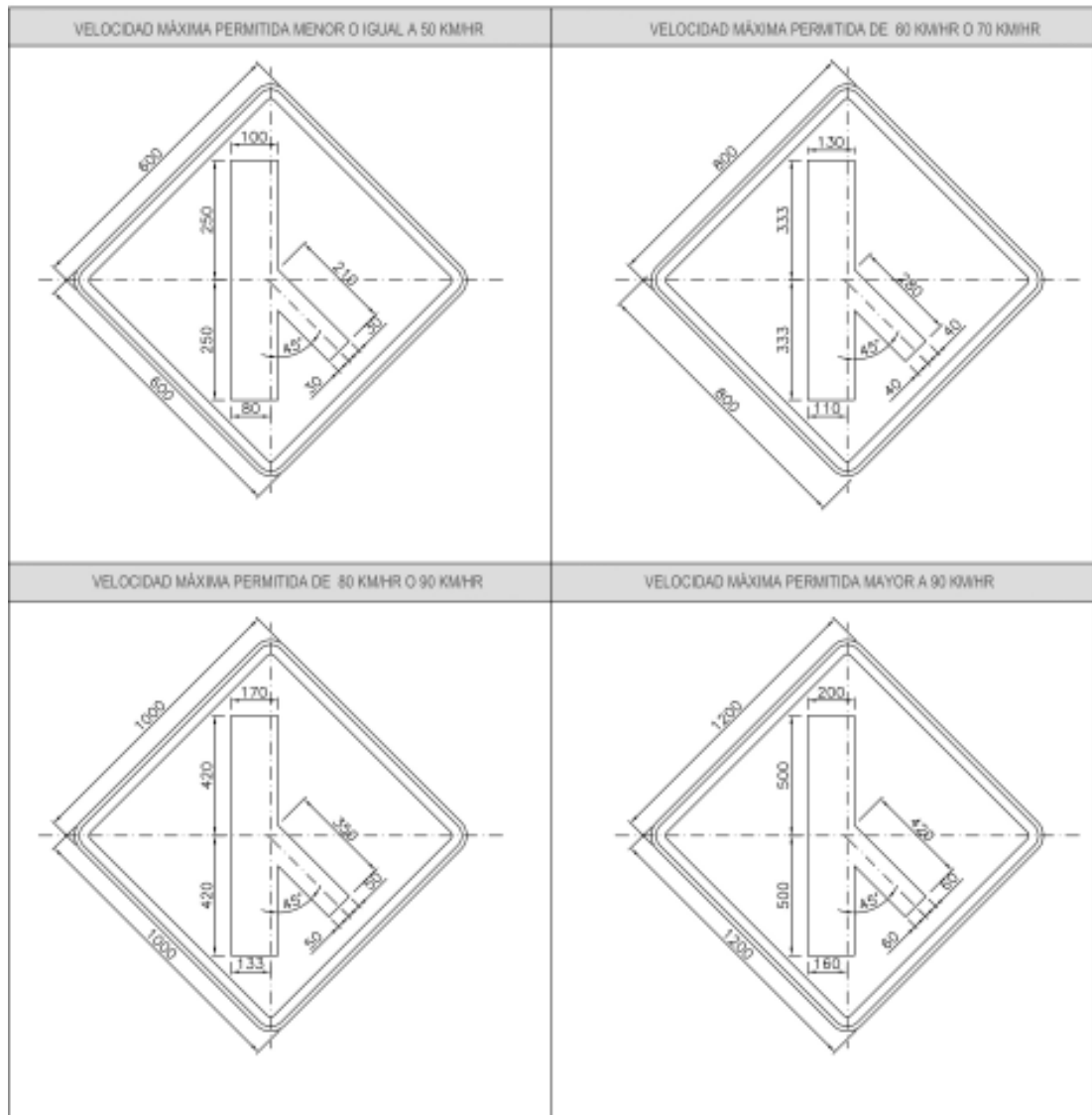
CEIJAS EN MILÍMETROS



Se emplearán en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío oblicuo por el lado izquierdo o derecho, de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos.

FIGURA 1.7-29 BIFURCACIÓN IZQUIERDA EN "Y" INVERTIDA (SP-25)

BIFURCACIÓN DERECHA EN "Y" INVERTIDA SP-26



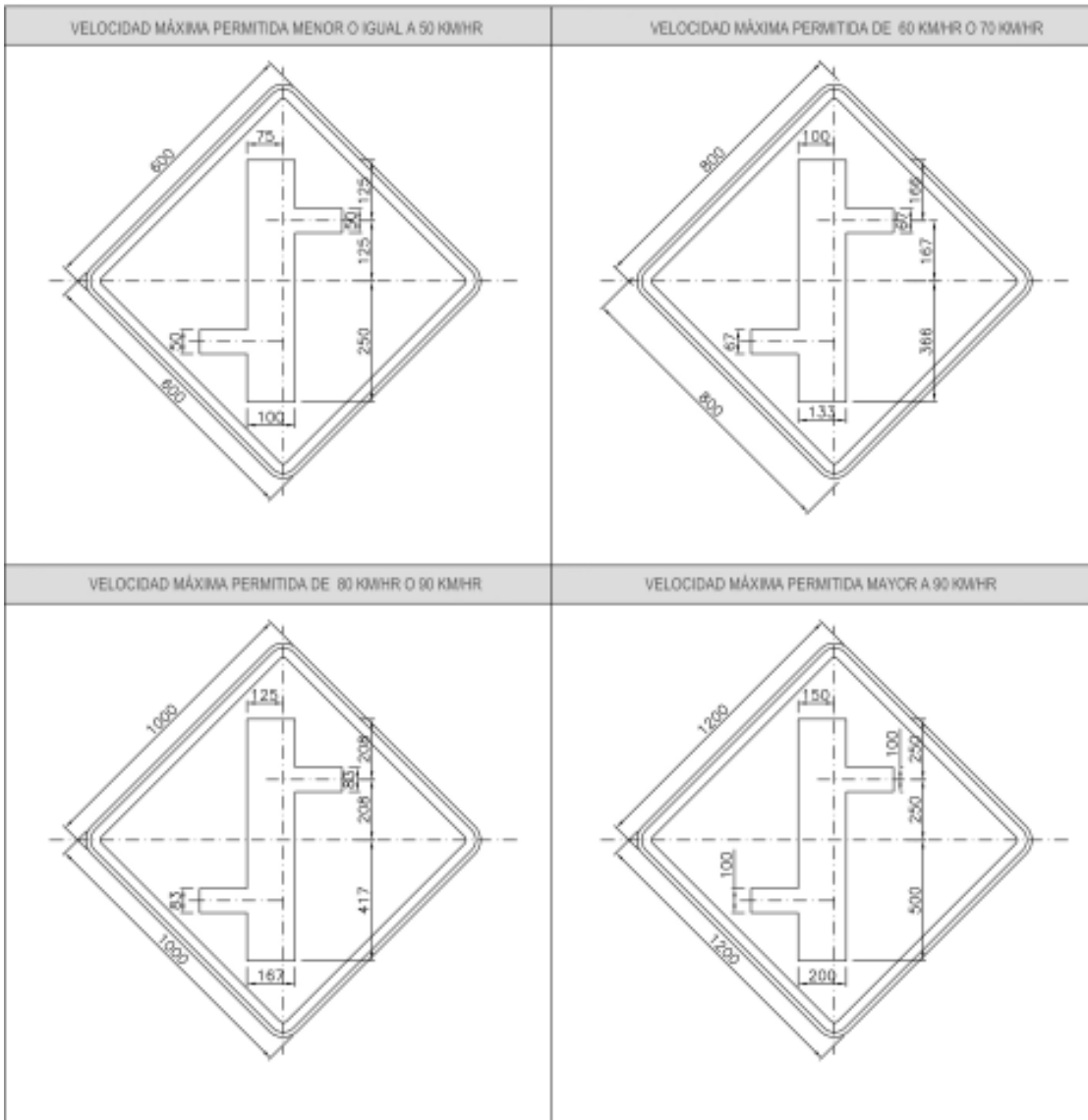
COTAS EN MILÍMETROS



Se emplearán en la ruta principal para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío oblicuo invertido por el lado izquierdo o derecho, de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos.

FIGURA 1.7-30 BIFURCACIÓN DERECHA EN "Y" INVERTIDA (SP-26)

BIFURCACIÓN ESCALONADA IZQUIERDA **SP-27**



COTAS EN MILÍMETROS

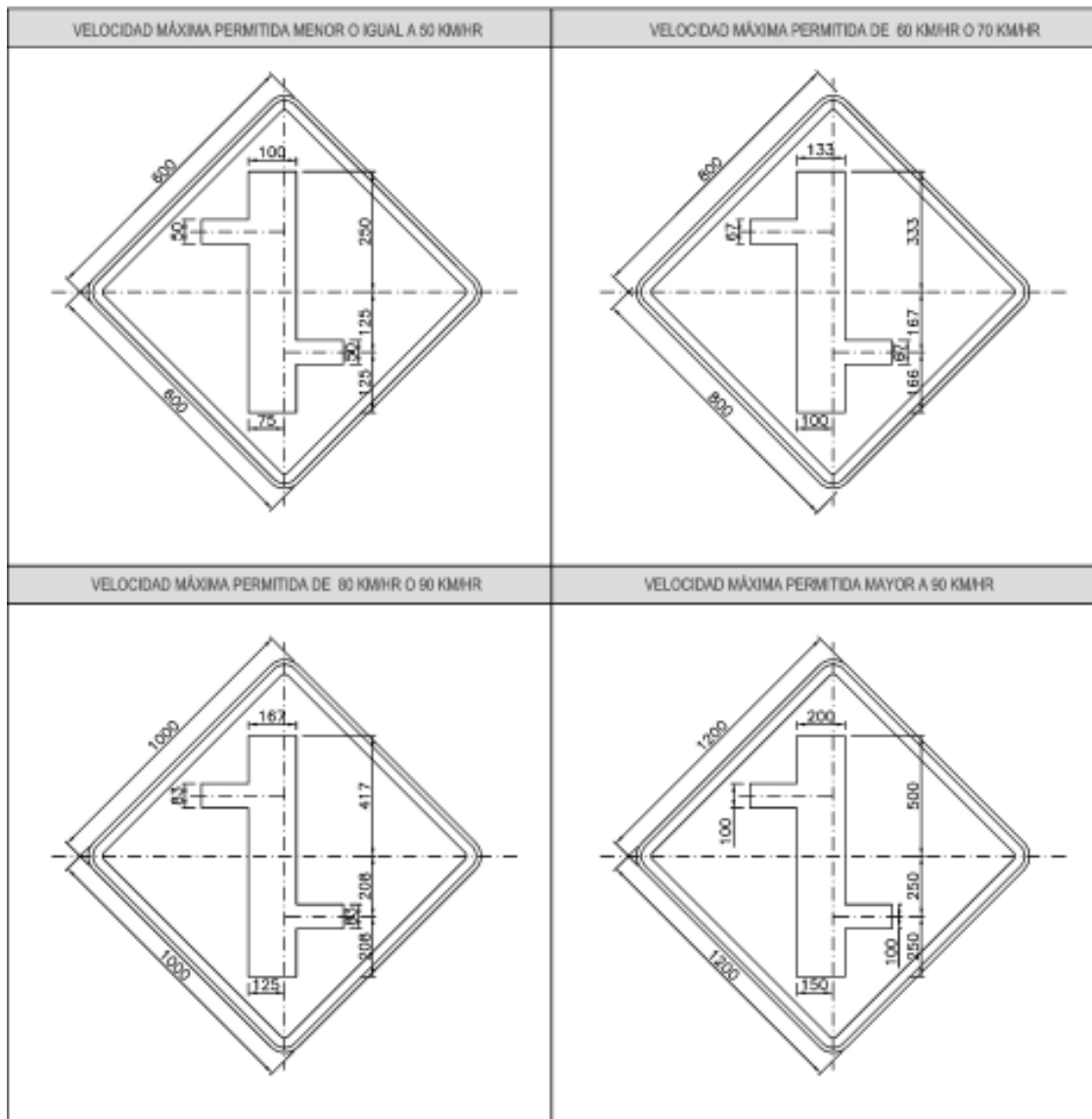


Se empleará en la ruta principal cuando los empalmes o rutas secundarias no están alineadas en el mismo eje, sino que existe un desfase menor a 30 metros entre ellos. Esta señal debe ser usada cuando los vehículos de una vía secundaria que van a la otra vía secundaria realizan una maniobra en "S" sobre la vía principal.

FIGURA 1.7-31 BIFURCACIÓN ESCALONADA IZQUIERDA (SP-27)

BIFURCACIÓN ESCALONADA DERECHA

SP-28



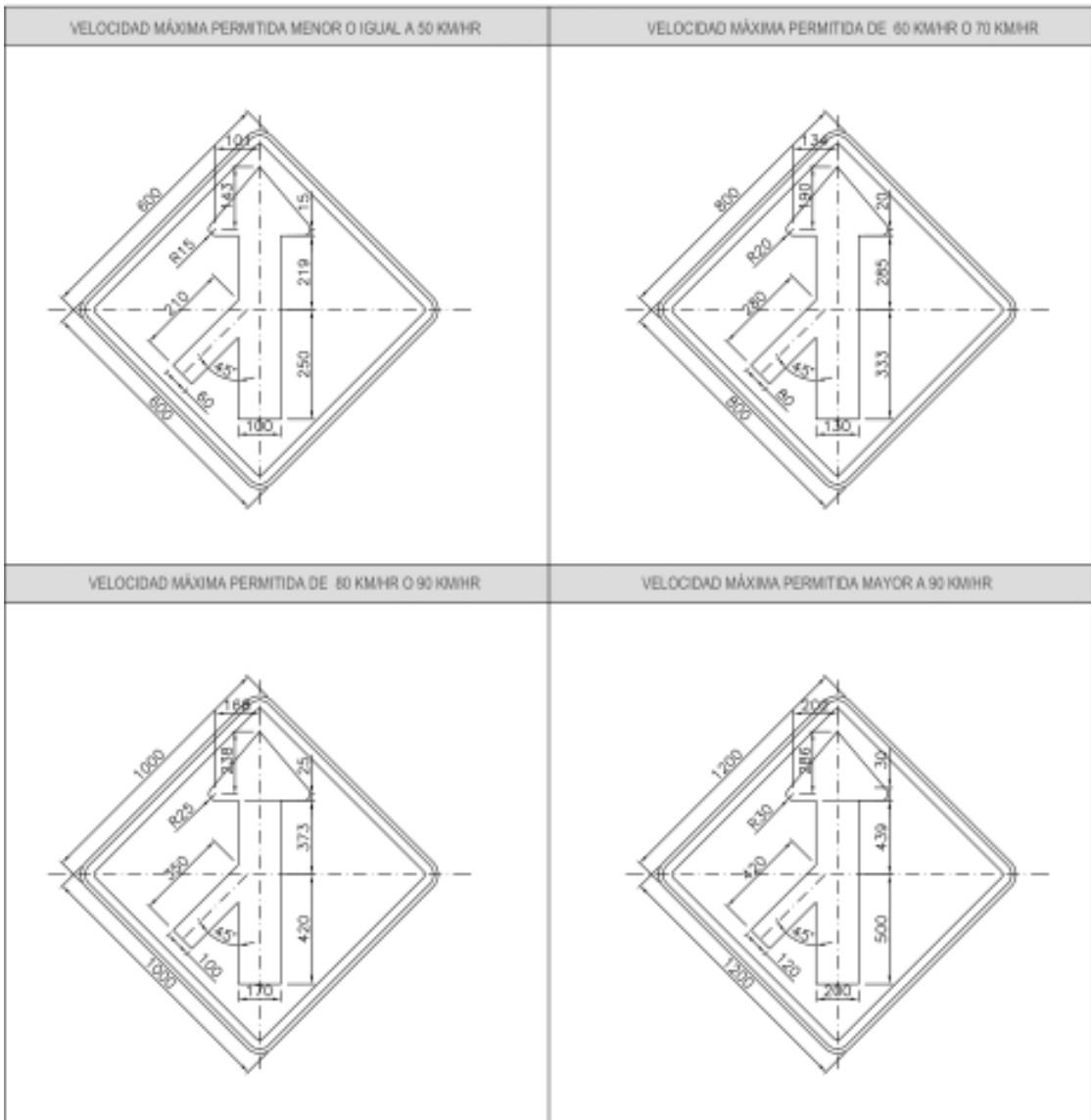
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará en la ruta principal cuando los empalmes o rutas secundarias no están alineadas en el mismo eje, sino que existe un desfase menor a 30 metros entre ellos. Esta señal debe ser usada cuando los vehículos de una vía secundaria que van a la otra vía secundaria realizan una maniobra en "S" sobre la vía principal.

FIGURA 1.7-32 BIFURCACIÓN ESCALONADA DERECHA (SP-28)

INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO IZQUIERDA	SP-29
--	--------------



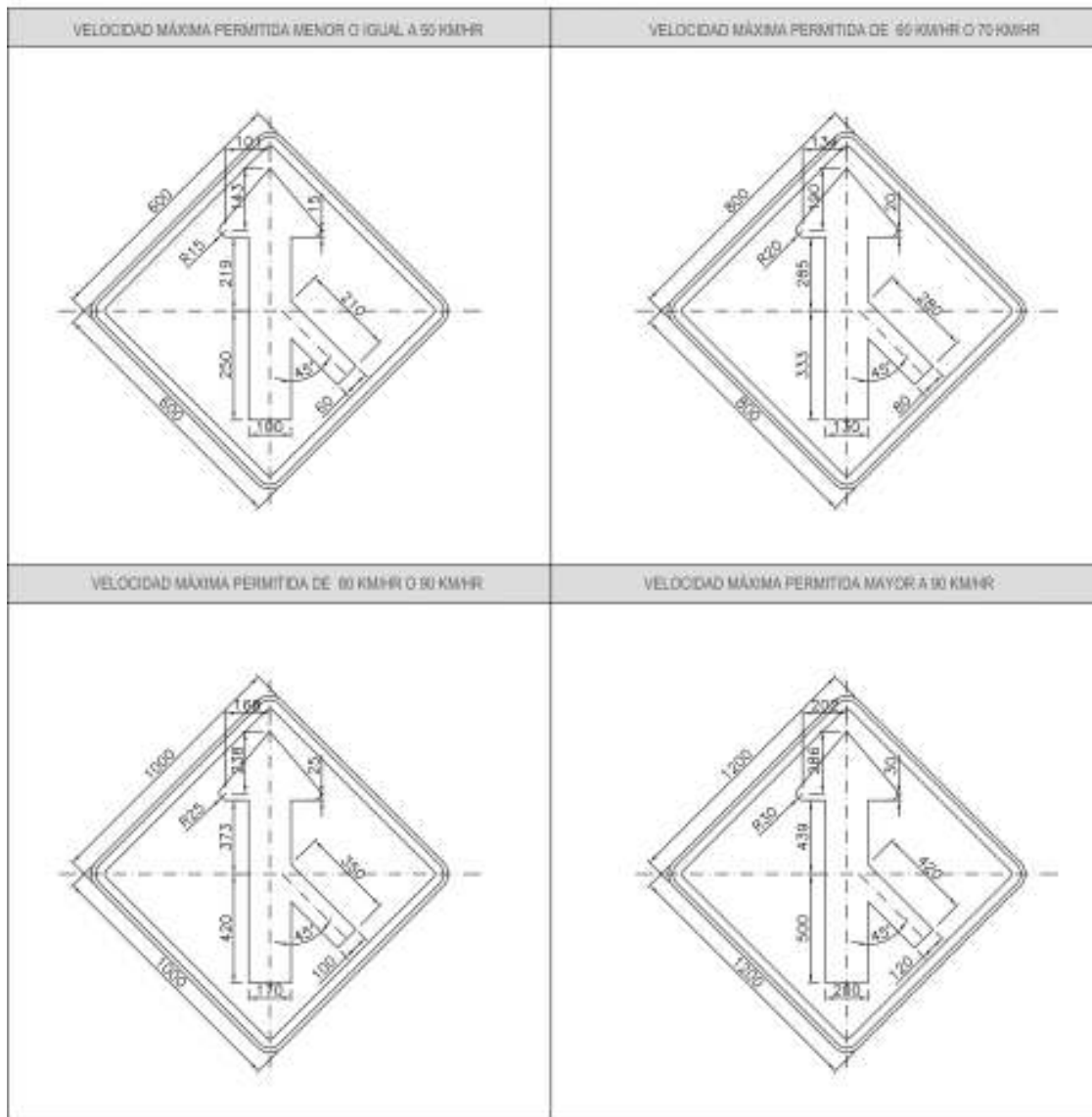
COTAS EN MILÍMETROS



Se propone eliminación de estas señales. Causa: Toda intersección debe estar señalizada definiendo prioridades, por lo cual sólo se necesita las señales de intersección definidas previamente.

FIGURA 1.7-33 INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO IZQUIERDA (SP-29)

INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO DERECHA **SP-30**



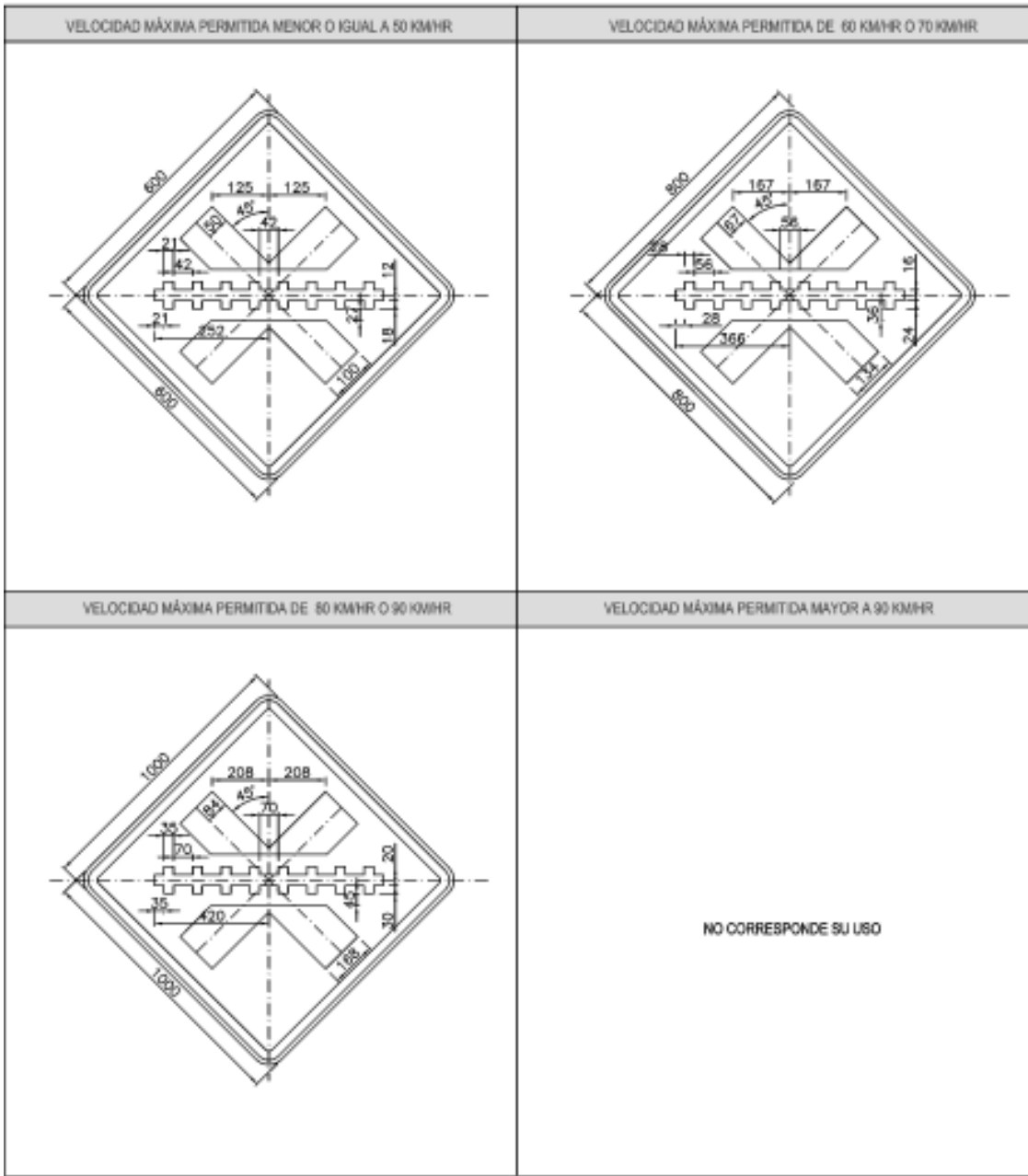
COTAS EN MILIMETROS



Se propone eliminación de estas señales. Causa: Toda intersección debe estar señalizada definiendo prioridades, por lo cual sólo se necesita las señales de intersección definidas previamente.

FIGURA 1.7-34 INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO DERECHA (SP-30)

CRUCE FERROVIARIO A NIVEL SIN BARRERAS	SP-31
---	--------------



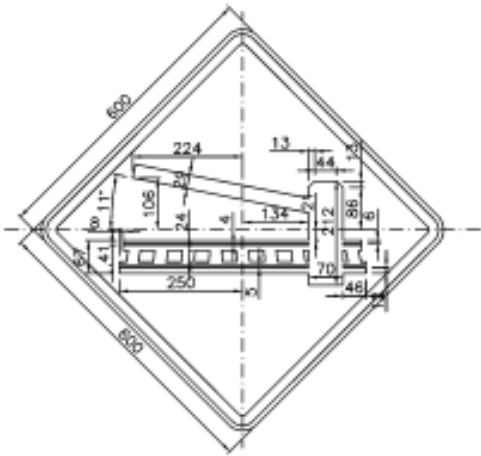
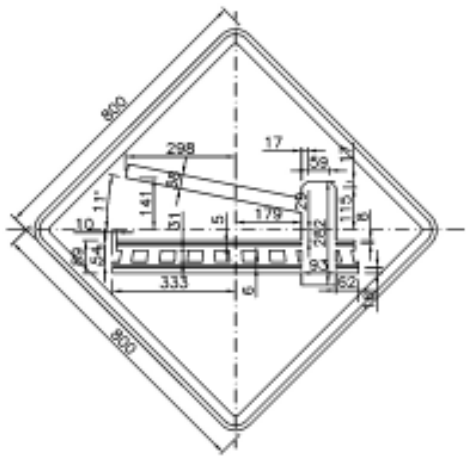
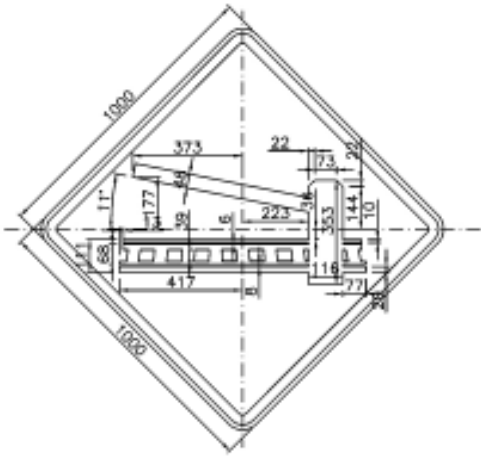
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se emplea para advertir la proximidad de un cruce ferroviario a nivel, en explotación, no provisto de barreras. (ver figura 2.8-10)

FIGURA 1.7-35 CRUCE FERROVIARIO A NIVEL SIN BARRERAS (SP-31)

BARRERA**SP-32**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
	
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p data-bbox="1074 1227 1273 1252">NO CORRESPONDE SU USO</p>

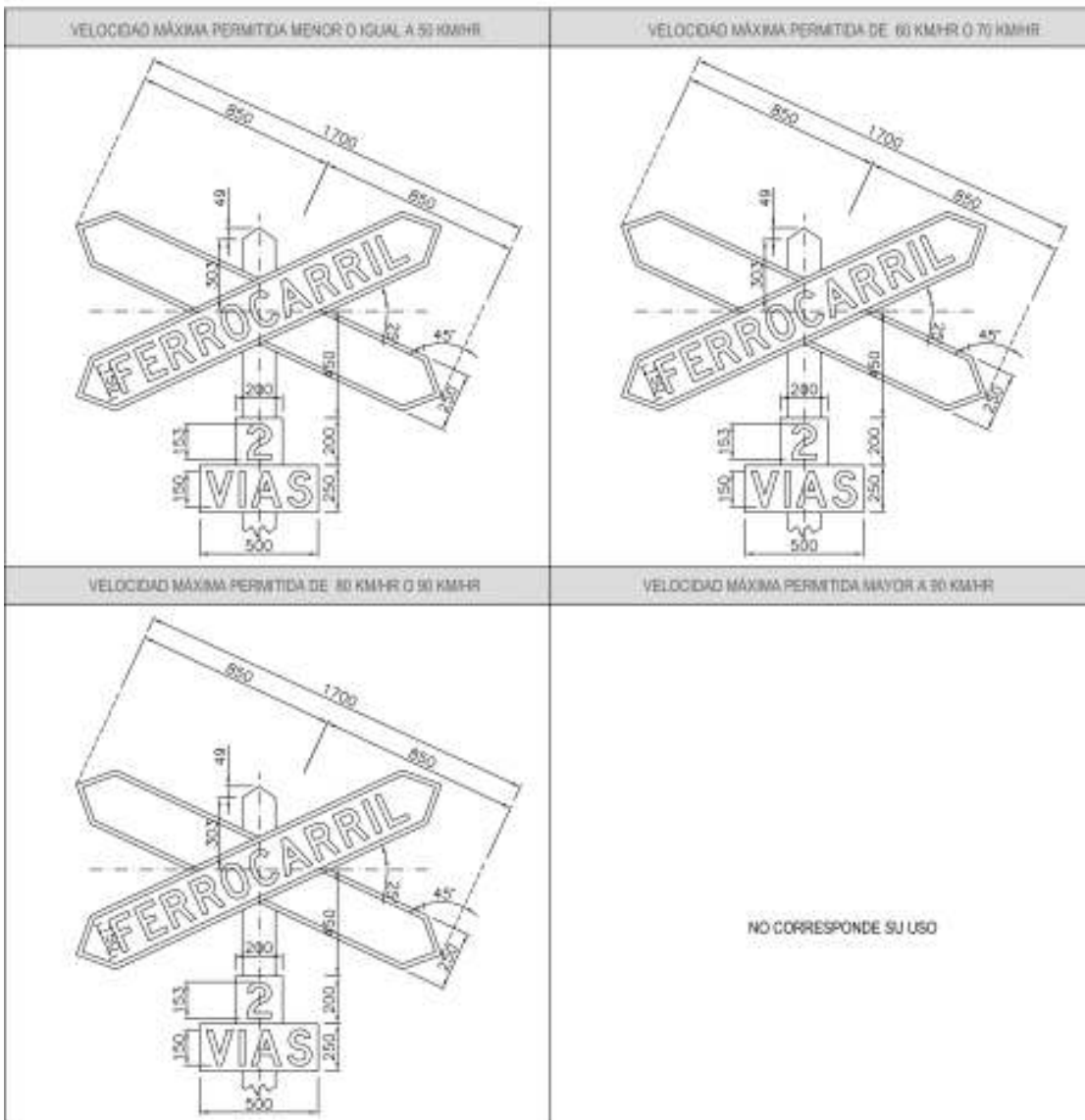
COTAS EN MÍLIMETROS



Esta señal se emplea para advertir la proximidad de un cruce ferroviario a nivel, en explotación, provisto de barreras.

FIGURA 1.7-36 BARRERA (SP-32)

**PASO FERROVIARIO A NIVEL
(CRUZ DE SAN ANDRÉS)** **SP-33**



COBAS EN MILIMETROS



Esta señal complementa a las de CRUCE FERROVIARIO A NIVEL SIN BARRERA (SP 31) o CRUCE FERROVIARIO A NIVEL CON BARRERA (SP 32). Su función es indicar, para cada acceso, el lugar donde se ubica el cruce con la vía férrea, por lo que debe ser instalada lo más cerca posible de ésta. En cruces con más de una línea férrea se debe agregar una placa con la leyenda "X VIAS" para indicar cuántas existen. En el caso particular de esta señal, su cara posterior también debe ser retrorreflectante, ya que en condiciones de visibilidad reducida, por ejemplo en la noche, al pasar un tren, dicha cara es vista en forma intermitente al ser alumbrada por las luces del vehículo. (Ver Figura 2.8-10).

FIGURA 1.7-37 PASO FERROVIARIO A NIVEL (CRUZ DE SAN ANDRÉS) (SP-33)

SEMÁFORO		SP-34	
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR		
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR		
	NO CORRESPONDE SU USO		

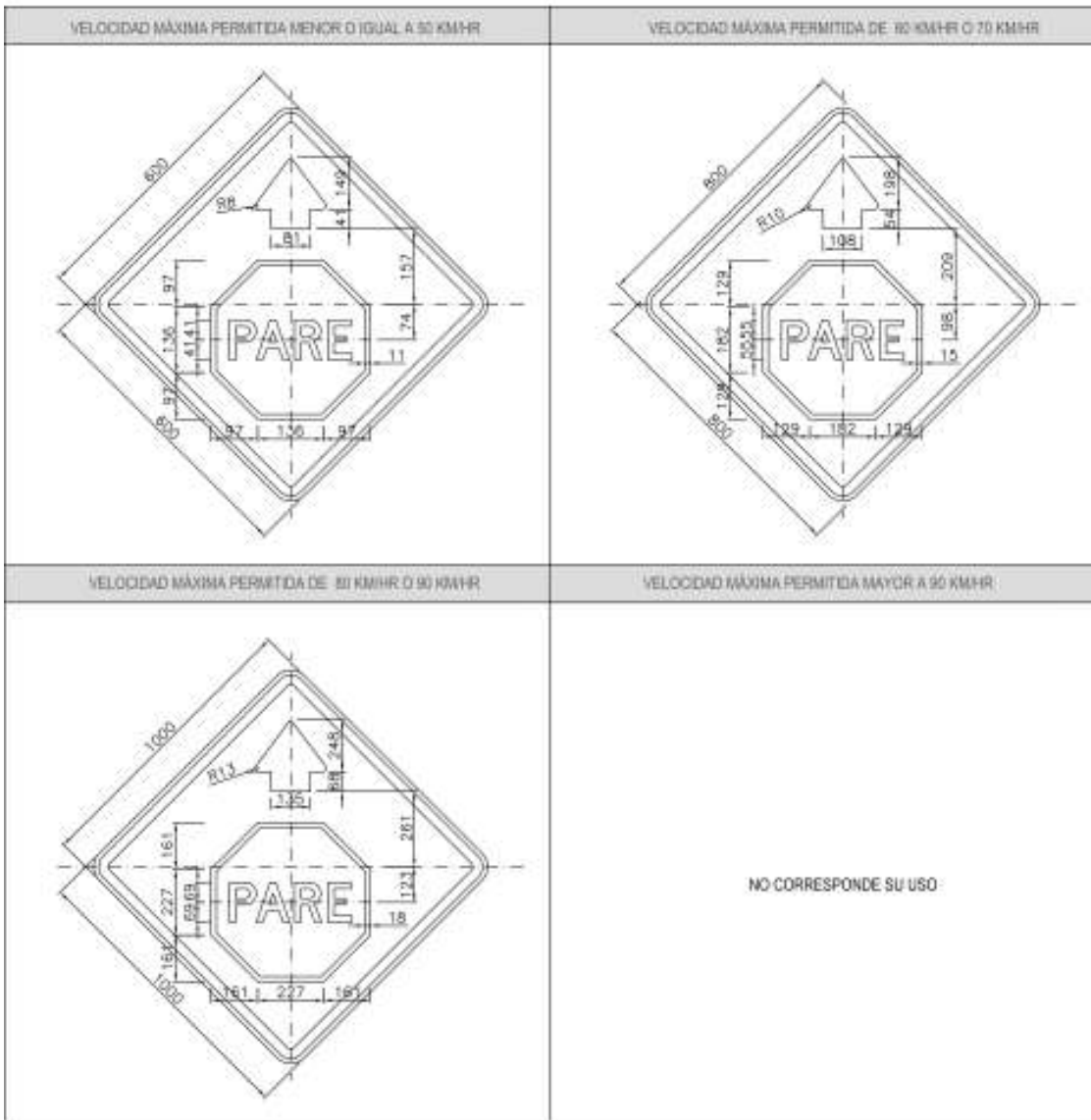
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a una intersección regulada por semáforos, donde no es común encontrar este tipo de dispositivos de regulación del tránsito.

FIGURA 1.7-38 SEMÁFORO (SP-34)

PREVENCIÓN DE PARE	SP-35
---------------------------	--------------



COTAS EN MILIMETROS



Esta señal advierte la proximidad de una señal PARE (SR-1), cuando ésta corresponde a una situación puntual y aislada en la vía y, por lo tanto, inesperada. Se justifica también en lugares donde, temporal o permanentemente, la distancia de visibilidad de dicha señal es inadecuada.

FIGURA 1.7-39 PREVENCIÓN DE PARE (SP-35)

PREVENCIÓN DE CEDA EL PASO **SP-36**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal advierte la proximidad de una señal CEDA EL PASO (SR-2), cuando ésta corresponde a una situación puntual y aislada en la vía y, por lo tanto, inesperada. Se justifica también en lugares donde, temporal o permanentemente, la distancia de visibilidad de dicha señal es inadecuada.

FIGURA 1.7-40 **PREVENCIÓN DE CEDA EL PASO (SP-36)**

ROTONDA	SP-37
----------------	--------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

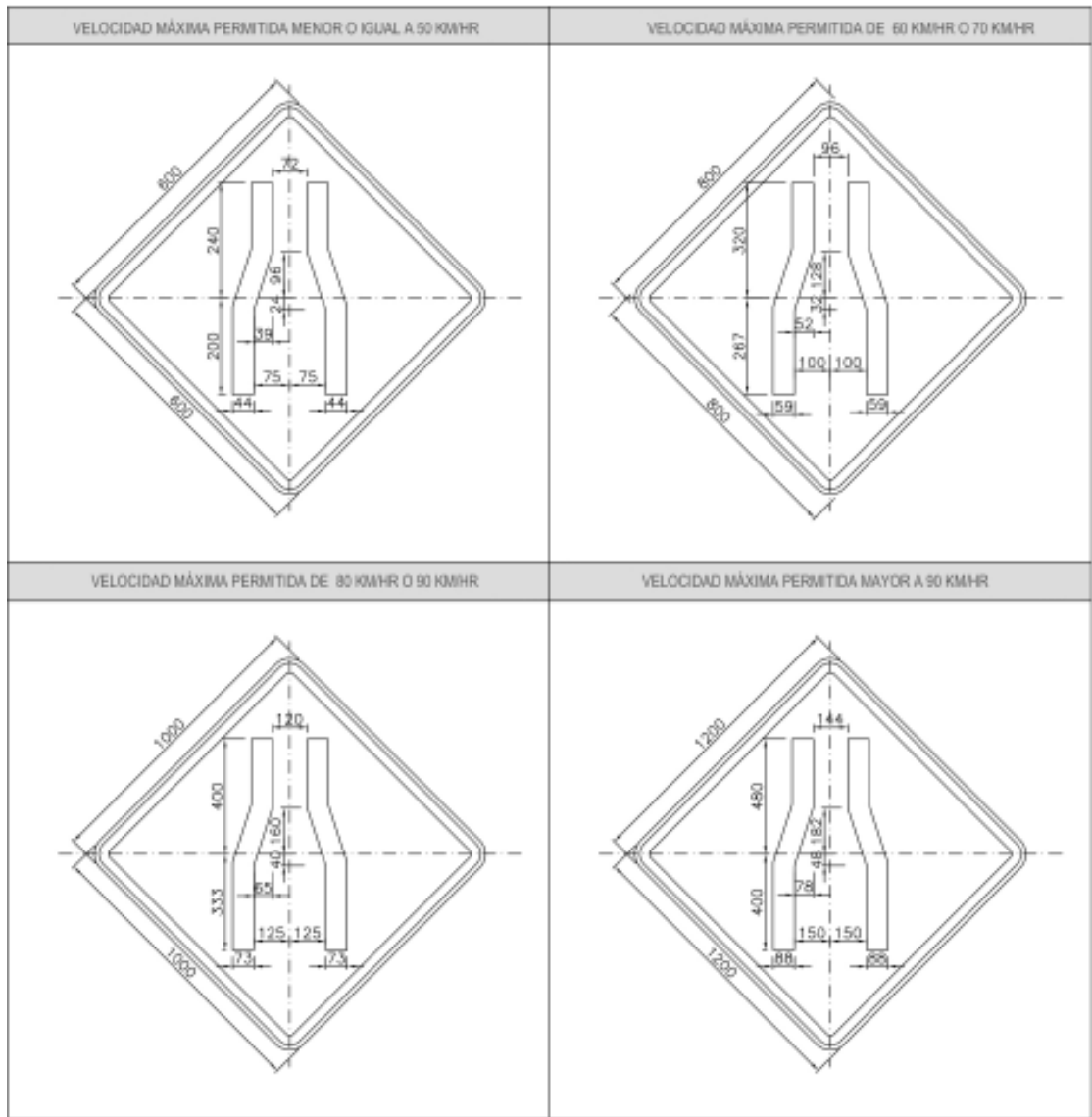
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una intersección de tipo rotatorio, en la cual la prioridad está definida para los vehículos que circulan en la rotonda.

FIGURA 1.7-41 ROTONDA (SP-37)

REDUCCIÓN SIMÉTRICA DE LA CALZADA **SP-38**



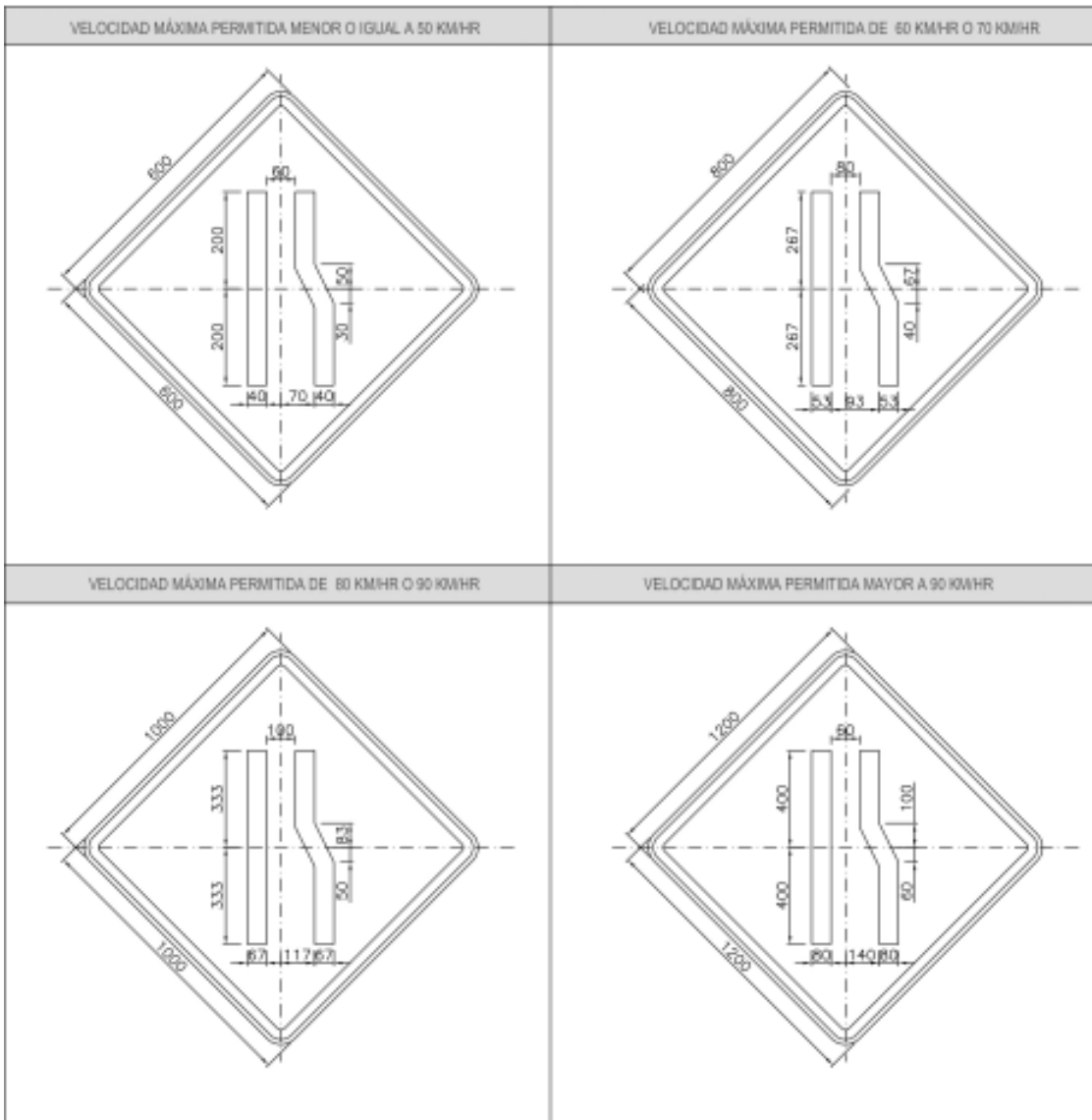
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una reducción en el ancho de la calzada conservando el mismo eje; esta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.

FIGURA 1.7-42 REDUCCIÓN SIMÉTRICA DE LA CALZADA (SP-38)

REDUCCION ASIMÉTRICA DE LA CALZADA DERECHA **SP-39**



0010 EN MILÍMETROS

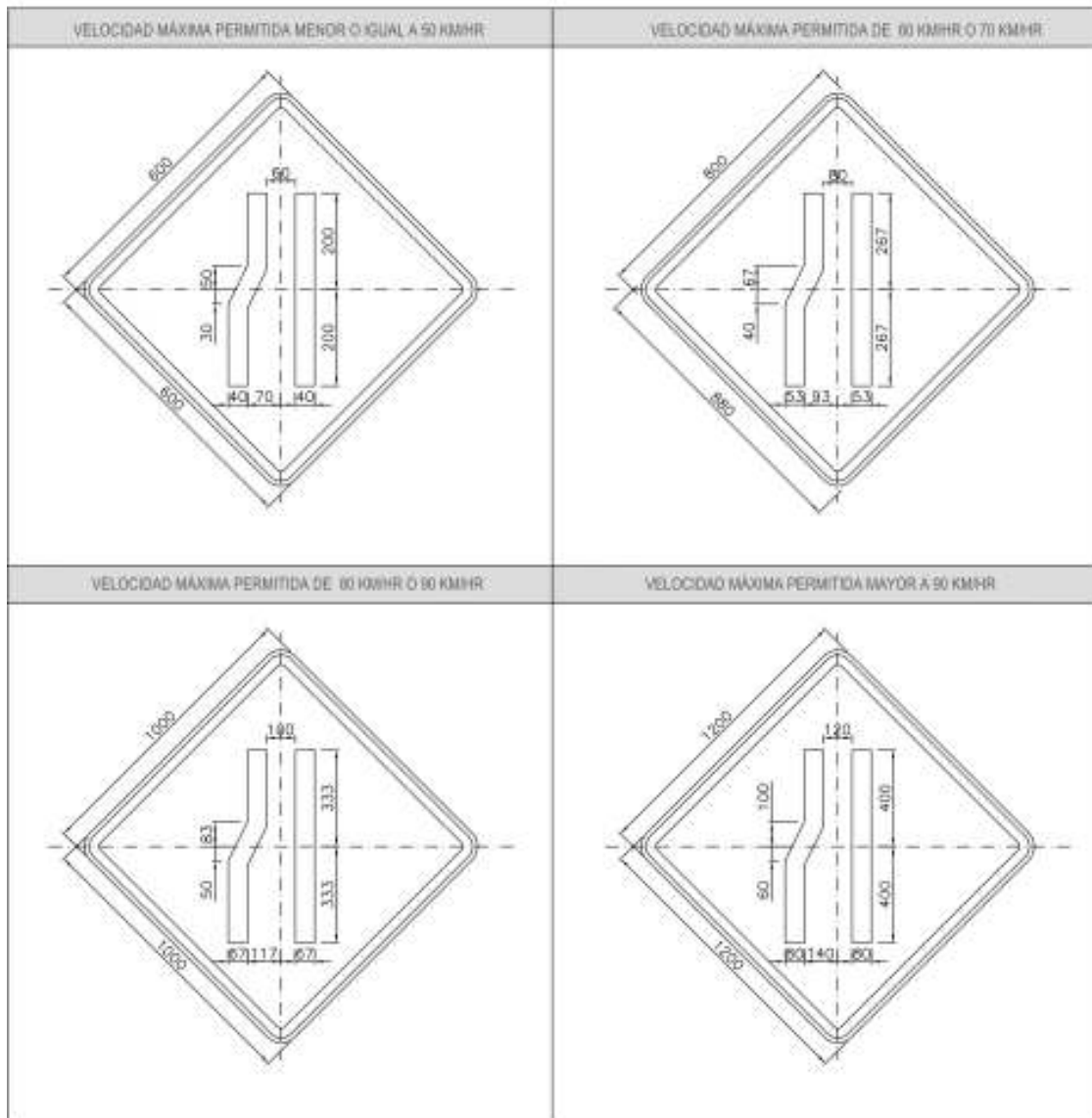


Se emplearán para advertir al conductor la proximidad a una reducción en el ancho de la calzada con desplazamiento del eje a la izquierda o a la derecha; esta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.

FIGURA 1.7-43 REDUCCIÓN ASIMÉTRICA DE LA CALZADA DERECHA (SP-39)

REDUCCION ASIMÉTRICA DE LA CALZADA IZQUIERDA

SP-40



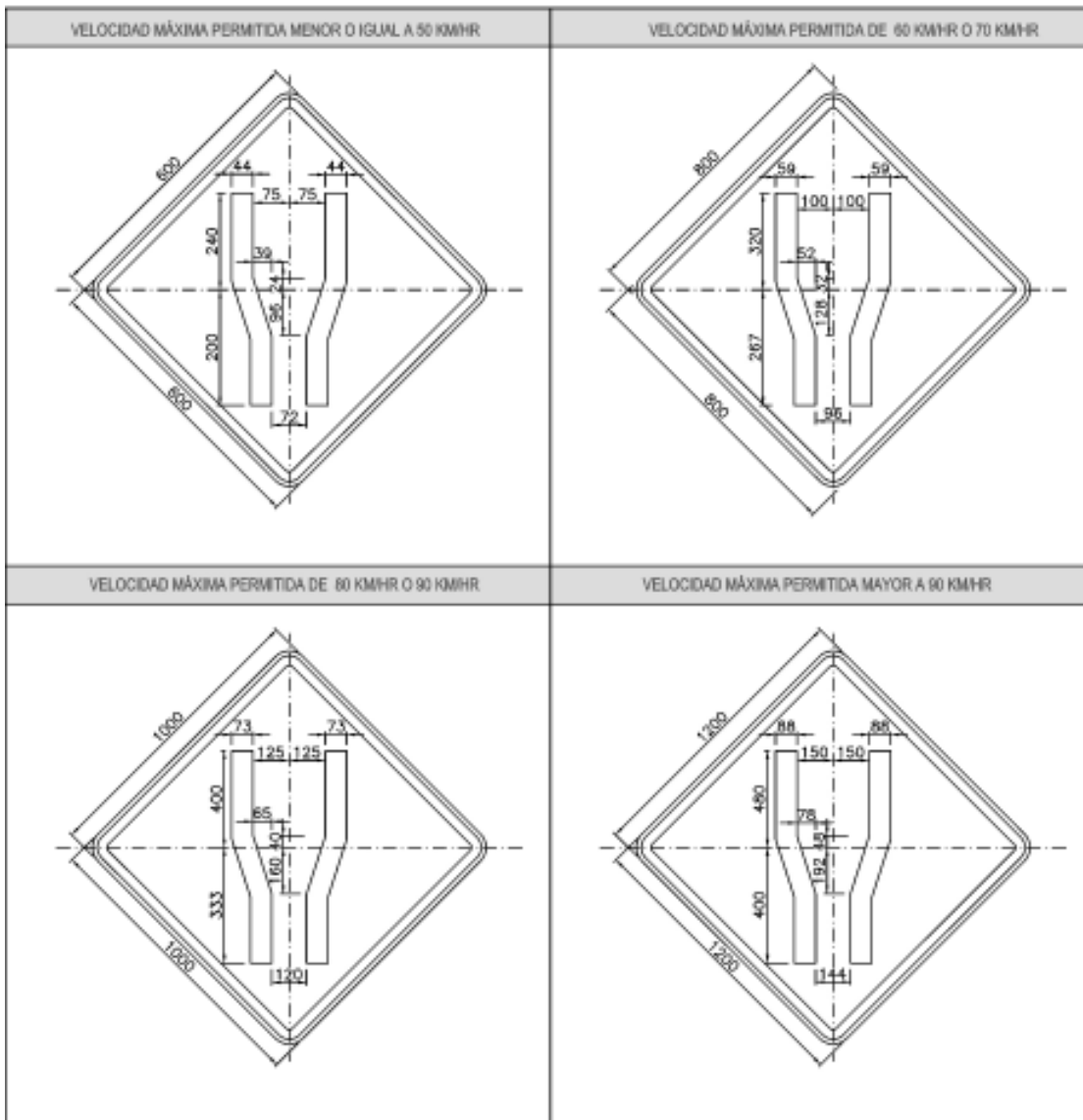
COTAS EN MILÍMETROS



Se emplearán para advertir al conductor la proximidad a una reducción en el ancho de la calzada con desplazamiento del eje a la izquierda o a la derecha; esta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.

FIGURA 1.7-44 REDUCCIÓN ASIMÉTRICA DE LA CALZADA IZQUIERDA (SP-40)

ENSANCHE SIMÉTRICO DE LA CALZADA	SP-41
---	--------------



COTAS EN MILIMETROS

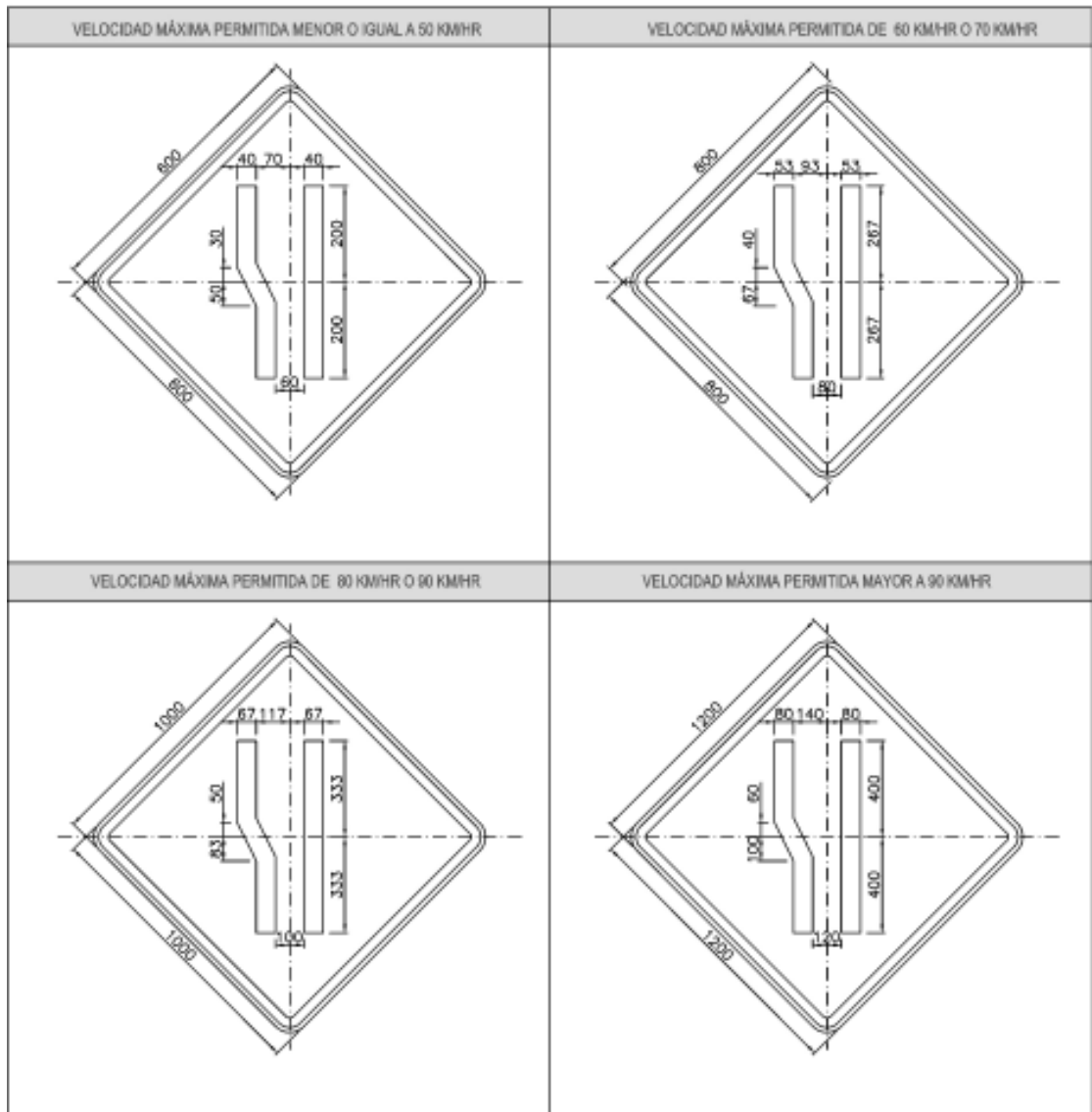


Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una ampliación o ensanche en el ancho de la calzada conservándose el mismo eje; este ensanche puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.

FIGURA 1.7-45 ENSANCHE SIMÉTRICO DE LA CALZADA (SP-41)

ENSANCHE ASIMÉTRICO DE LA CALZADA IZQUIERDA

SP-42



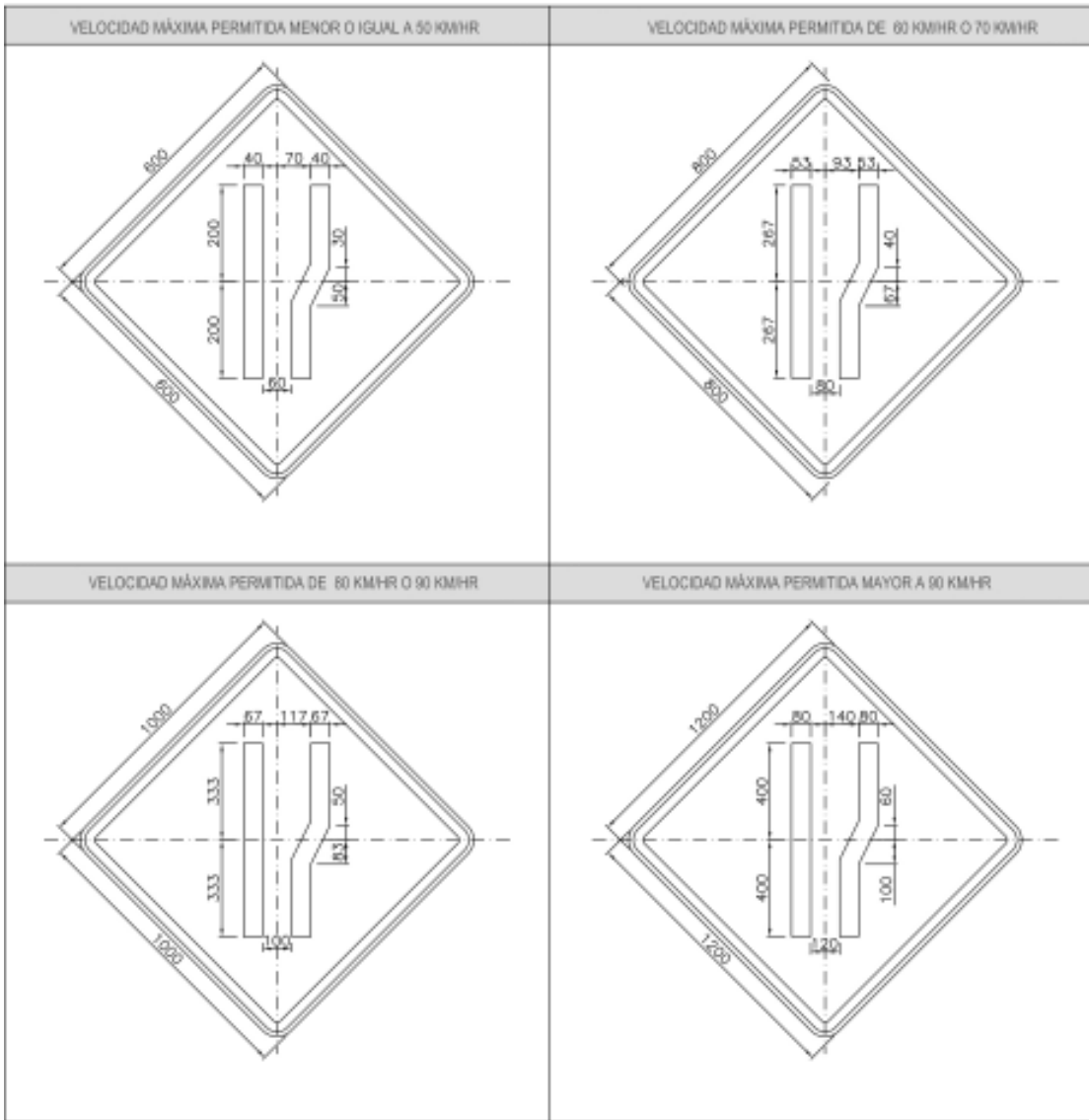
COTAS EN MILIMETROS



Se emplearán para advertir al conductor la proximidad a un ensanche o ampliación de la calzada con desplazamiento del eje a la izquierda o a la derecha; esta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.

FIGURA 1.7-46 ENSANCHE ASIMÉTRICO DE LA CALZADA IZQUIERDA (SP-42)

ENSANCHE ASIMÉTRICO DE LA CALZADA DERECHA **SP-43**



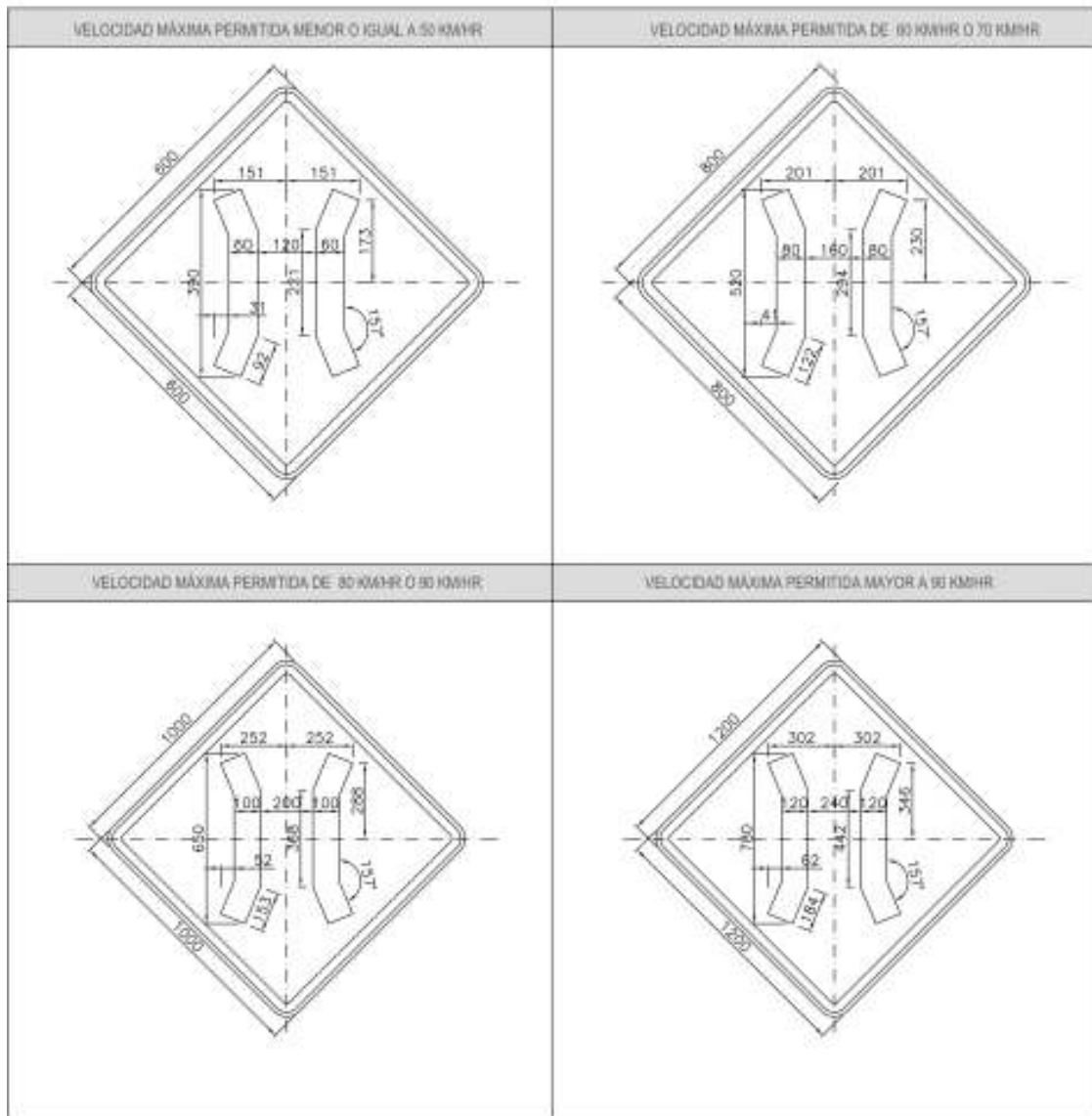
COFAS EN MILÍMETROS



Se emplearán para advertir al conductor la proximidad a un ensanche o ampliación de la calzada con desplazamiento del eje a la izquierda o a la derecha; esta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.

FIGURA 1.7-47 ENSANCHE ASIMÉTRICA DE LA CALZADA DERECHA (SP-43)

PUENTE ANGOSTO	SP-44
-----------------------	--------------



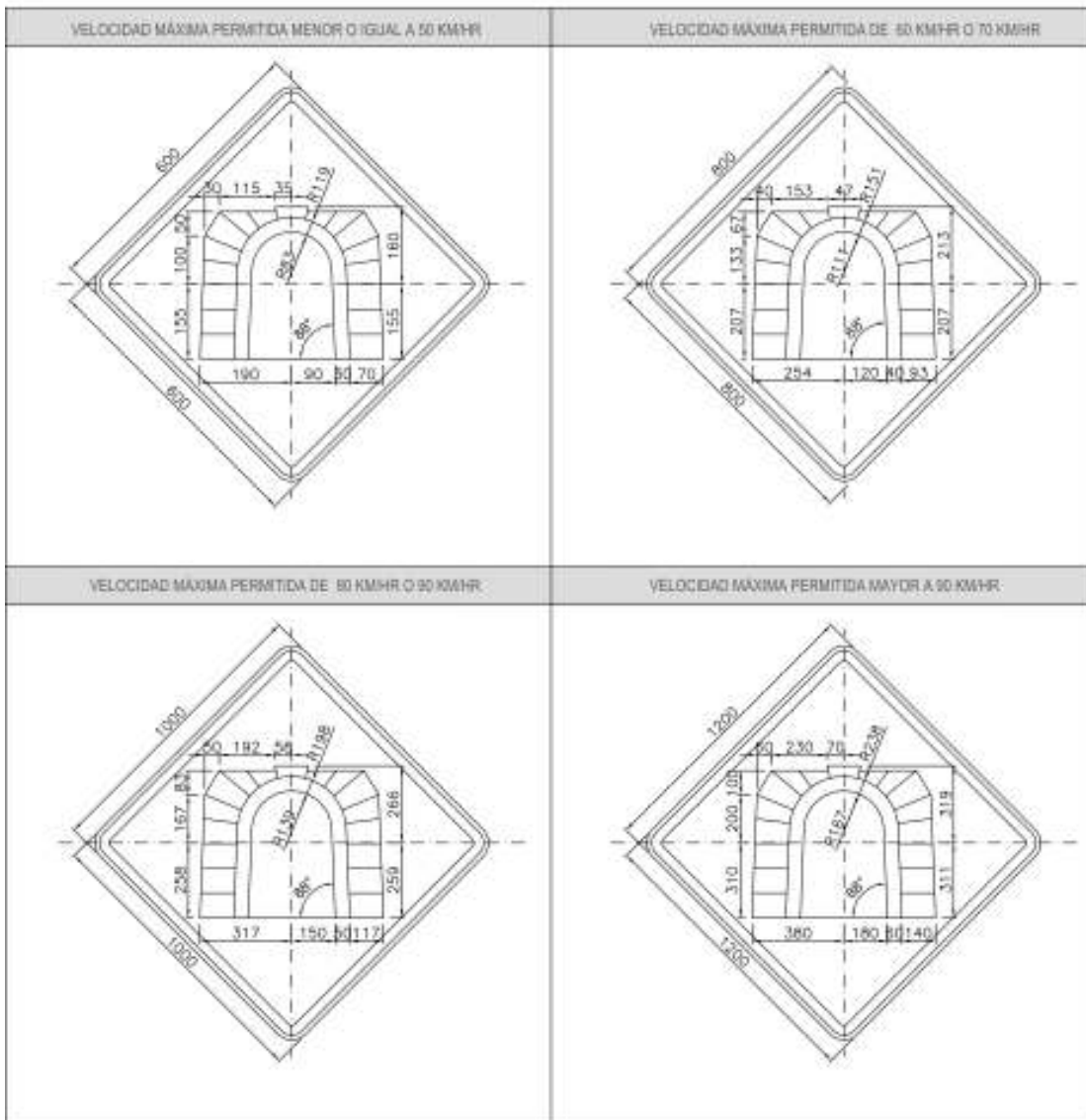
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará para advertir al conductor la proximidad a un puente, alcantarilla u obra de similares características, cuyo ancho es inferior al ancho de corona de la vía. Deberá complementarse con la señal reglamentaria SR-33 - que indica el ancho máximo permitido, cuando éste sea inferior a tres cuartos del ancho de la calzada.

FIGURA 1.7-48 PUENTE ANGOSTO (SP-44)

TÚNEL	SP-45
-------	-------



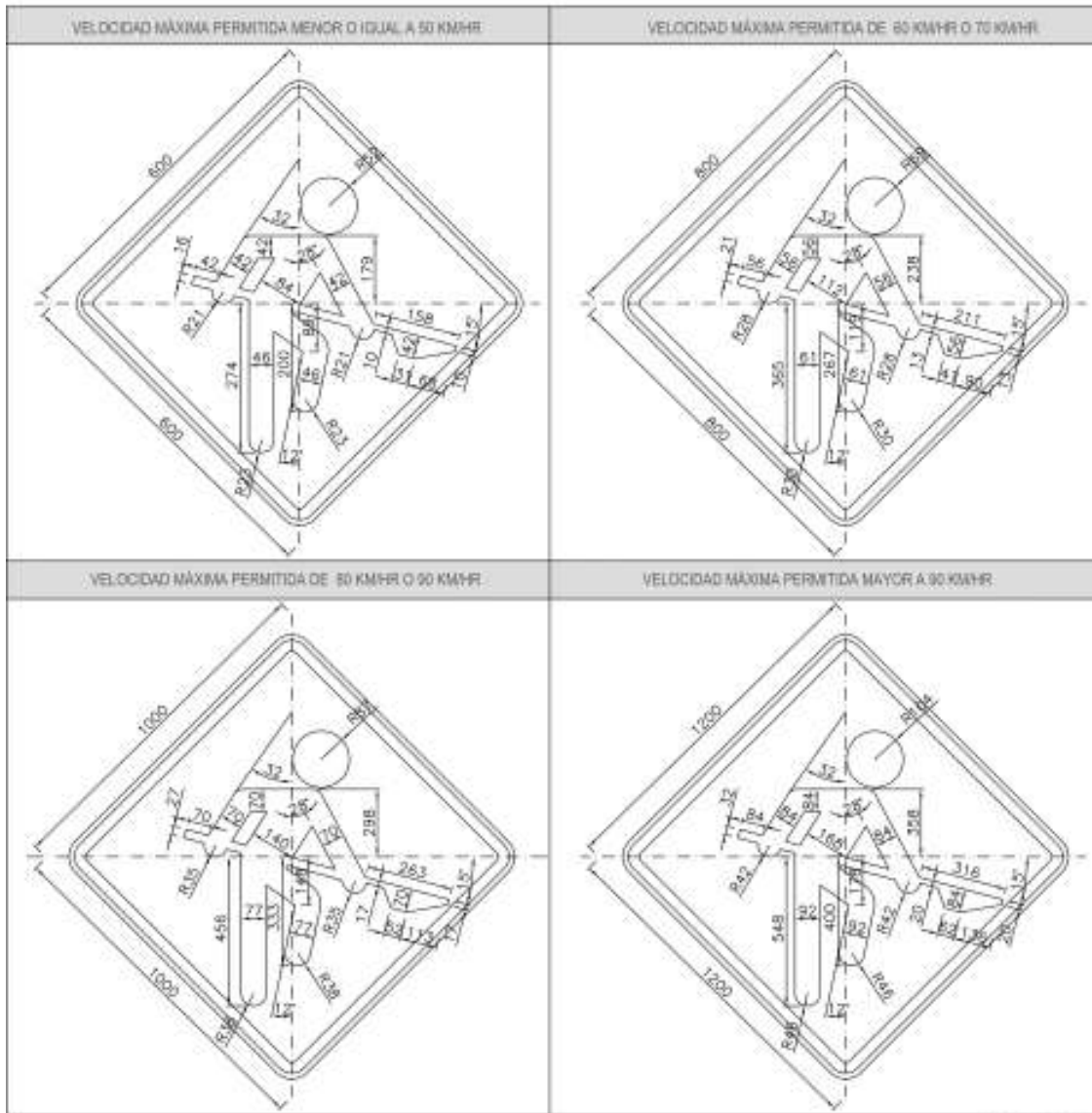
COTAS EN MILIMETROS



Se empleará para advertir al conductor la proximidad a un túnel donde no es permitido adelantar a otro vehículo. Deberá complementarse con las señales reglamentarias SR-34 - obligación de circular con las luces bajas del vehículo, velocidad máxima, SR-30 y SR-26 Prohibido adelantar.

FIGURA 1.7-49 TÚNEL (SP-45)

TRABAJOS EN LA VÍA SP-46



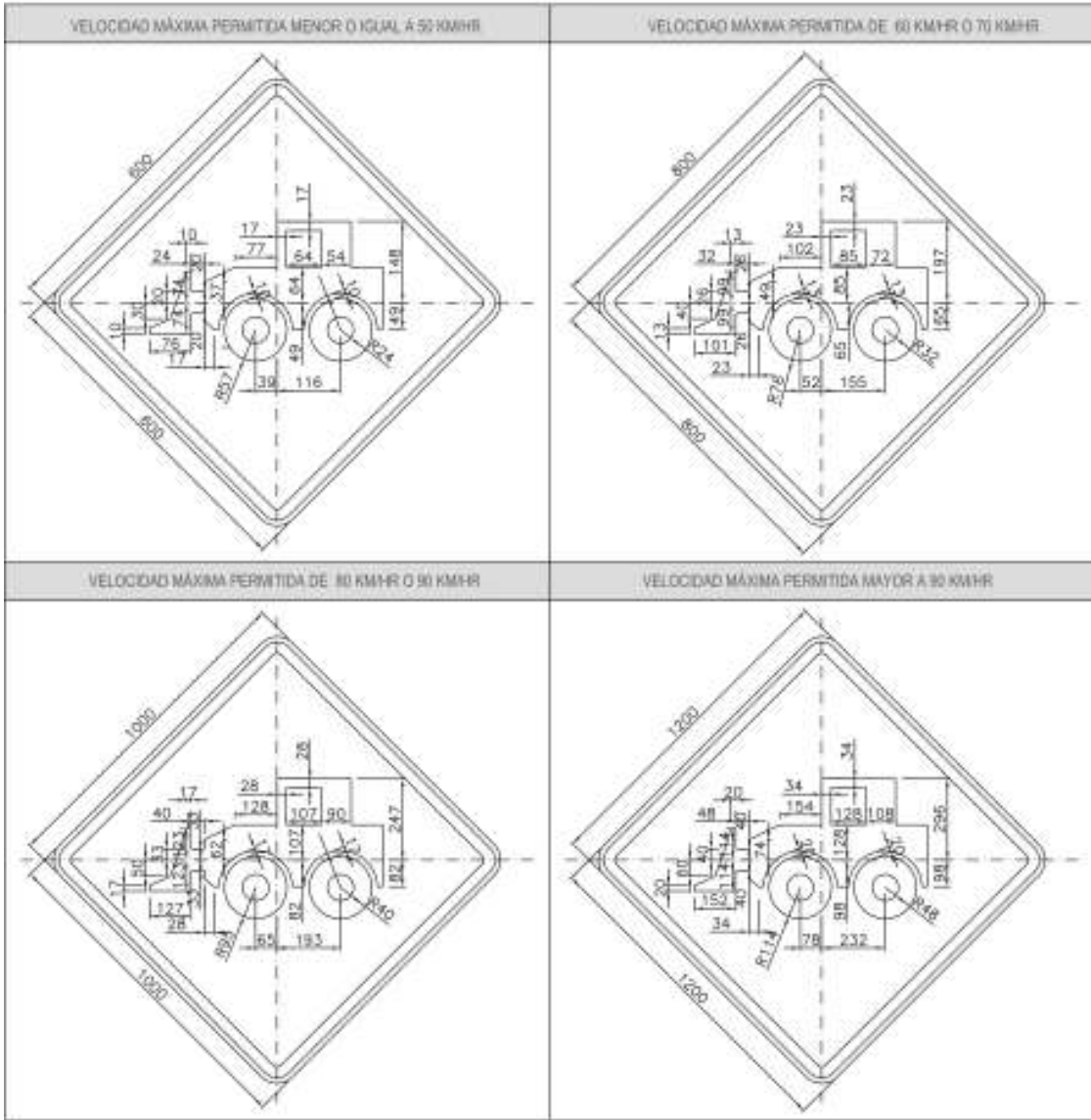
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se utiliza para indicar la presencia de una zona de trabajos en la vía, esta señal corresponde a la señal PT-1, debiendo ser de color amarillo fluorescente e instalándose de acuerdo a lo indicado en el capítulo de señalización transitoria.

FIGURA 1.7-50 TRABAJOS EN LA VÍA (SP-46)

MAQUINARIA EN LA VÍA **SP-47**



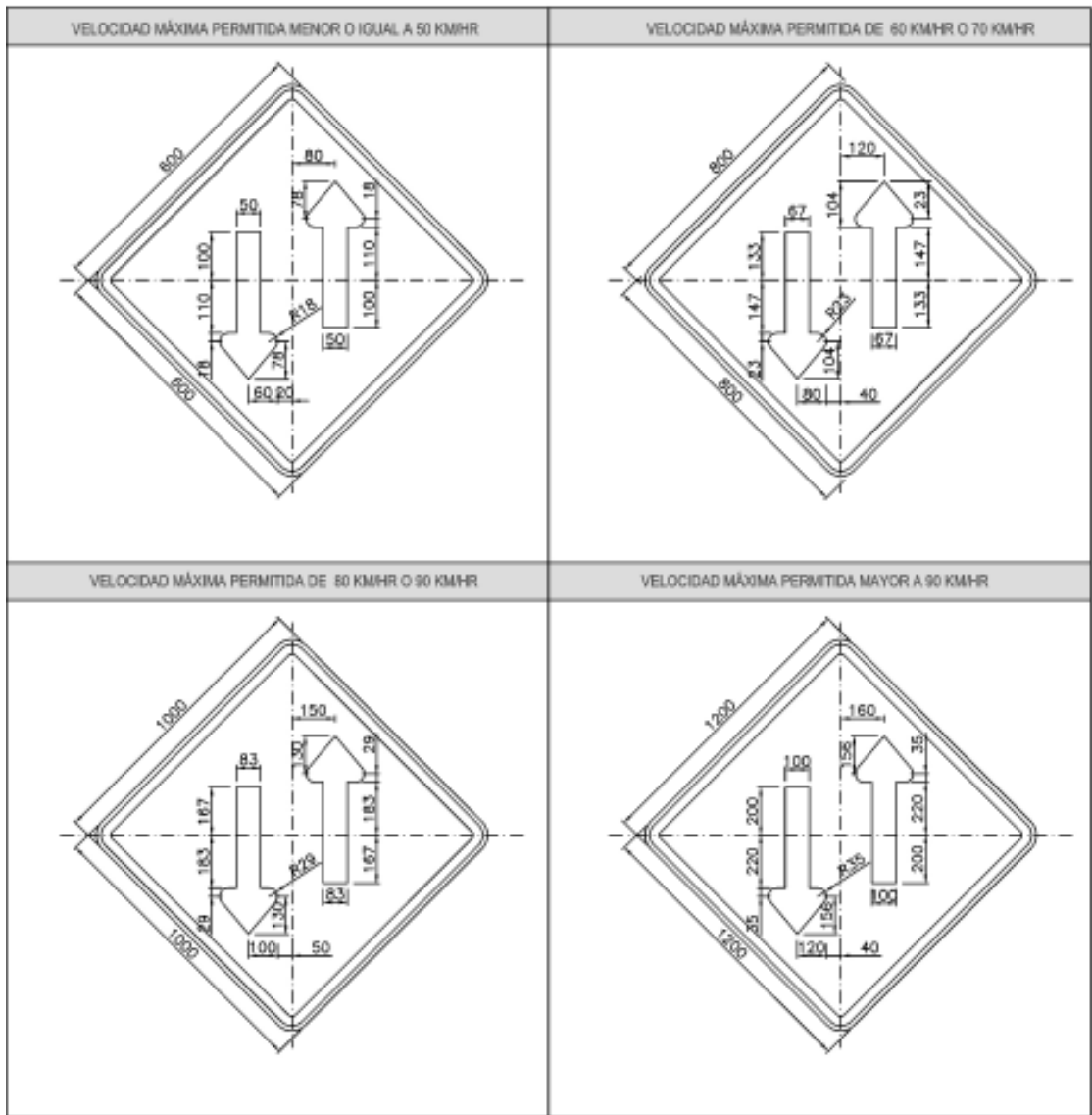
COTAS EN MÍLIMETROS



Esta señal se utiliza para advertir la presencia en forma frecuente de maquinaria de trabajo en la ruta, la que circular a baja velocidad con el consiguiente riesgo de colisión.

FIGURA 1.7-51 MAQUINARIA EN LA VÍA (SP-47)

CIRCULACIÓN EN AMBOS SENTIDOS **SP-48**



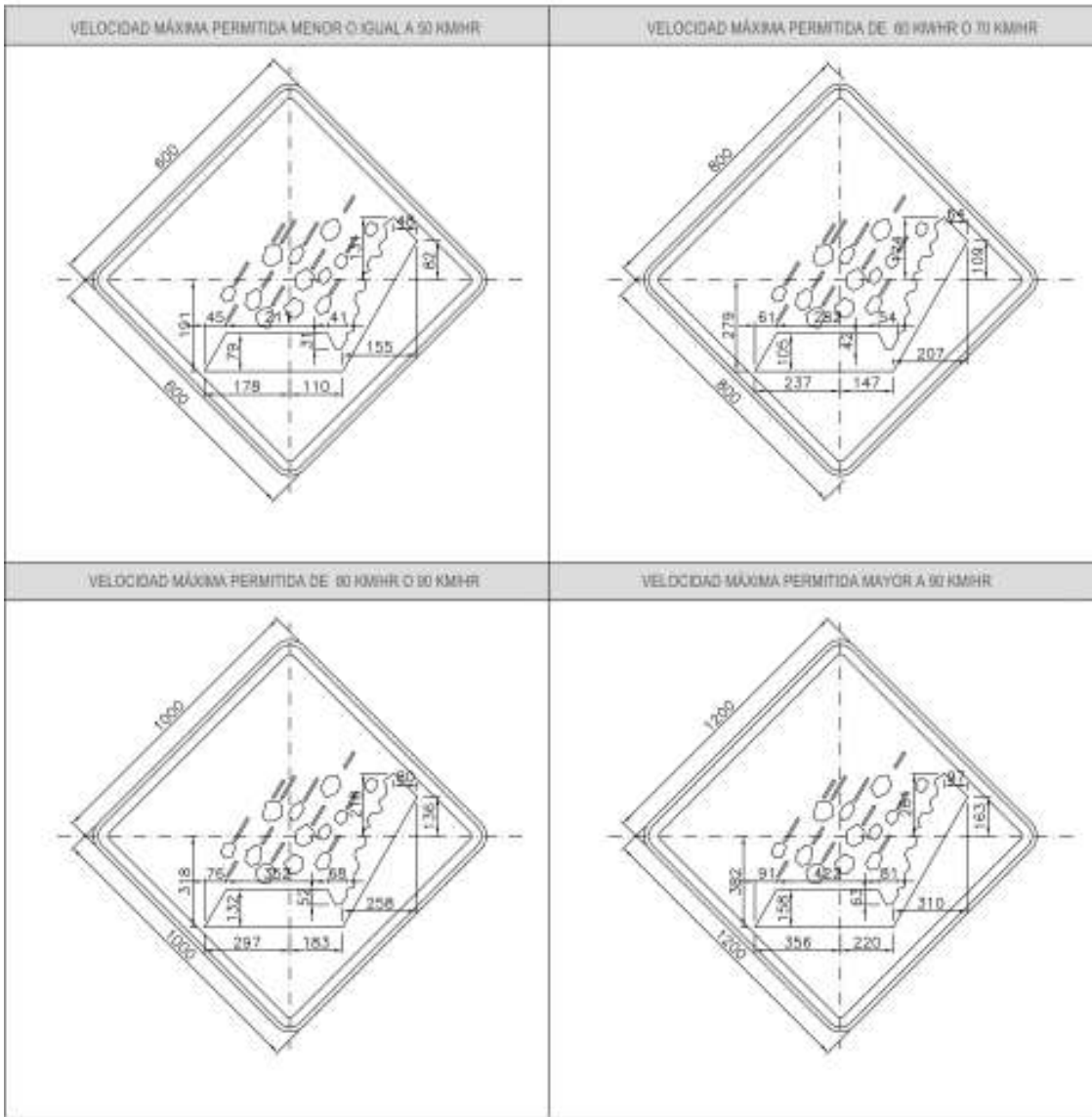
COTAS EN MILÍMETROS



Se empleará para advertir al conductor que transita por una vía unidireccional (de un solo sentido), que se aproxima a un tramo de la vía en el cual la circulación es bidireccional (se efectúa en los dos sentidos).

FIGURA 1.7-52 CIRCULACIÓN EN AMBOS SENTIDOS (SP-48)

ZONAS DE DERRUMBES SP-49



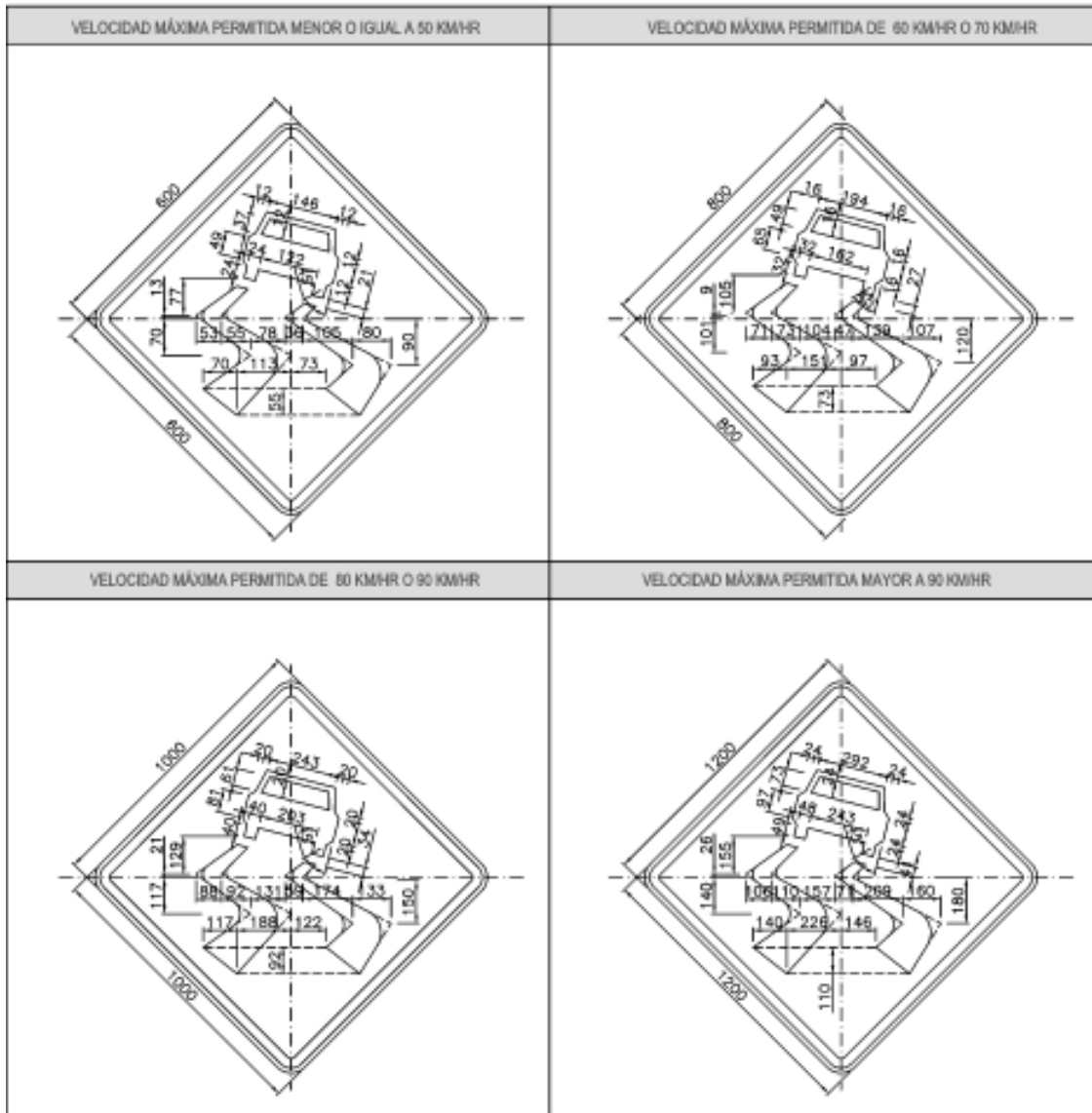
COFAS EN MILIMETROS



Se utiliza para advertir la proximidad de zonas de derrumbes o rodados, con posible desprendimiento de materiales y su presencia en la vía. Estos derrumbes pueden provenir de ambos costados, sólo del costado derecho, o, sólo del costado izquierdo.

FIGURA 1.7-53 ZONAS DE DERRUMBES (SP-49)

SUPERFICIE DESLIZANTE SP-50



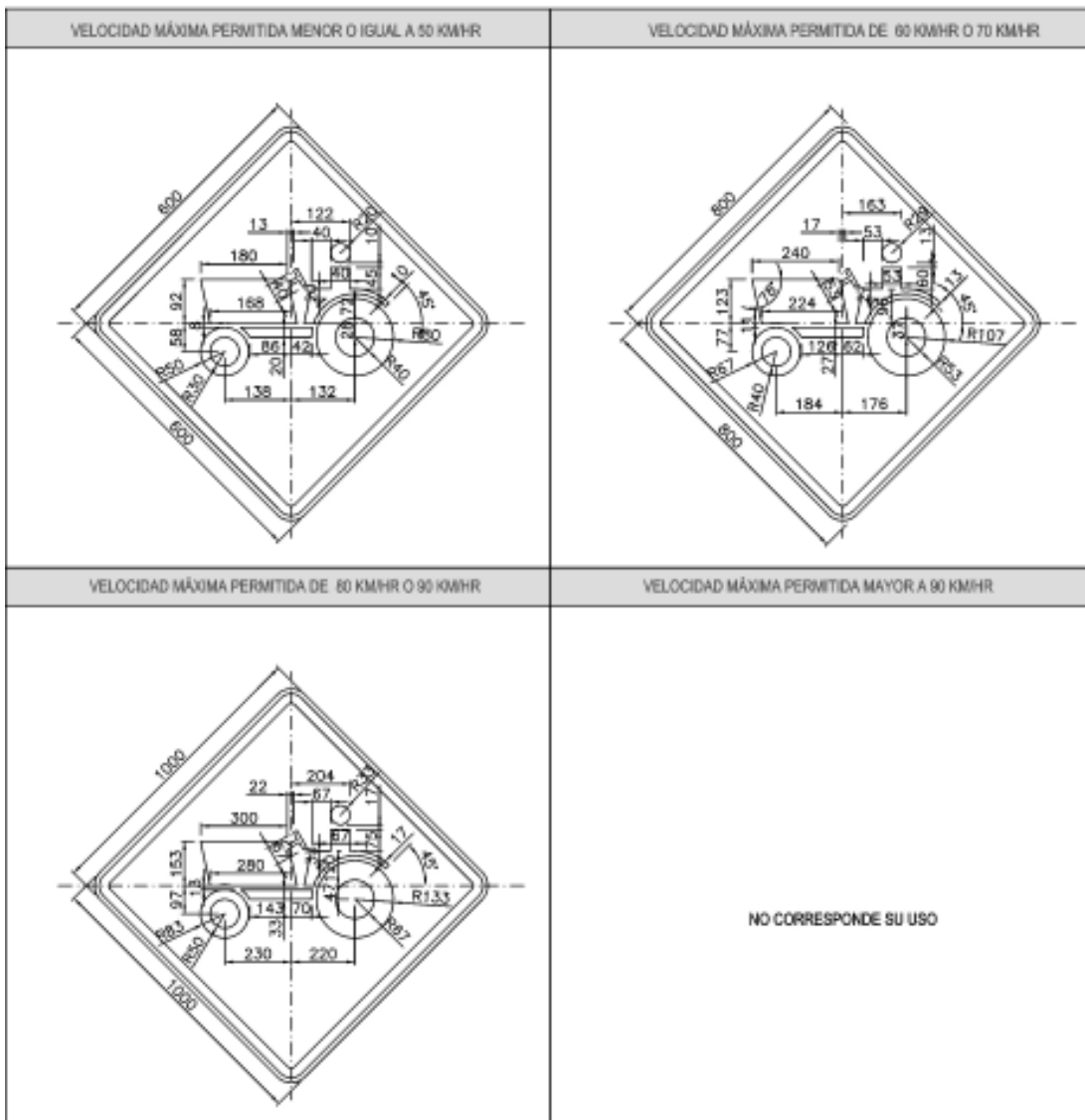
COTAS EN MILIMETROS



Se empleará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía en el cual el material superficial está suelto o el pavimento es resbaladizo, especialmente en condiciones de humedad y el vehículo puede deslizarse peligrosamente. Deberá complementarse con la señal SR-30 - reglamentaria de velocidad máxima.

FIGURA 1.7-54 SUPERFICIE DESLIZANTE (SP-50)

MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA VÍA	SP-51
--------------------------------------	--------------



COFAS EN MILIMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía utilizado frecuentemente por maquinaria agrícola. Su colocación no debe entenderse como una autorización tácita para el tránsito de esta clase de vehículos, sino como una advertencia de un posible riesgo.

FIGURA 1.7-55 MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA VÍA (SP-51)

PEATONES EN LA VÍA SP-52

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KMHR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KMHR O 70 KMHR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KMHR O 90 KMHR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KMHR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

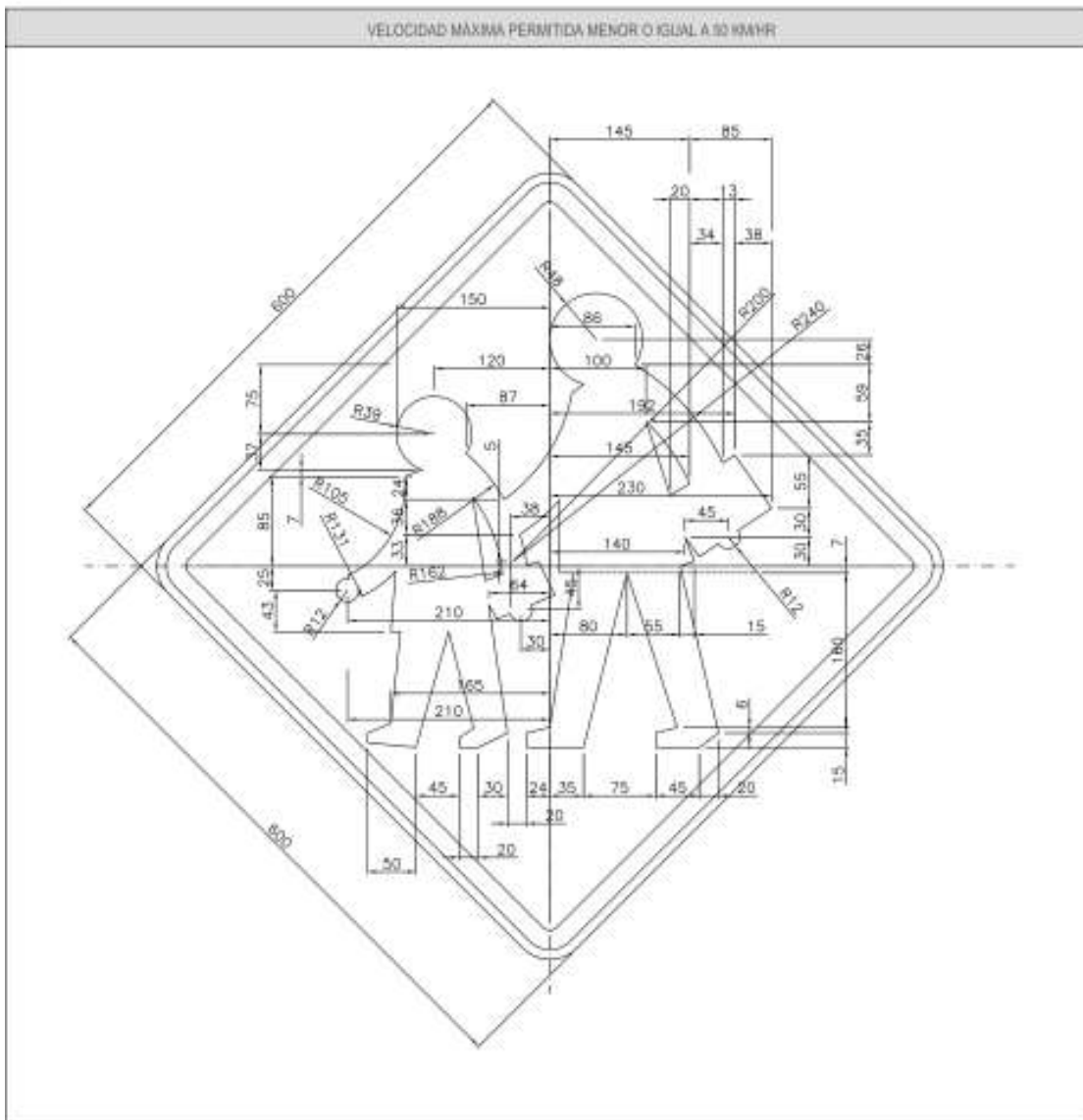
COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a lugares frecuentados por peatones que caminan sobre la calzada o la cruzan a nivel, en un sitio determinado. En zonas urbanas la señal se usará únicamente cuando la seguridad de los peatones lo justifique. Deberá complementarse con la señal SR-30- reglamentaria de velocidad máxima.

FIGURA 1.7-56 PEATONES EN LA VÍA (SP-52)

ZONA ESCOLAR	SP-53
---------------------	--------------



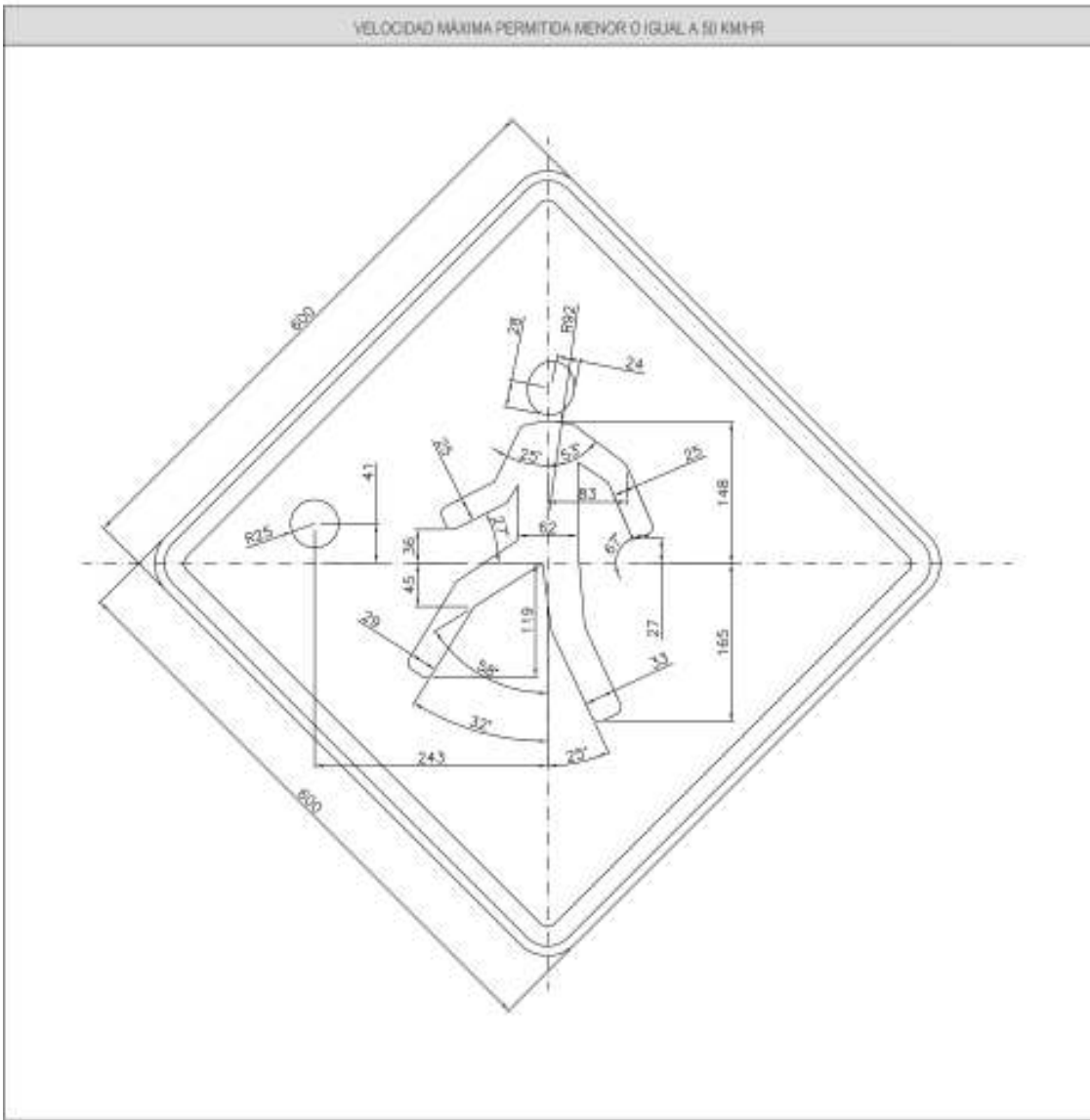
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal advierte la posible presencia de escolares en la vía, debiendo ubicarse en las proximidades de los centros escolares. Sólo debe ser instalada en vías donde la velocidad máxima es menor o igual a 50 km/hr. De lo contrario, la velocidad debe ser previamente reducida, modificando el diseño de la vía y colocando la señal VELOCIDAD MÁXIMA (SR-30), (sección 3, página 49); sólo después de realizado lo anterior se puede instalar la señal ZONA ESCOLAR (SP-53).

FIGURA 1.7-57 ZONA ESCOLAR (SP-53)

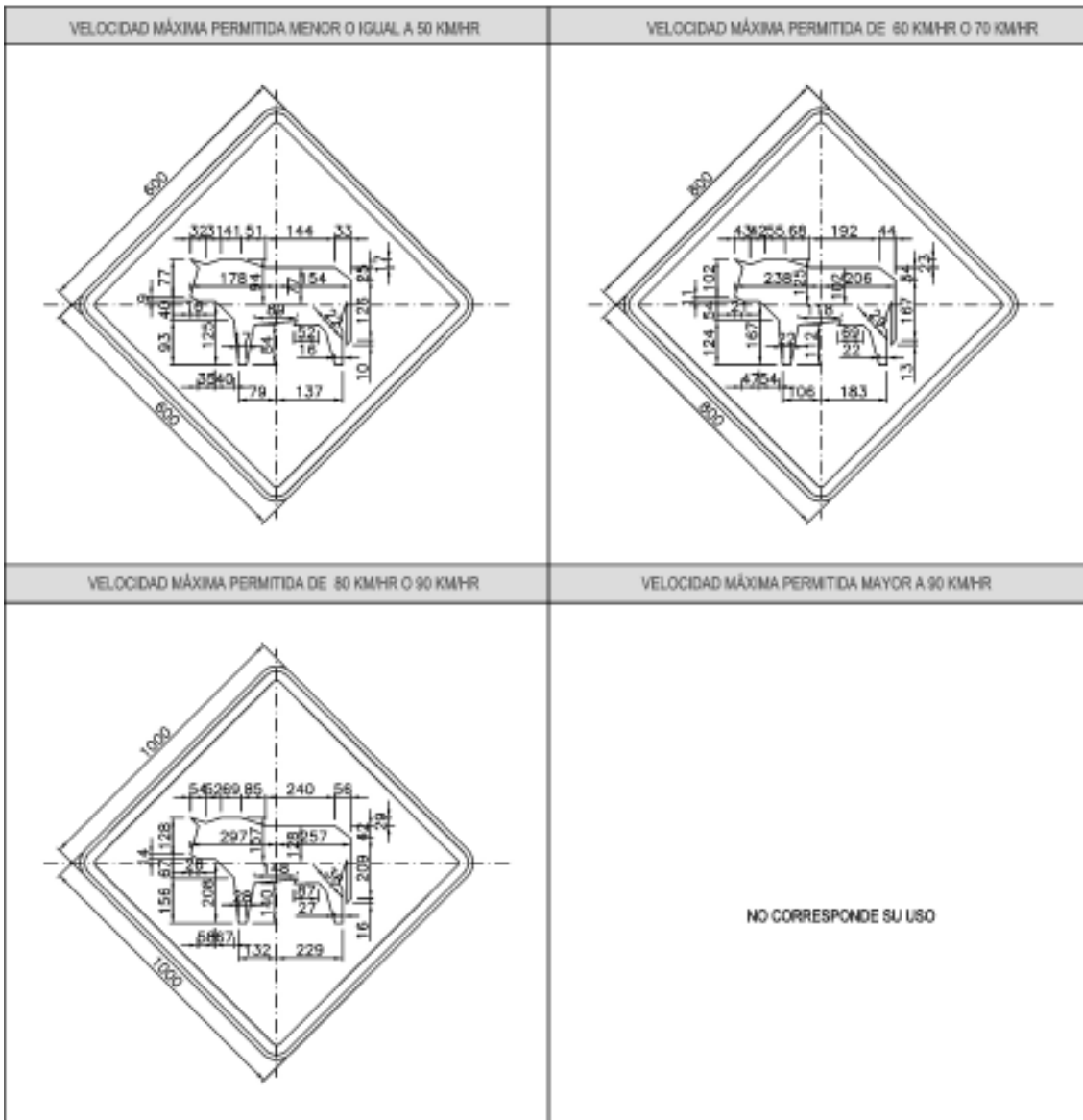
ZONA DE JUEGOS	SP-54
-----------------------	--------------



Se utiliza para advertir la probable presencia de niños jugando en la vía o en sus proximidades. Esta señal no debe usarse indiscriminadamente. Por el contrario, debe instalarse con extrema cautela, teniendo presente que la seguridad de los niños no puede garantizarse solamente con señales, sino que se requieren otras medidas complementarias.

FIGURA 1.7-58 ZONA DE JUEGOS (SP-54)

ANIMALES EN LA VÍA	SP-55
---------------------------	--------------



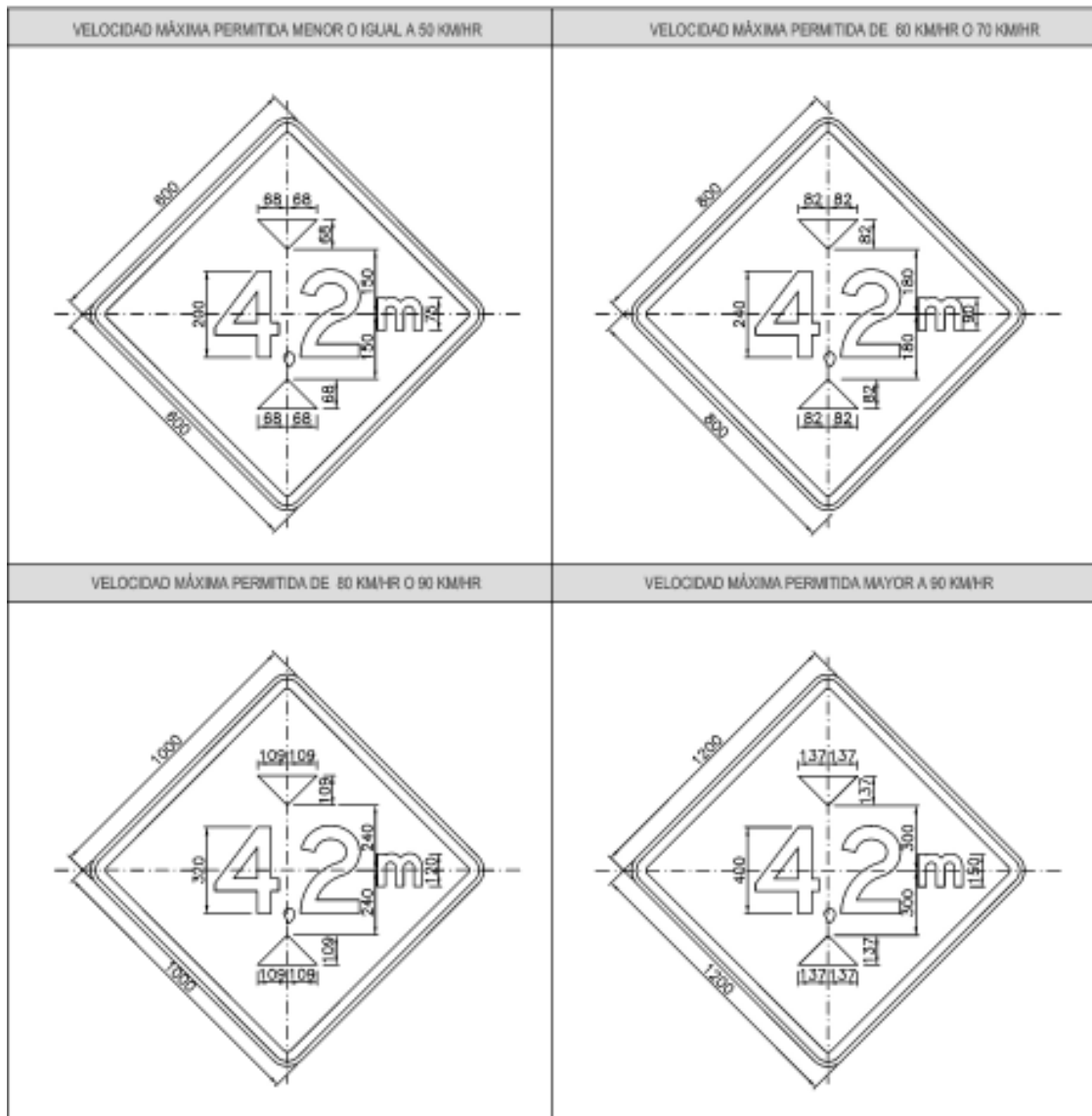
COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la posibilidad de tránsito de animales sobre la vía. Su colocación no deberá entenderse como una autorización tácita para que el ganado sea movilizado caminando por las vías.

FIGURA 1.7-59 ANIMALES EN LA VÍA (SP-55)

ALTURA MÁXIMA **SP-56**



COTAS EN MILÍMETROS

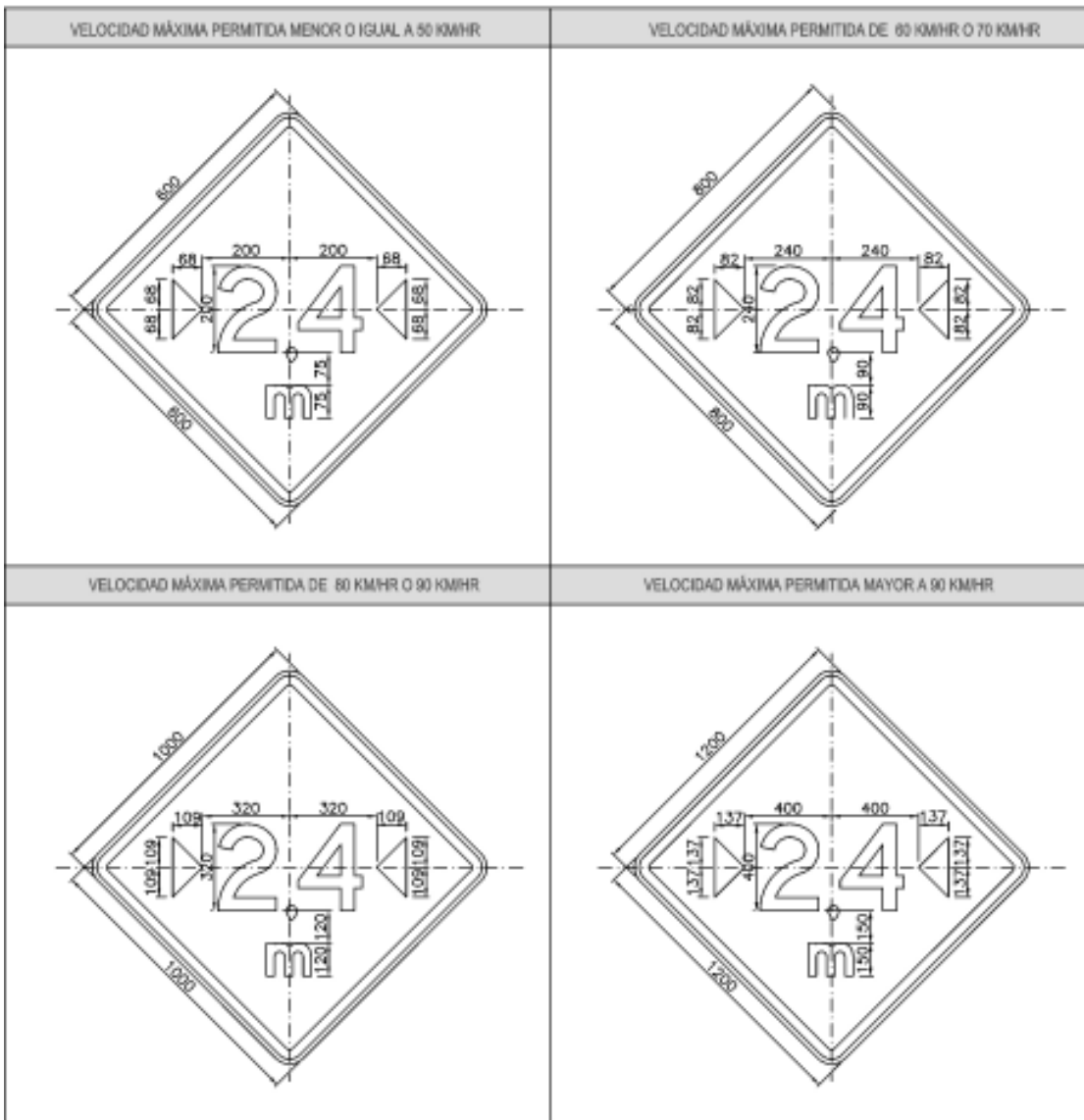


Esta señal se usa para advertir que más adelante en la vía existe una restricción de altura en un túnel, puente, paso a desnivel, u otros. La señal debe indicar la altura máxima permitida y ser instalada de acuerdo a lo señalado en 1.7.4

(1) El diseño de los números se calcula utilizando la altura definida para cada rango de velocidad con la cual se ingrese al anexo A.

FIGURA 1.7-60 ALTURA MÁXIMA (SP-56)

ANCHO MÁXIMO	SP-57
---------------------	--------------



COTAS EN MILÍMETROS

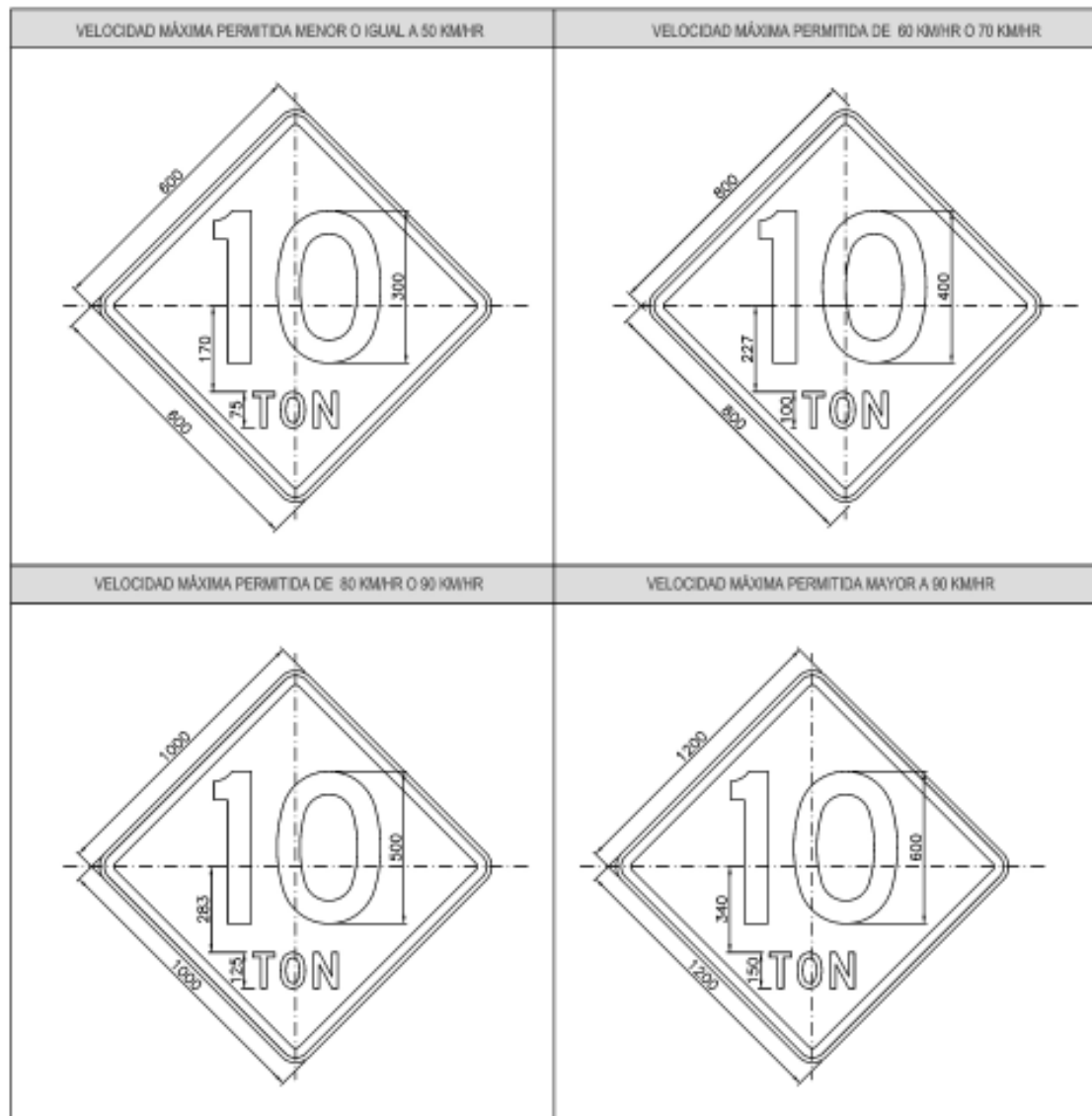


Esta señal se usa para advertir que más adelante en la vía existe una restricción de ancho que puede afectara ciertos vehículos. La señal debe indicar el ancho máximo que permite la restricción, debiendo ser instaladade acuerdo a lo señalado en 1.7.4.

(1) El diseño de los números se calcula utilizando la altura definida para cada rango de velocidad con la cual se ingrese al anexo A.

FIGURA 1.7-61 ANCHO MÁXIMO (SP-57)

PESO MÁXIMO	SP-58
--------------------	--------------



COTAS EN MILIMETROS

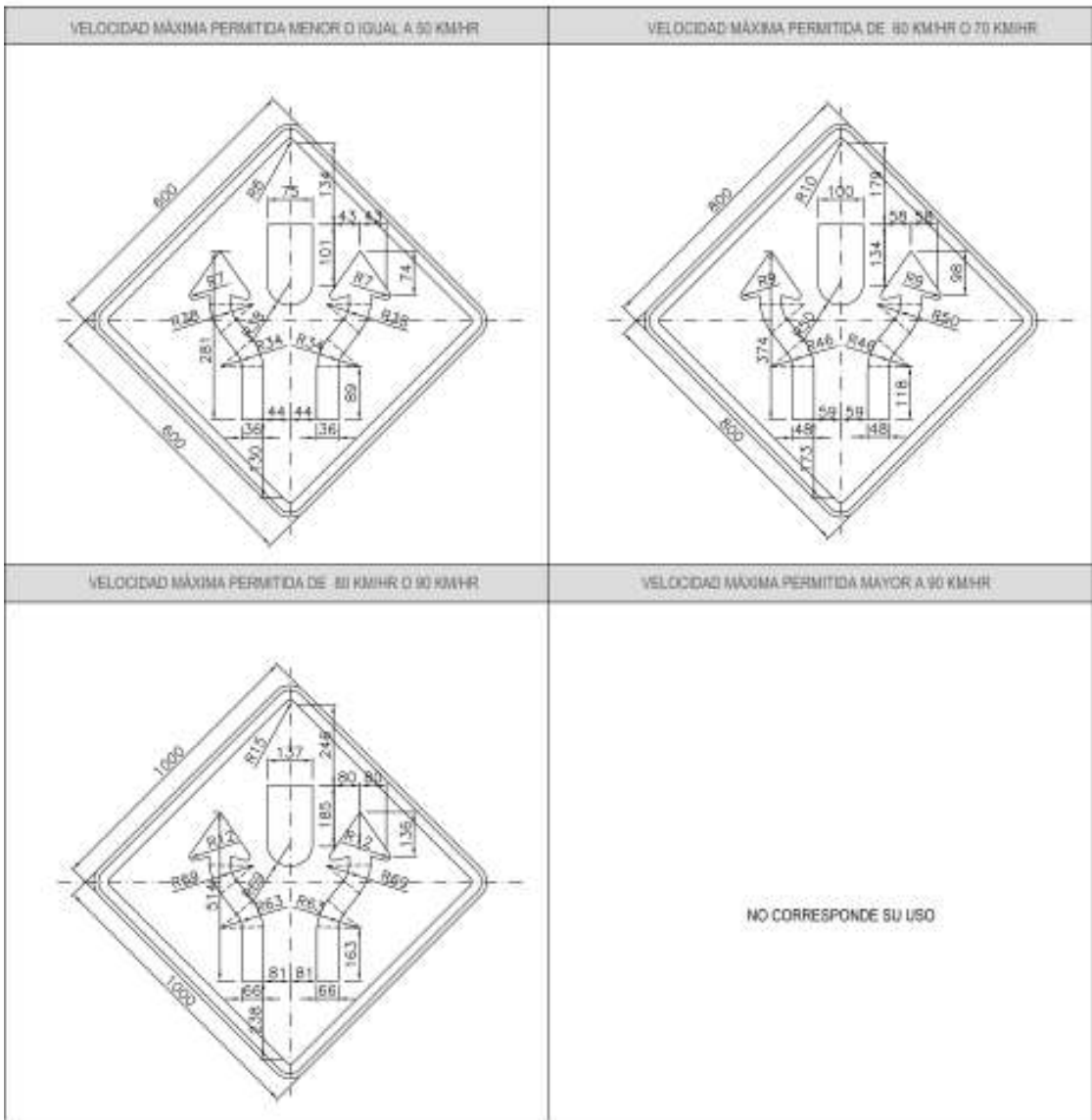


Esta señal se utiliza para advertir que más adelante en la vía existe un puente, viaducto u otra estructura en la que sólo se permite la circulación de vehículos cuyo peso total ni exeda de 40 toneladas. La señal debe indicar el peso máximo permitido en toneladas.

(1) El diseño de los números se calcula utilizando la altura definida para cada rango de velocidad con la cual se ingrese al anexo A.

FIGURA 1.7-62 PESO MÁXIMO (SP 58)

INICIO VÍA CON SEPARADOR (UN SENTIDO) **SP-59**



COTING EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a un sector de vía que contiene un separador central o isla que canaliza el tránsito en un solo sentido.

FIGURA 1.7-63 INICIO VÍA CON SEPARADOR (UN SENTIDO) (SP-59)

**TÉRMINO VÍA
CON SEPARADOR** **SP-60**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p style="text-align: center;">NO CORRESPONDE SU USO</p>

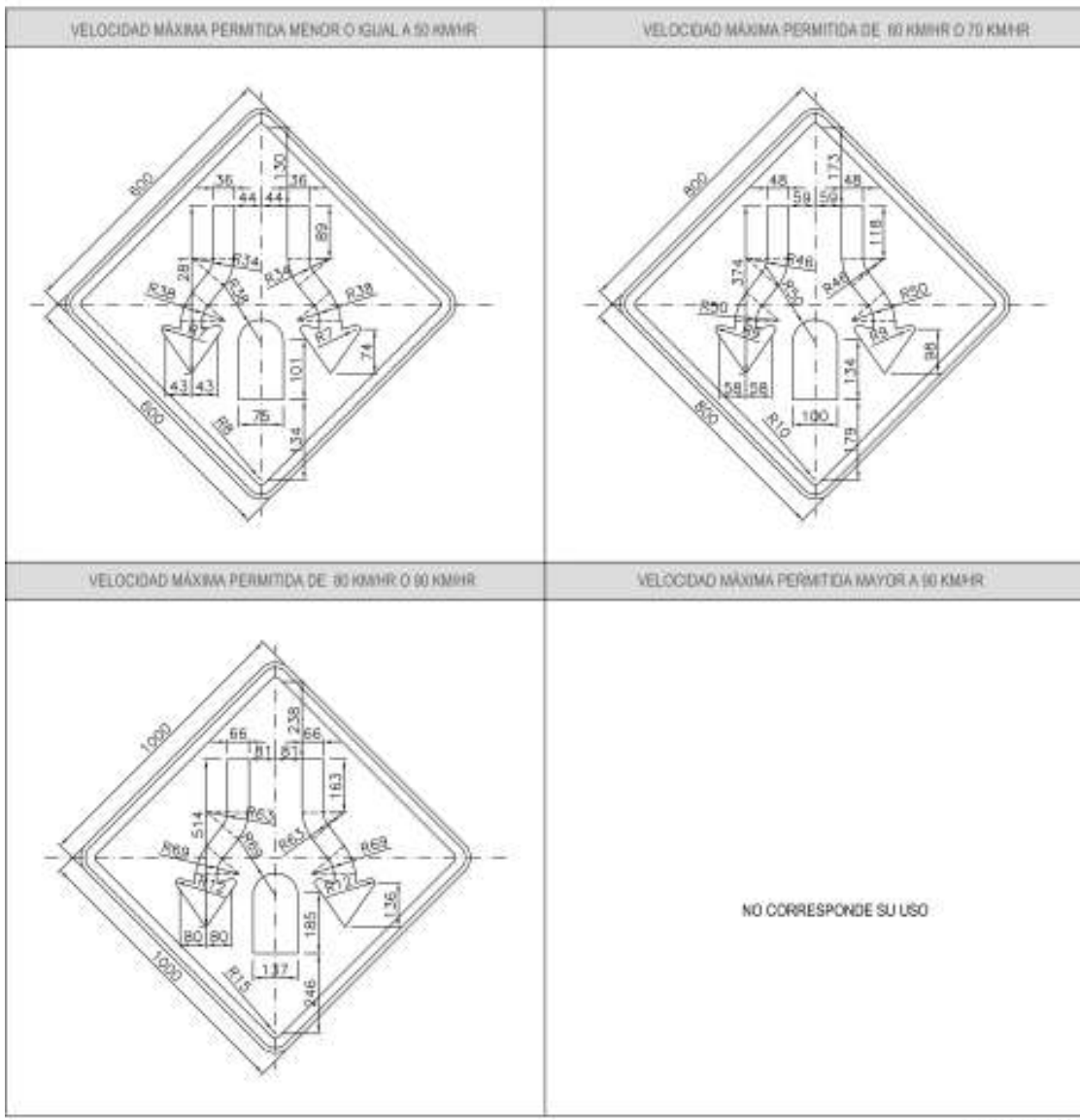
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para advertir al conductor que circula por una vía con tránsito en los dos sentidos y con separador central, la próxima terminación del separador conservándose la circulación del tránsito en los dos sentidos.

FIGURA 1.7-64 TÉRMINO VÍA CON SEPARADOR (SP-60)

TÉRMINO VÍA CON SEPARADOR (UN SENTIDO)	SP-61
---	--------------



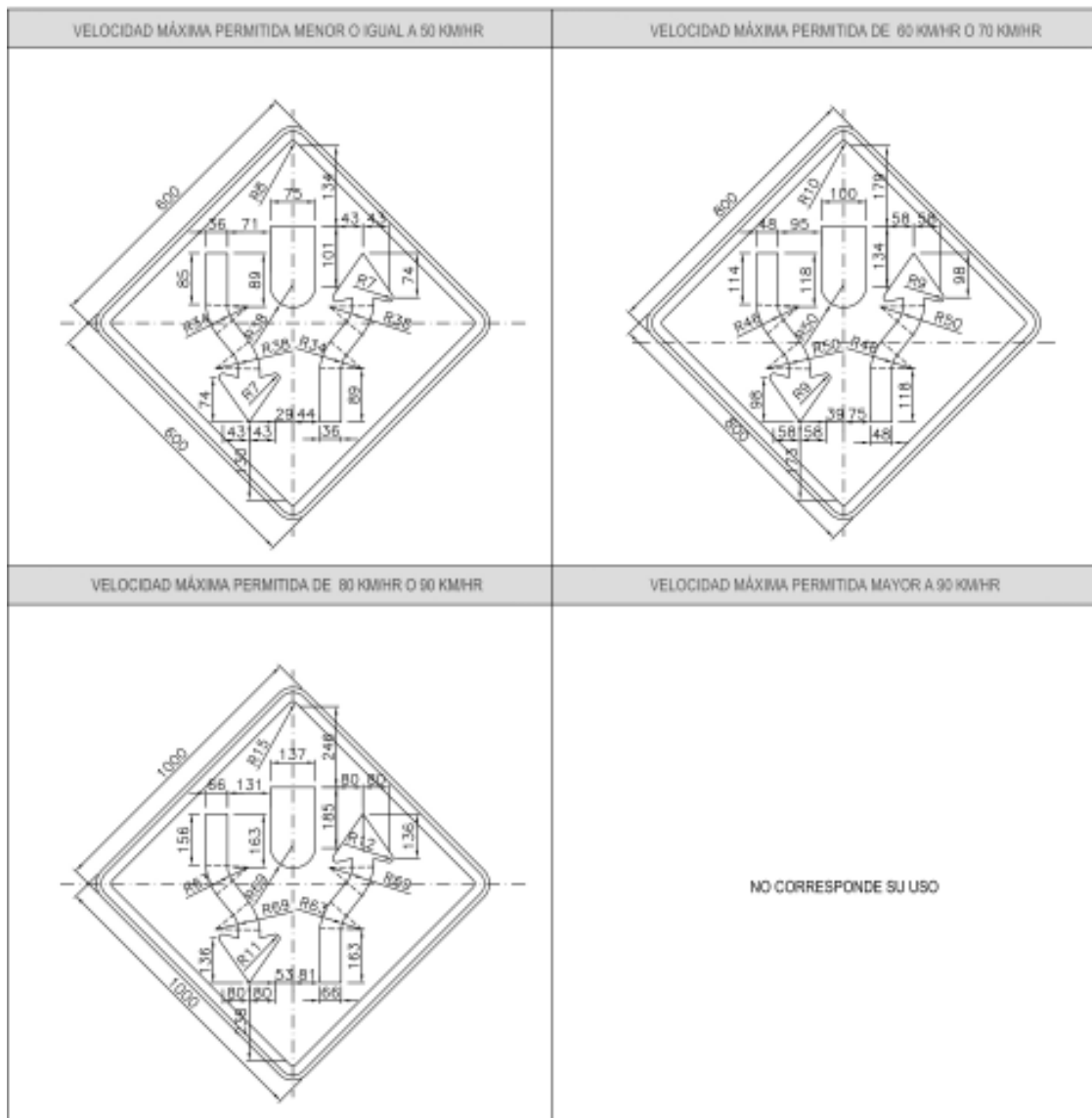
COFAS EN MILÍMETROS



Se empleará para advertir la terminación del separador central que canaliza el tránsito en un solo sentido.

FIGURA 1.7-65 TÉRMINO VÍA CON SEPARADOR (UN SENTIDO) (SP-61)

INICIO VÍA CON SEPARADOR	SP-62
-------------------------------------	--------------



COTAS EN MILÍMETROS

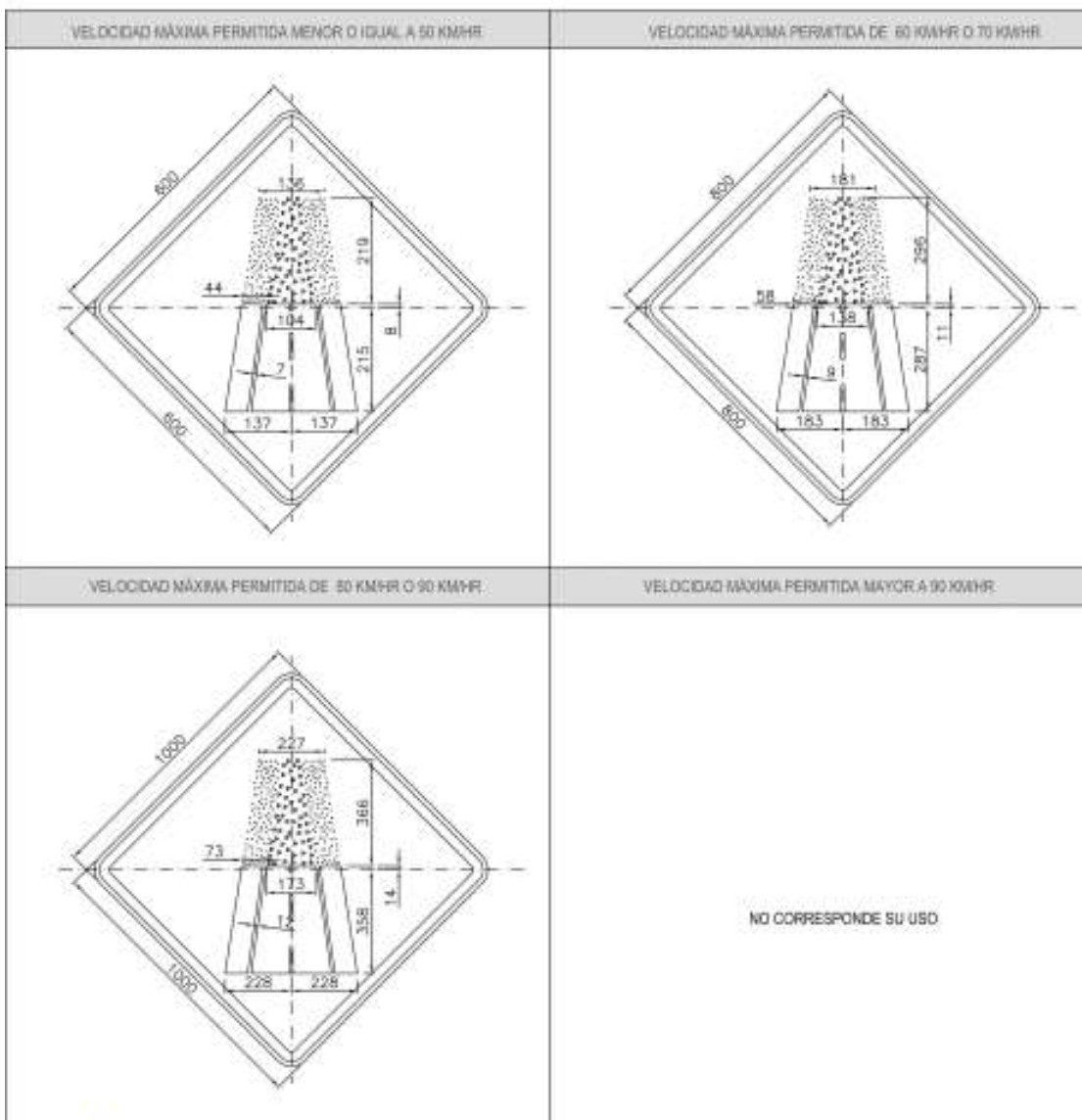


Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de vía que contiene un separador central o isla que canaliza el tránsito en los dos sentidos.

FIGURA 1.7-66 INICIO VÍA CON SEPARADOR (SP-62)

FINAL DE PAVIMENTO

SP-63

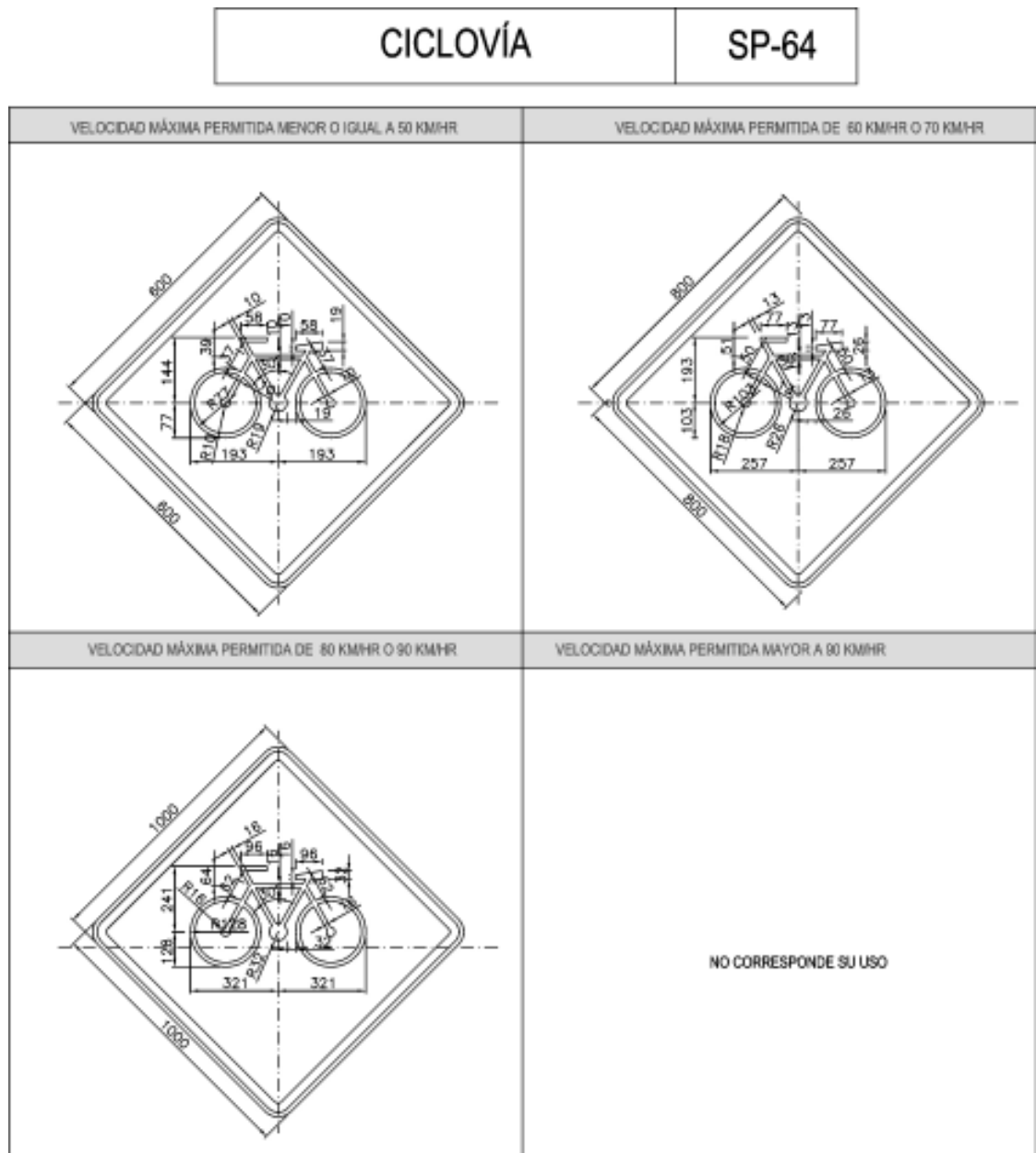


COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se utiliza para indicar a los conductores el término de la carpeta con pavimento de hormigón o asfalto y el comienzo de una vía con carpeta granular o sin pavimento.

FIGURA 1.7-67 FINAL DE PAVIMENTO (SP-63)



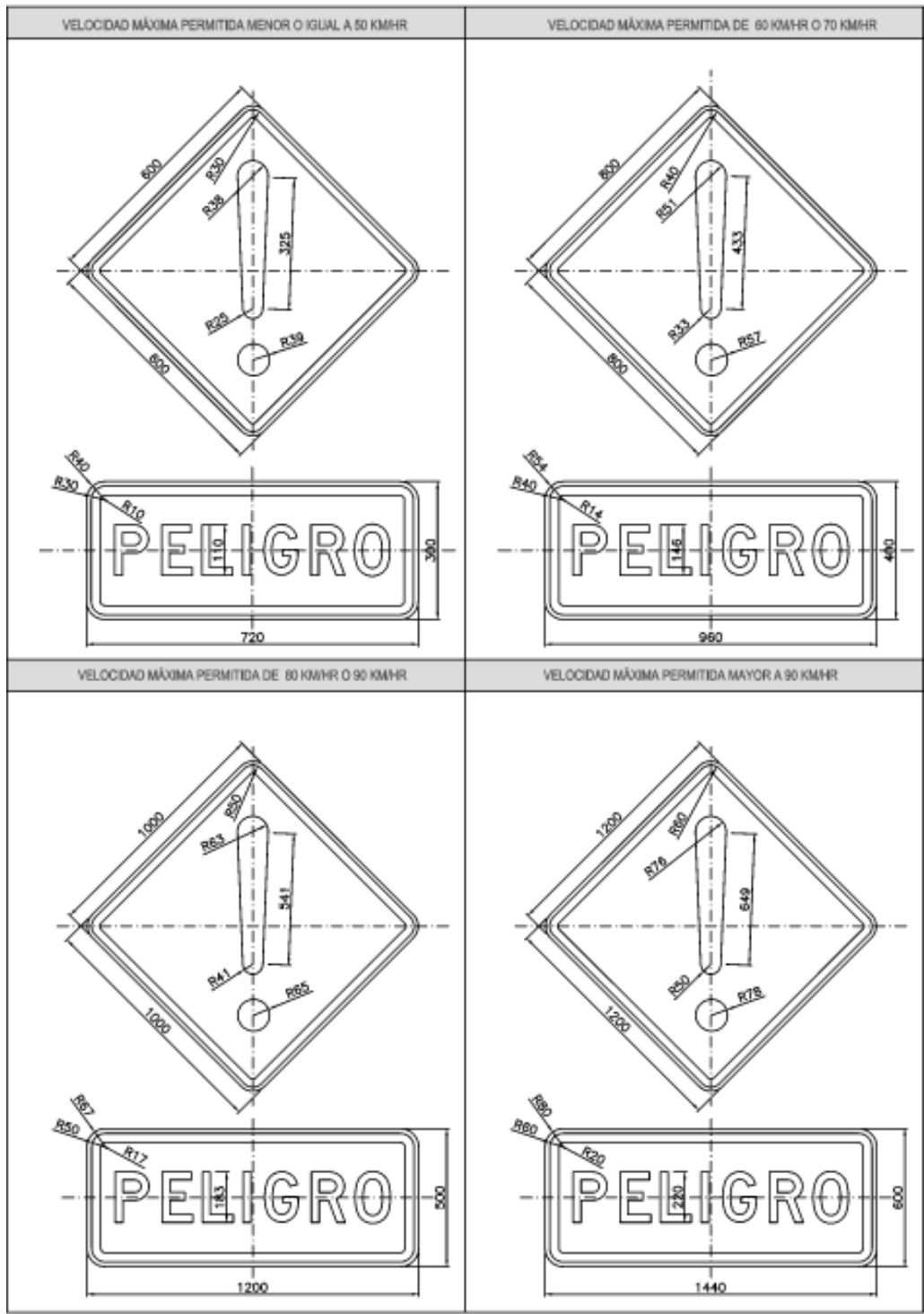
COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se empleará para advertir a los conductores la proximidad de un tramo de vía utilizado frecuentemente por ciclistas. También puede ser usada para advertir la proximidad del cruce de una ciclorruta, en cuyo caso puede ser complementada con una placa informativa adicional con la leyenda "CRUCE CICLORRUTA", ubicada inmediatamente debajo de la señal.

FIGURA 1.7-68 CICLOVÍA (SP-64)

RIESGO DE ACCIDENTE **SP-65**



COTAS EN MILIMETROS

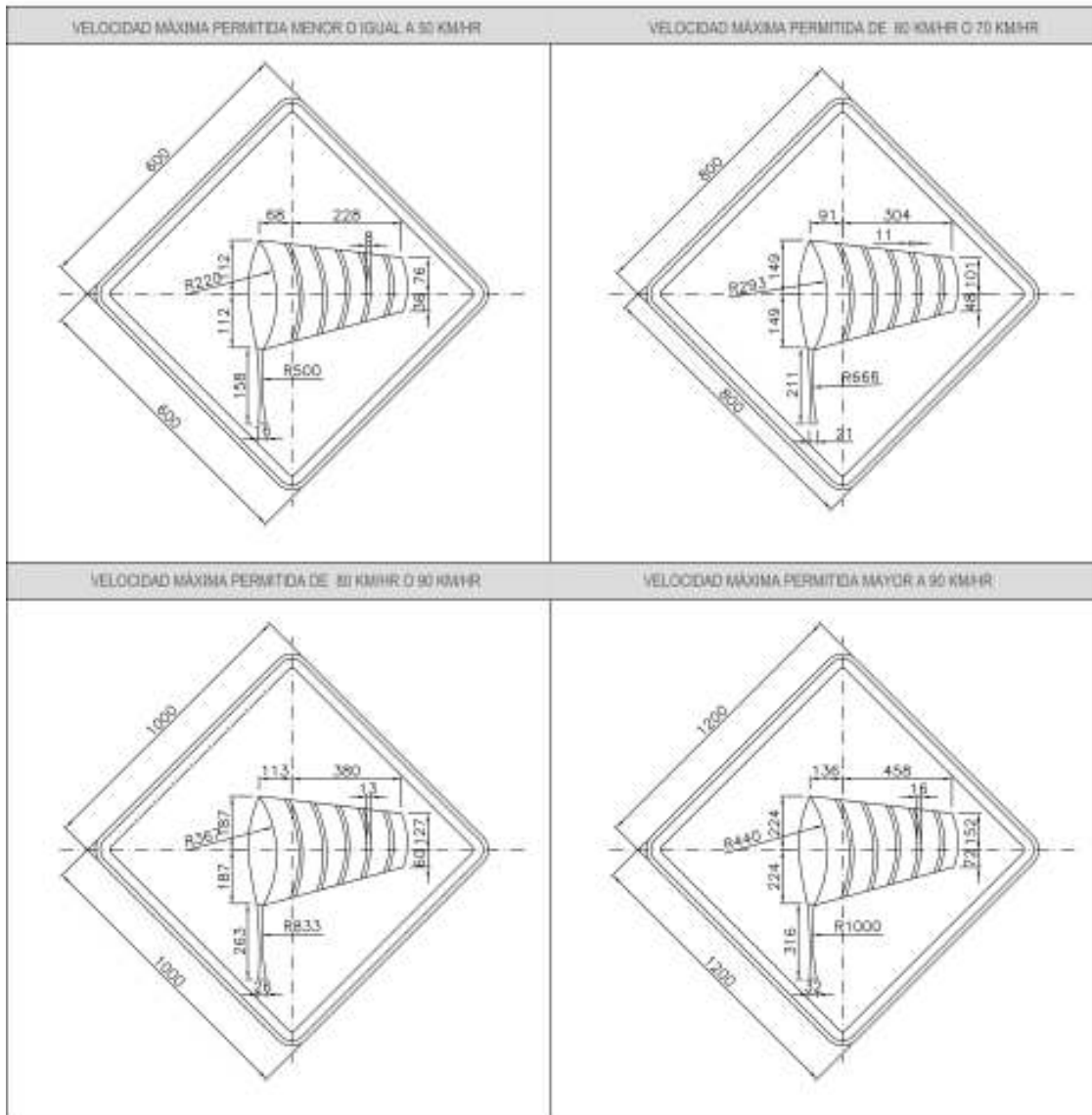


PELIGRO

Se empleará para advertir peligro de accidente en aquellos sectores con concentración de accidentes.

FIGURA 1.7-69 RIESGO DE ACCIDENTE (SP-65)

VIENTO LATERAL	SP-66
-----------------------	--------------



COTAS EN MILÍMETROS



Se utiliza para indicar la probable existencia de vientos laterales fuertes, que pueden afectar la estabilidad de los vehículos livianos.

FIGURA 1.7-70 VIENTO LATERAL (SP-66)

1.8	SEÑALES REGLAMENTARIAS	85
1.8.1	OBJETIVO	85
1.8.2	FORMA	85
1.8.3	COLOR	85
1.8.4	UBICACIÓN	86
1.8.5	CLASIFICACIÓN	86
1.8.6	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	89
1.8.6.1	Señales de prioridad	89
1.8.6.2	Otras señales	91

1.8 SEÑALES REGLAMENTARIAS

1.8.1 OBJETIVO

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 autorizaciones 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.

1.8.2 FORMA

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 orla será de color rojo, con excepción de la señal SR-37 FIN RESTRICCIÓN. Cuando las señales sean rectangulares, la orla exterior será de color negro. Finalmente, los símbolos y leyendas serán de color negro o blanco y ocasionalmente gris. Para todos estos colores, salvo el negro, se deberá cumplir con lo indicado en la Sección 1.5 del presente capítulo.

Su forma es circular, a excepción de las señales:

- SR-01: PARE
- SR-02: CEDA EL PASO
- SR-38 y SR-39: TRÁNSITO EN UN SENTIDO y TRÁNSITO EN AMBOS SENTIDOS, serán de forma rectangular.

En el caso en que se requieran adosar placas informativas, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal.

1.8.3 COLOR

Los colores utilizados en estas señales son los siguientes:

Fondo blanco; orlas y franjas diagonales de color rojo; símbolos, letras y números en negro.

Las excepciones a esta regla son:

- SR-01: PARE, cuyo fondo es rojo, orlas 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.

La prohibición se indicará con una diagonal que forme 45° con el diámetro horizontal y debe trazarse desde el cuadrante superior izquierdo del círculo hasta el cuadrante inferior derecho. La señal SR-28a PROHIBIDO ESTACIONARSE Y DETENERSE, llevará adicionalmente otra franja diagonal, desde el cuadrante superior derecho hasta el cuadrante inferior izquierdo.

En el caso en que se requieran adosar placas informativas, éstas serán de fondo blanco y orlas, textos, flechas y números de color negro.

Para el caso de señales reglamentarias, todos los elementos como fondo, caracteres, orlas, símbolos, leyendas, pictogramas de una señal vertical, excepto aquellos de color negro, deberán cumplir con el nivel de retrorreflexión indicado en la Sección 1.5 de este Capítulo.

1.8.4 UBICACIÓN

Las señales reglamentarias deberán instalarse al lado derecho de la vía, en el lugar preciso donde se requiera establecer la regulación. Por otro lado, se deberá ubicar una señal adicional al lado izquierdo de la vía, en toda condición cuando se trate de señales del tipo NO ADELANTAR (SR-26), y en el caso de VELOCIDAD MAXIMA (SR-30), donde la presencia de camiones y buses cuenten con un Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) mayor o igual al 20% del total.

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.

1.8.5 CLASIFICACIÓN

A continuación se representa un resumen con todas las señales para luego describir para cada una su diagramación y los criterios para su utilización:



FIGURA 1.8-1 SEÑALES REGLAMENTARIAS 1 - 25



FIGURA 1.8-2 SEÑALES REGLAMENTARIAS 26 - 43

1.8.6 DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO

1.8.6.1 Señales de prioridad

Las señales reglamentarias de prioridad, son aquéllas que regulan el derecho preferente de paso y corresponden a: PARE (SR-01) y CEDA EL PASO (SR-02).

El semáforo es otra señal reglamentaria de prioridad, pero se tratará con detalle en el capítulo 3 de este Volumen.

En toda intersección que no cuente con semáforos, no importando el flujo vehicular, se deberá regular la circulación vehicular mediante la colocación de al menos una señal de prioridad CEDA EL PASO (SR-02) o PARE (SR-01), emplazada de acuerdo a las condiciones de visibilidad en el cruce o empalme.

Se utilizará una señal CEDA EL PASO (SR-02), cuando la visibilidad en el cruce o empalme, permita al conductor del vehículo, que transita por la calle de menor prioridad, distinguir fácilmente cualquier vehículo que circule por la vía principal, disponiendo del tiempo y la distancia necesaria para ceder el paso antes de entrar al cruce o empalme. En caso contrario, se debe emplear la señal PARE (SR-01).

El procedimiento para determinar el tipo de control en una intersección regulada por señal de prioridad, se describe a continuación y se explica de manera gráfica en la Figura 1.8-3.

- Se traza una línea imaginaria "a" de 3,0 m de largo, localizada a lo largo de la línea central de la vía no prioritaria y que se desarrolla a partir de la continuación del borde de calzada de la vía principal.
- Se traza una línea "y", cuya longitud está dada por la Tabla 1.8-1, sobre el borde de la calzada de la vía principal, a partir del eje central de la vía no prioritaria y desarrollada en la dirección contraria al tránsito.
- Se ubicará la señal CEDA EL PASO (SR-02) cuando desde cualquier punto de la línea "a" se tiene visibilidad no interrumpida sobre la línea "y" en toda su longitud. De lo contrario, se instalará la señal PARE (SR-01).
- Si la vía principal es bidireccional con una pista por sentido, el procedimiento indicado debe realizarse separadamente para ambos sentidos, correspondiendo instalar la señal PARE (SR-01) si, a lo menos en un sentido, no se cumple con la visibilidad.

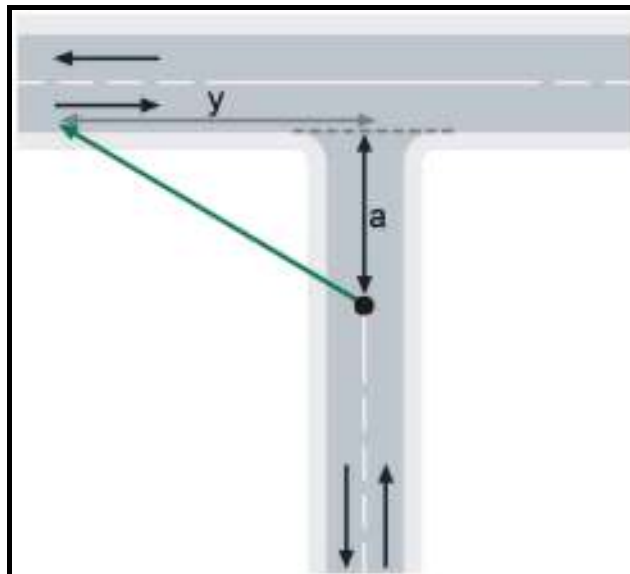
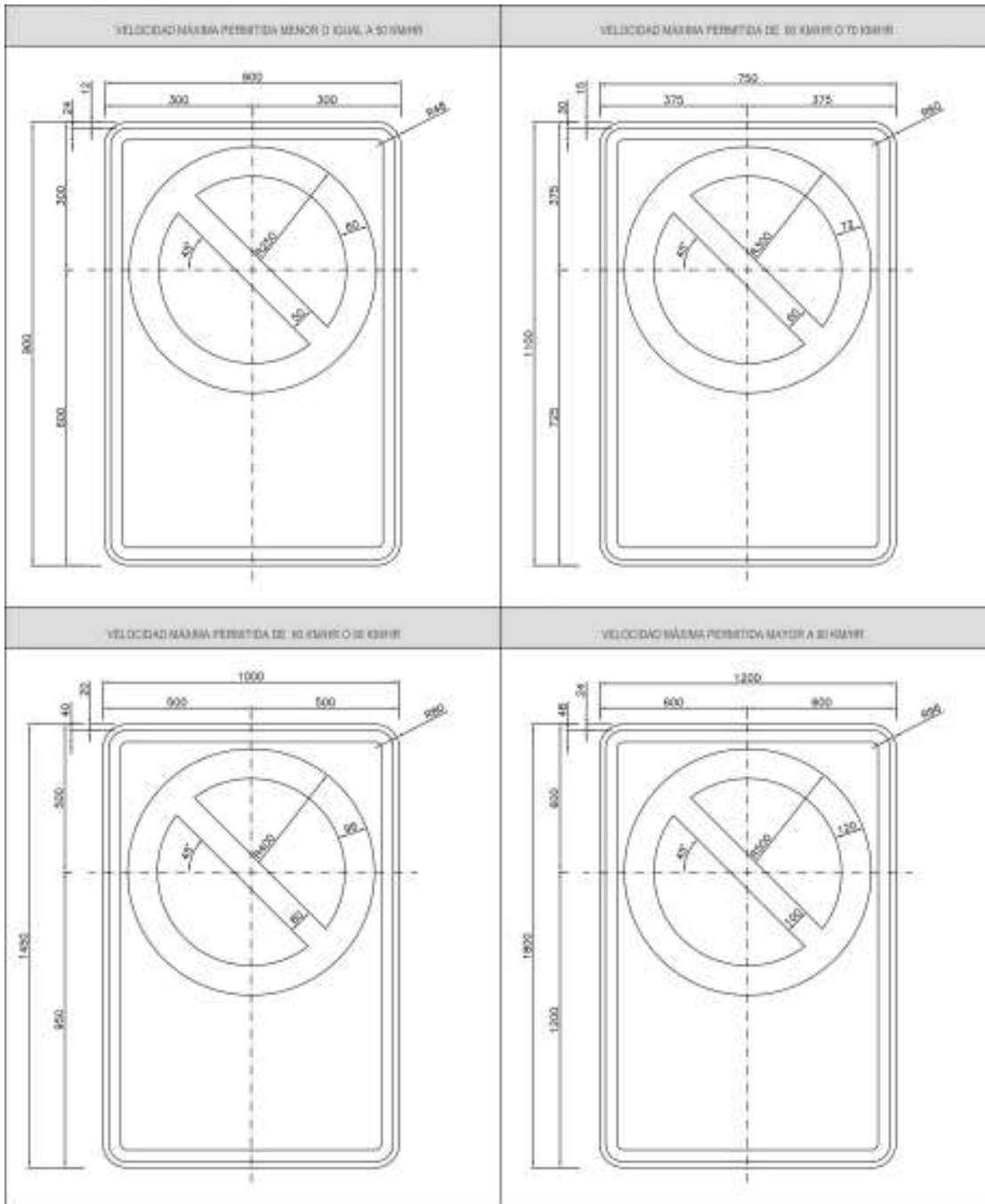


FIGURA 1.8-3 ESQUEMA PARA INSTALACION DE SEÑAL DE PRIORIDAD

Para los casos en que la vía principal sea bidireccional de dos o más pistas, se instalará una señal PARE (SR-01) en la o las vías no prioritarias. La instalación de una señal CEDA EL PASO (SR-02) o PARE (SR-01) deberá complementarse siempre con la respectiva demarcación descrita en el Capítulo 2.

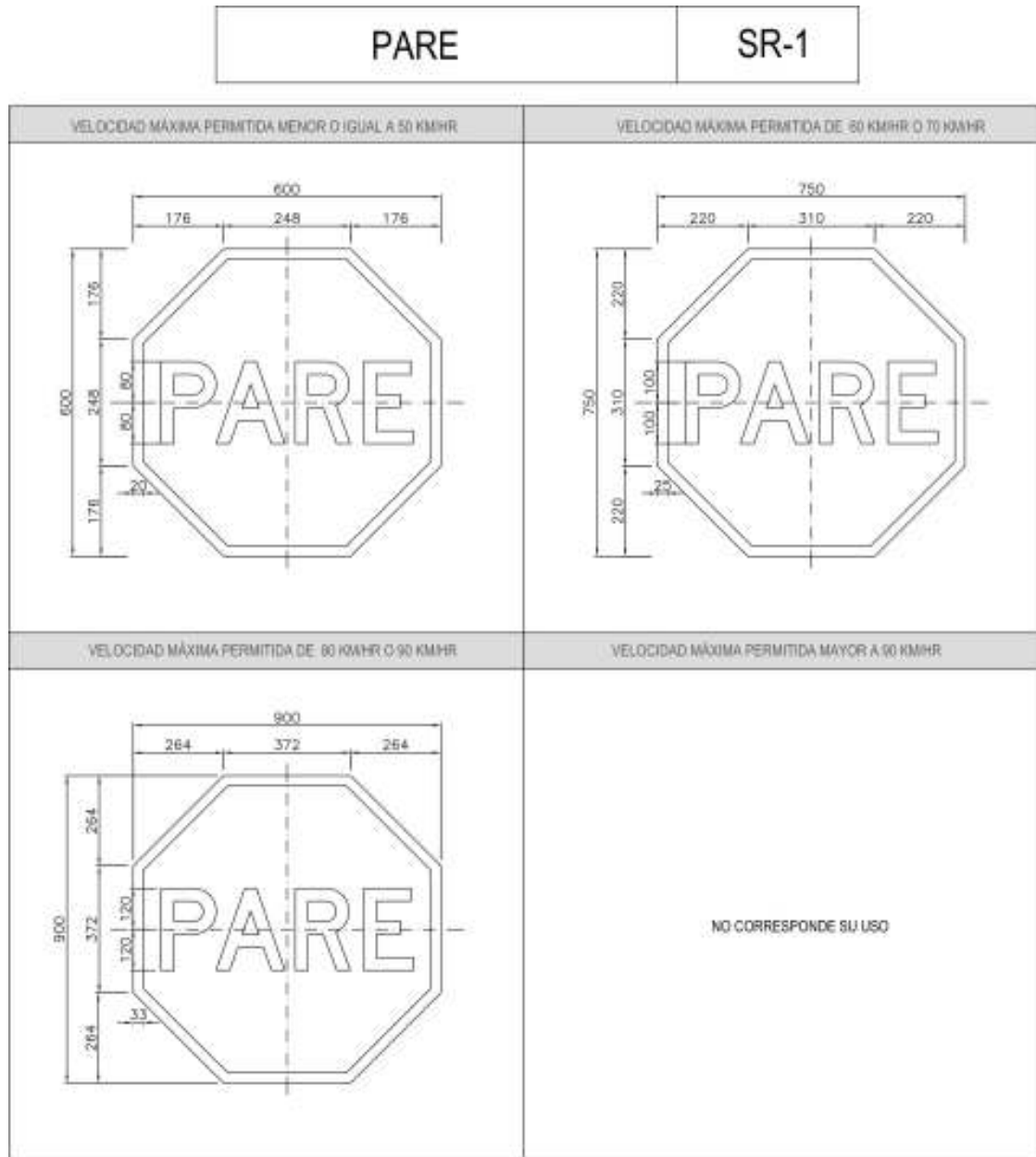
TABLA 1.8-1 DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN INTERSECCIÓN REGULADA POR SEÑAL DE PRIORIDAD

Velocidad máxima vía principal (km/h)	Distancia mínima de visibilidad "y" (m)
>90	Usar señal PARE (SR-1)
90	180
80	140
70	120
60	90
50	70



TAMAÑO SEÑALES REGLAMENTARIAS

1.8.6.2 Otras señales



COTAS EN MILÍMETROS



Su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha sólo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente. Debe ser colocada inmediatamente próxima a la prolongación imaginaria (sobre la acera o más allá de la berma, según sea el caso) de la línea demarcada, antes de la cual los vehículos deben detenerse. Este sitio de detención debe permitir al conductor buena visibilidad sobre la vía prioritaria para poder reanudar la marcha con seguridad.

Cuando se trate de una vía unidireccional no prioritaria, de dos o más pistas o cuando la visibilidad de la señal pueda verse obstaculizada, ésta debe ser reforzada, instalándola también al costado izquierdo. Esta señal, además, se instalará en todos los cruces ferroviarios a nivel. En estos casos se ubicarán inmediatamente antes de la primera vía, a una distancia no menor a 4 metros, ni mayor a 10 metros de ella. Siempre debe ser reforzada y complementada con la demarcación respectiva (ver figura 2.7-3).

FIGURA 1.8-4 PARE (SR-1)

CEDA EL PASO	SR-2
---------------------	-------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

COTAS EN MILÍMETROS

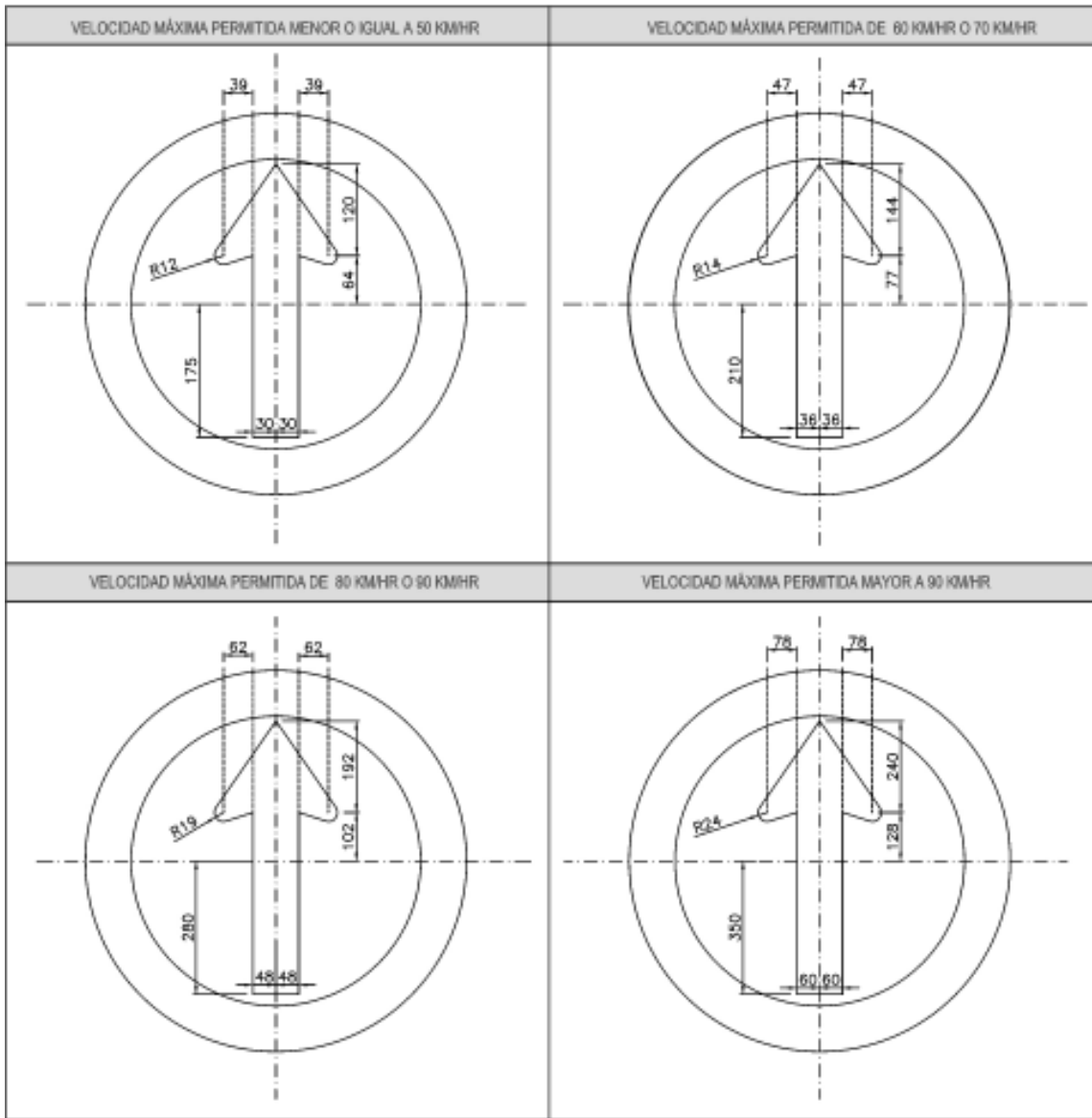


indica a los conductores que la enfrenten que deben "ceder el paso" a los vehículos que circulan por la vía a la cual se aproximan, no teniendo necesidad de detenerse si en el flujo vehicular por dicha vía existe un espacio suficiente para cruzarla o para incorporarse a éste con seguridad. Esta señal debe ser instalada en todos los casos en que la visibilidad no esté restringida, según el criterio descrito en párrafo 1.8.6.1.

Cuando se trate de una vía unidireccional no prioritaria, de dos o más pistas o cuando la visibilidad de la señal pueda verse obstaculizada, ésta debe ser reforzada, instalándola también al costado izquierdo. Siempre debe ser reforzada y complementada con la demarcación respectiva (ver figura 2.7-2).

FIGURA 1.8-5 CEDA EL PASO (SR-2)

DIRECCIÓN OBLIGADA	SR-3a
---------------------------	--------------



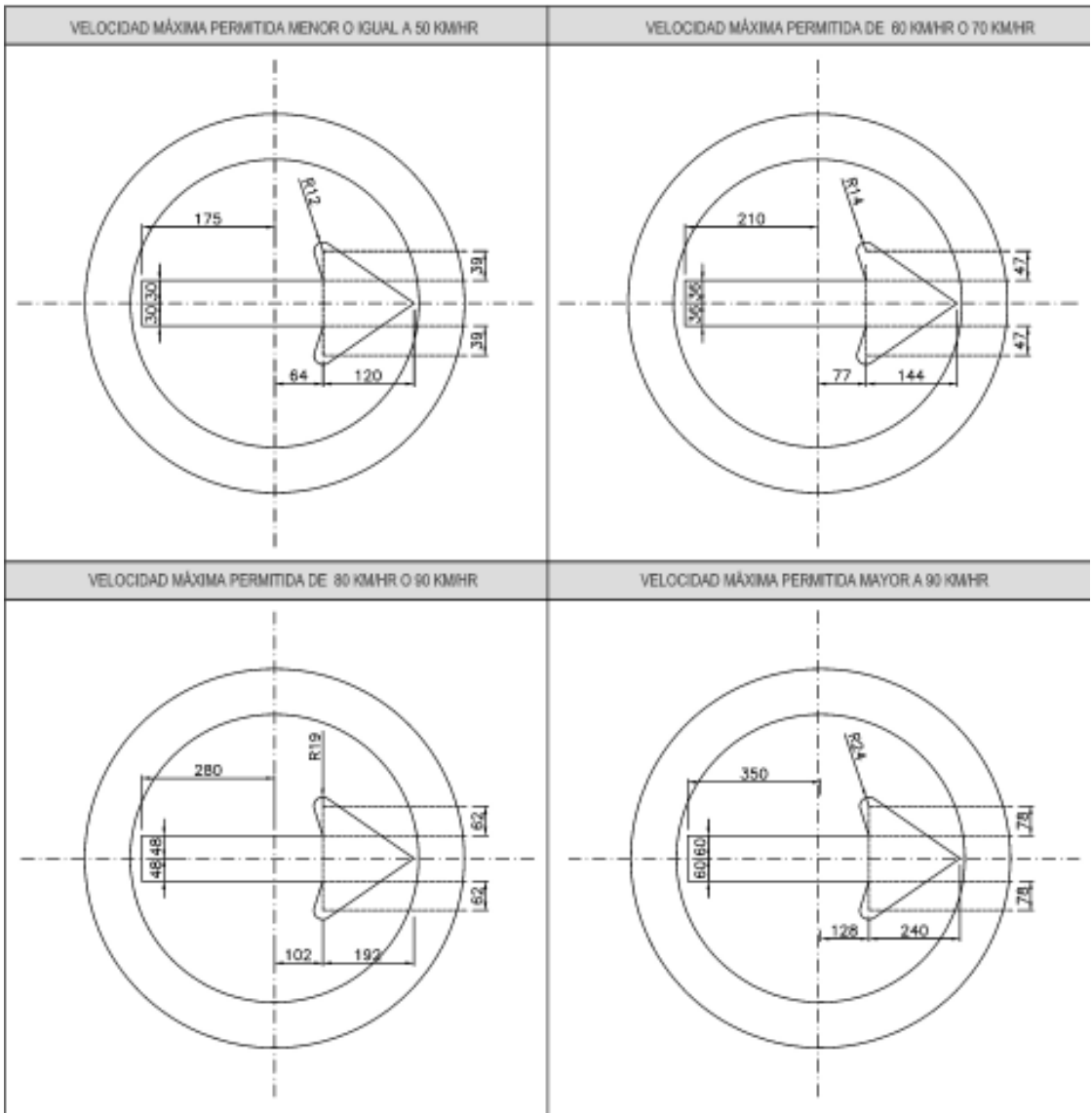
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se utiliza para reglamentar la obligación de circular sólo en la dirección y sentido indicado por la flecha.
 Se puede usar con su flecha apuntando hacia la derecha para indicar ese sentido de dirección obligada, con la flecha apuntando a la izquierda para seguir en esa dirección obligada y con la flecha apuntando arriba para indicar la obligación de continuar de frente.

FIGURA 1.8-6 DIRECCIÓN OBLIGADA (SR-3A)

DIRECCIÓN OBLIGADA	SR-3b
---------------------------	--------------



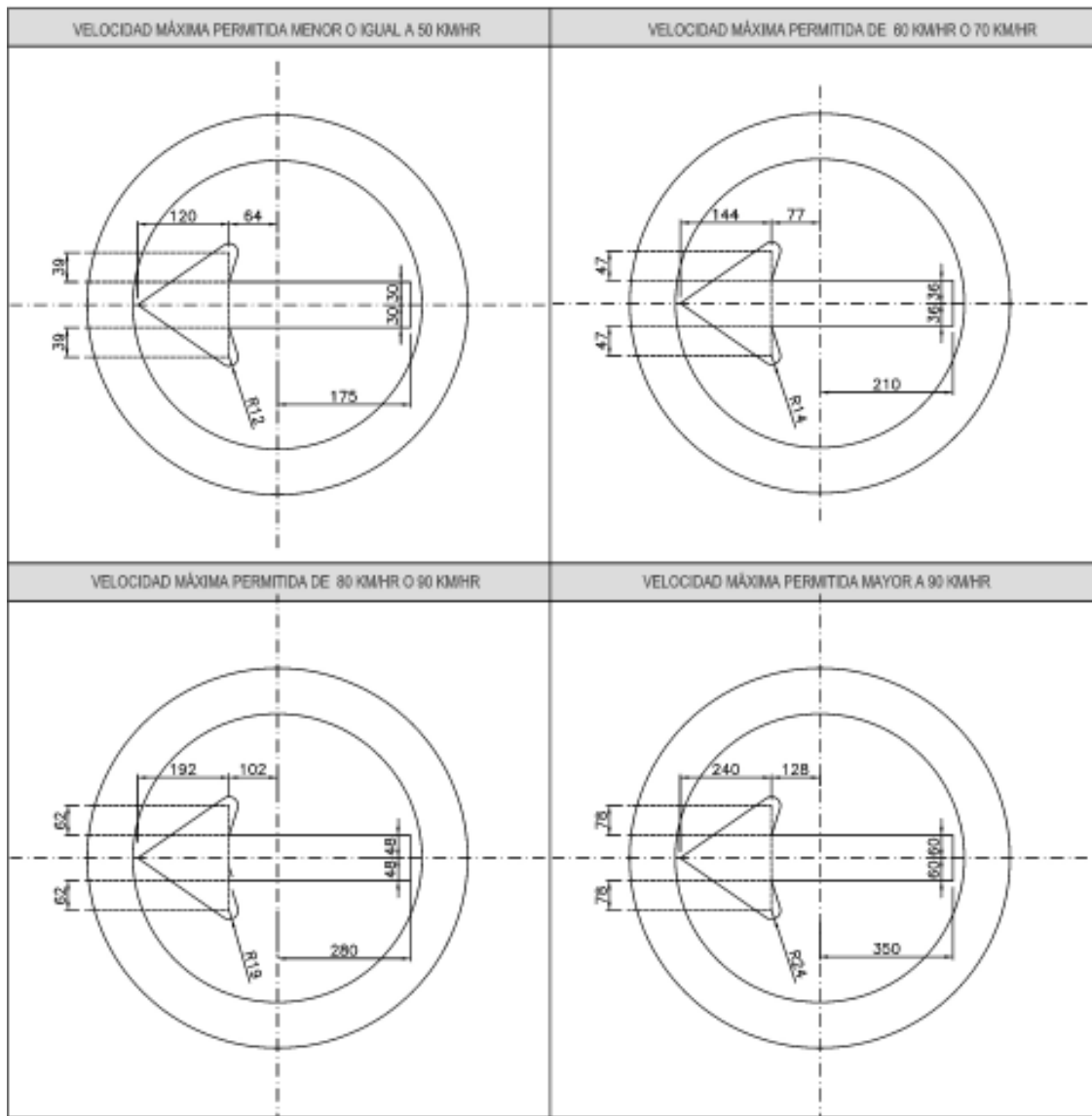
COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se utiliza para reglamentar la obligación de circular sólo en la dirección y sentido indicado por la flecha.
 Se puede usar con su flecha apuntando hacia la derecha para indicar ese sentido de dirección obligada, con la flecha apuntando a la izquierda para seguir en esa dirección obligada y con la flecha apuntando arriba para indicar la obligación de continuar de frente.

FIGURA 1.8-7 DIRECCIÓN OBLIGADA (SR-3B)

DIRECCIÓN OBLIGADA	SR-3c
---------------------------	--------------



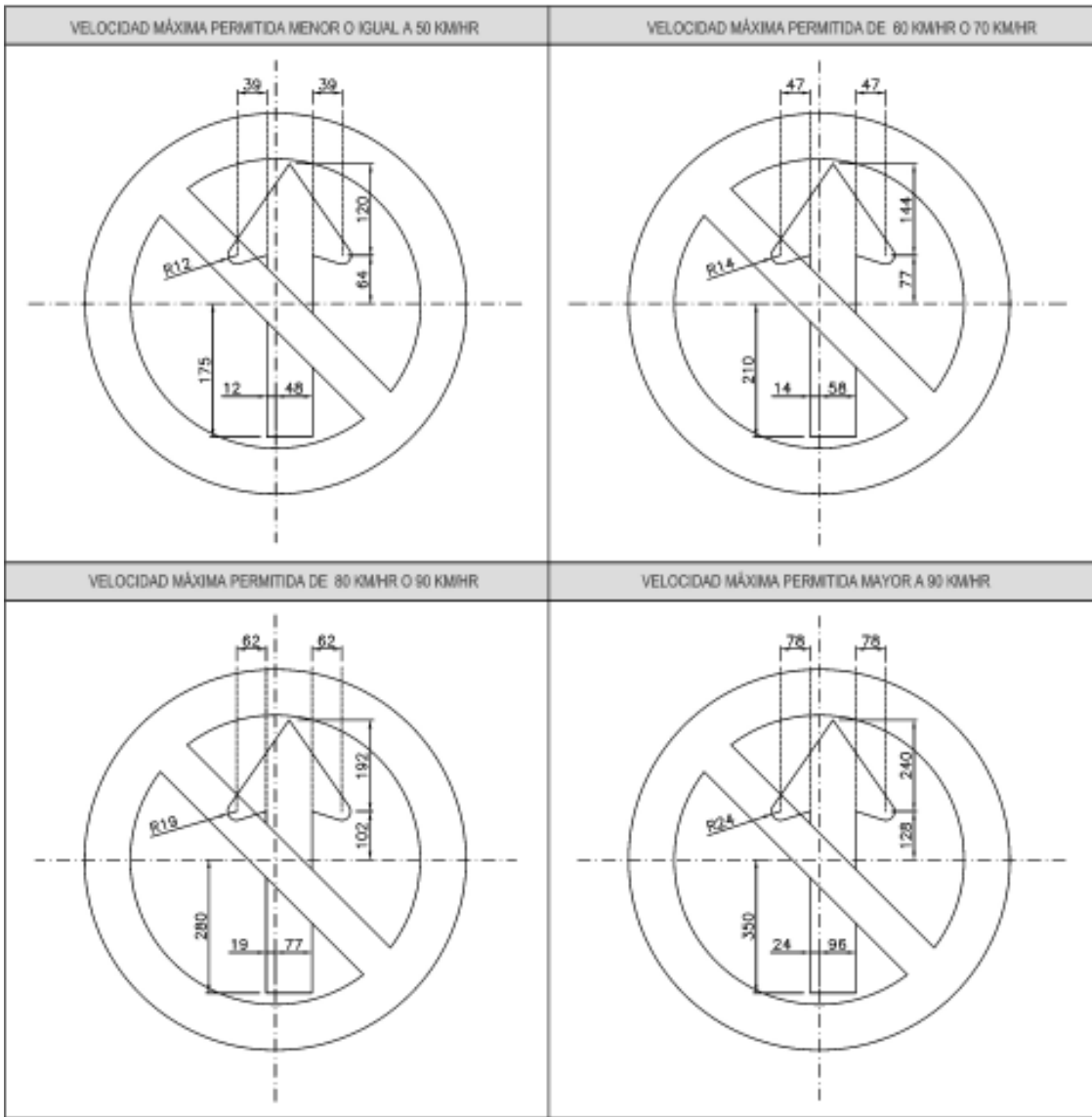
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se utiliza para reglamentar la obligación de circular sólo en la dirección y sentido indicado por la flecha.
 Se puede usar con su flecha apuntando hacia la derecha para indicar ese sentido de dirección obligada, con la flecha apuntando a la izquierda para seguir en esa dirección obligada y con la flecha apuntando arriba para indicar la obligación de continuar de frente.

FIGURA 1.8-8 DIRECCIÓN OBLIGADA (SR-3C)

DIRECCIÓN PROHIBIDA **SR-4**



COTAS EN MILÍMETROS

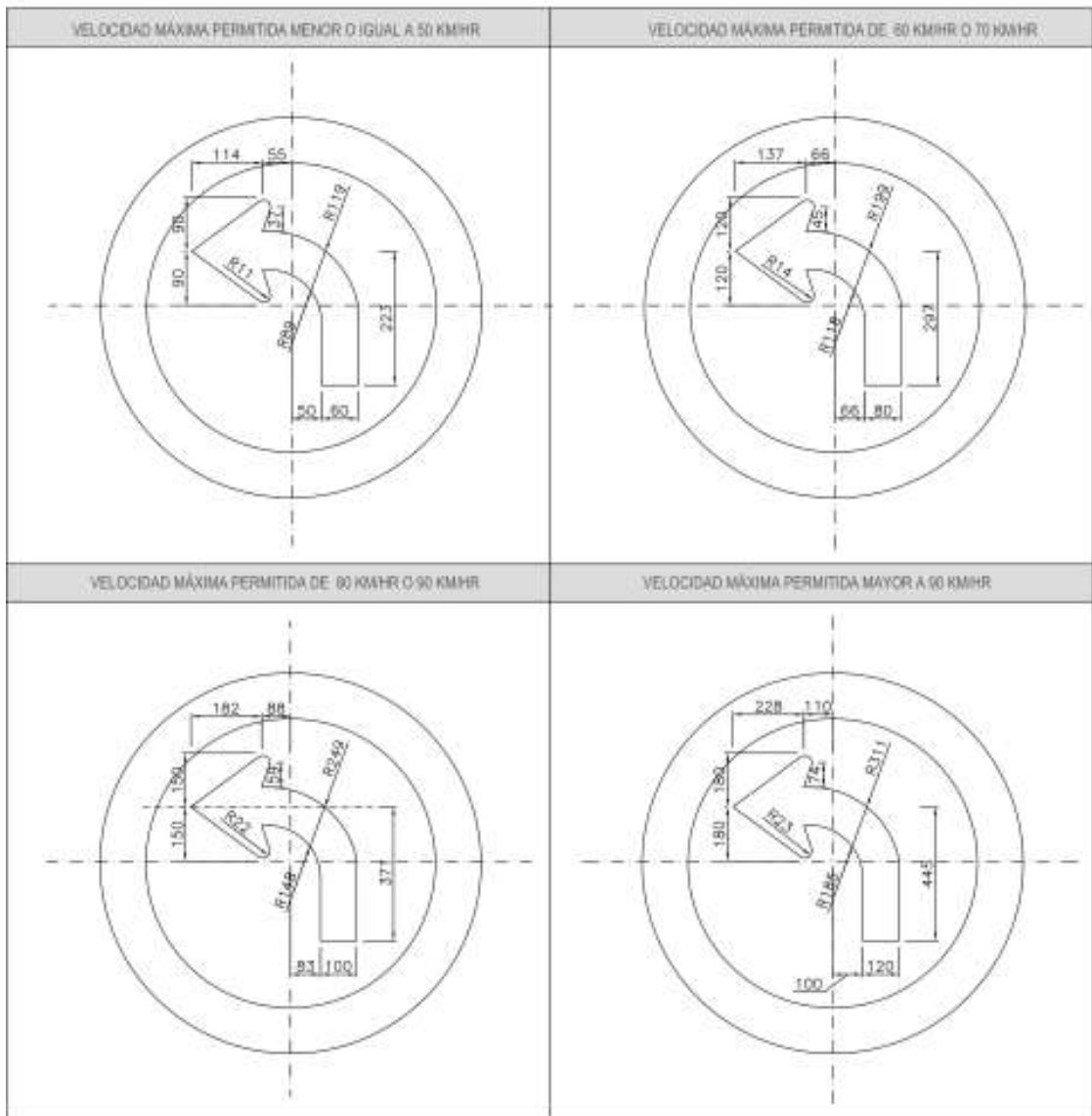


Esta señal prohíbe la continuación del movimiento directo del flujo vehicular que la enfrenta, más allá del lugar en que ella se encuentra instalada. Se debe ubicar donde el conductor pueda comprender fácilmente cuál es la vía con prohibición de entrar.
 Se debe usar en rampas de salida de autopistas y de autovías, al llegar a la conexión con vías convencionales, para evitar la entrada en contra del sentido de tránsito, y en intersecciones en "Y" de ramas con sentidos únicos.
 Debe ser complementada con la demarcación de una flecha que indique la correcta dirección del movimiento vehicular.

FIGURA 1.8-9 DIRECCIÓN PROHIBIDA (SR-4)

SOLO GIRO A LA IZQUIERDA

SR-5



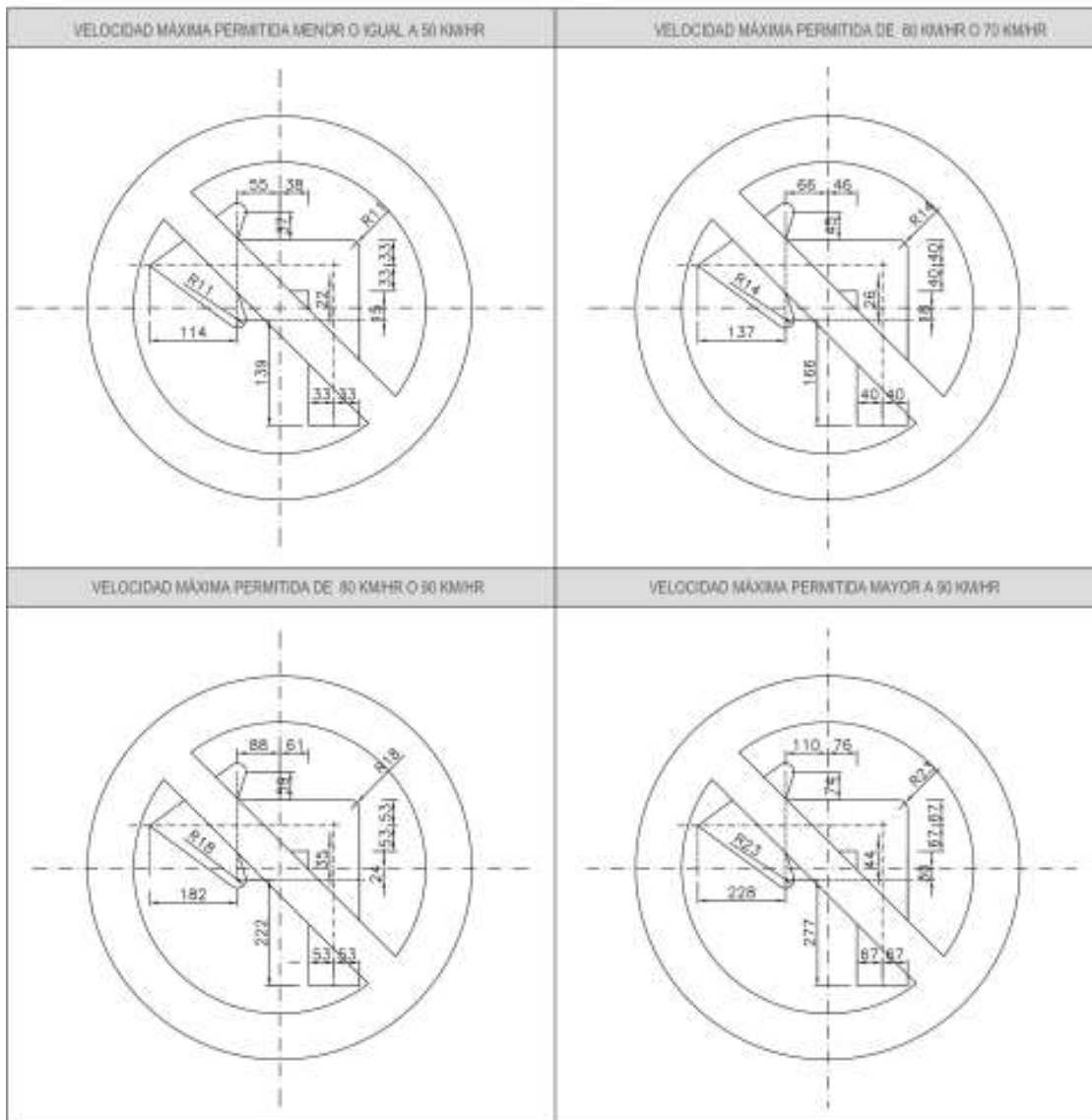
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para indicar que el único sentido de circulación permitido es el giro a la izquierda

FIGURA 1.8-10 SOLO GIRO A LA IZQUIERDA (SR-5)

PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA	SR-6
---------------------------------------	-------------



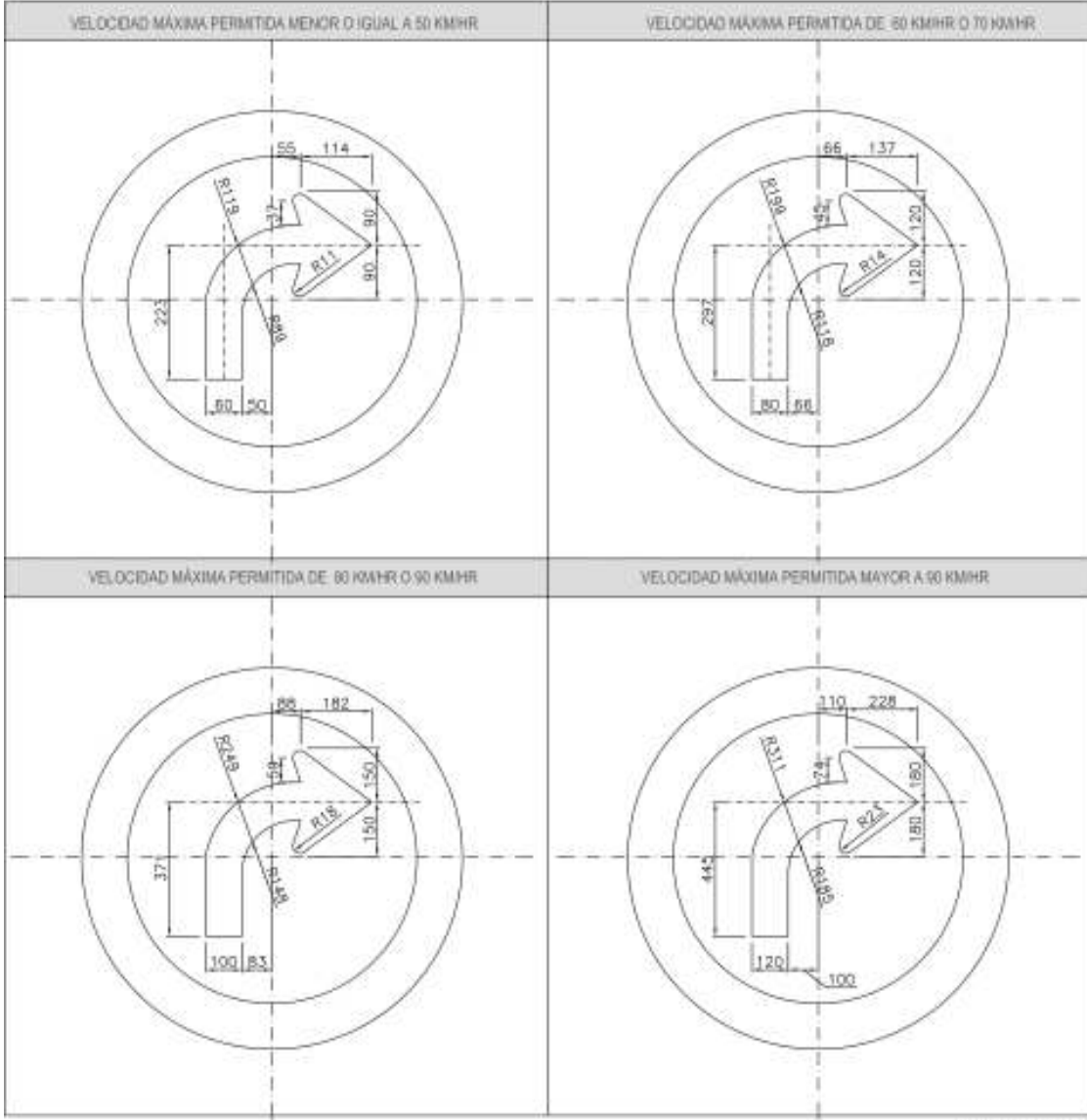
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se emplea para indicar al conductor que no puede virar a la izquierda en el sitio donde ella se encuentra.
 No se debe emplear sin antes tomar las medidas del caso para permitir a los conductores realizar el giro a través de otro recorrido, el que puede indicarse utilizando la señal de RUTA ALTERNATIVA (IP-1).
 Excepcionalmente, cuando se registren cambios de sentido tránsito, puede ser usada temporalmente como complemento de la señal TRANSITO EN UN SENTIDO (SR-38).

FIGURA 1.8-11 PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA (SR-6)

GIRO A LA DERECHA SOLAMENTE SR-7



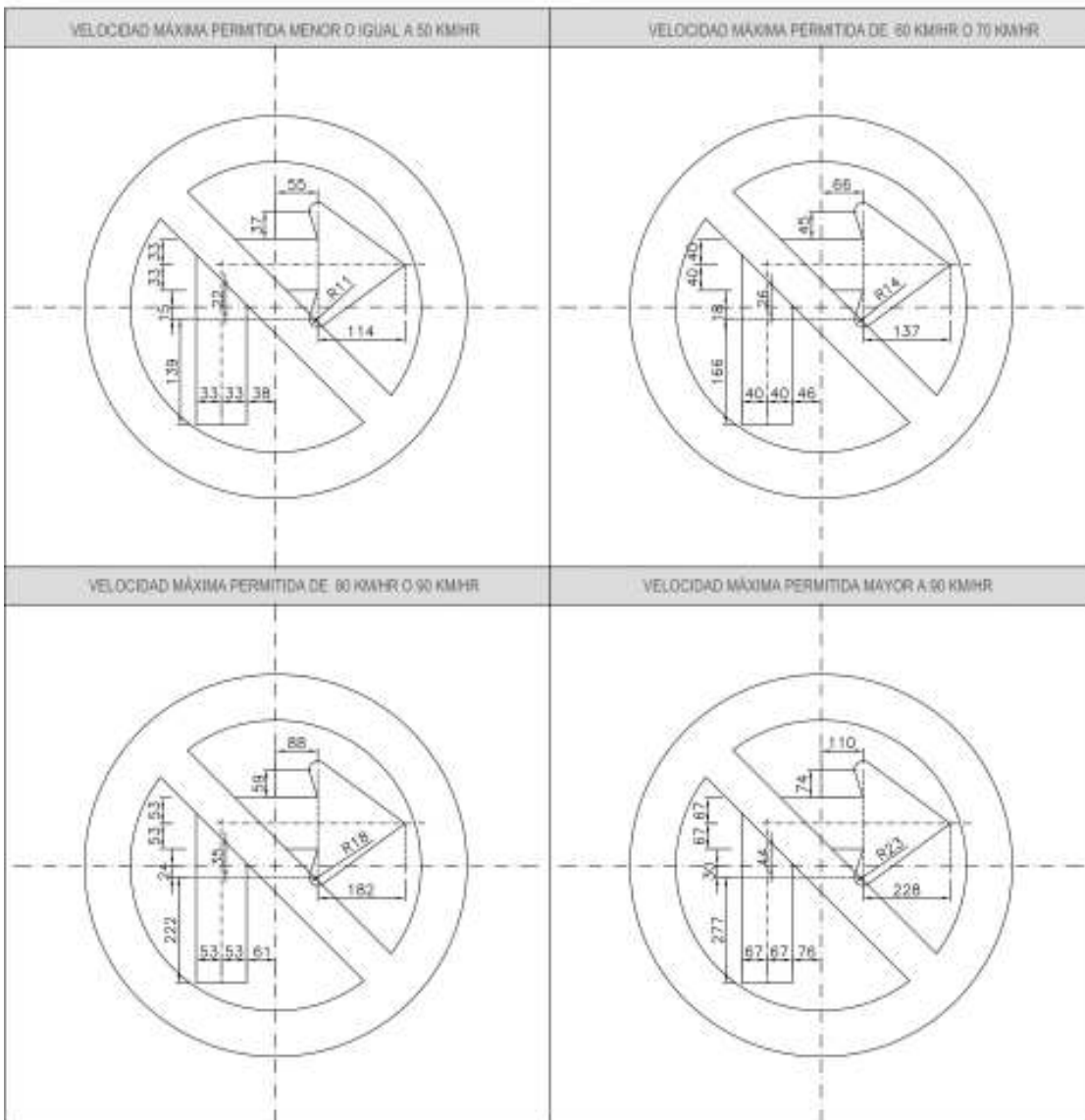
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para indicar que el único sentido de circulación permitido es el giro a la derecha.

FIGURA 1.8-12 GIRO A LA DERECHA SOLAMENTE (SR-7)

PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA	SR-8
-------------------------------------	-------------



COTAS EN MILÍMETROS

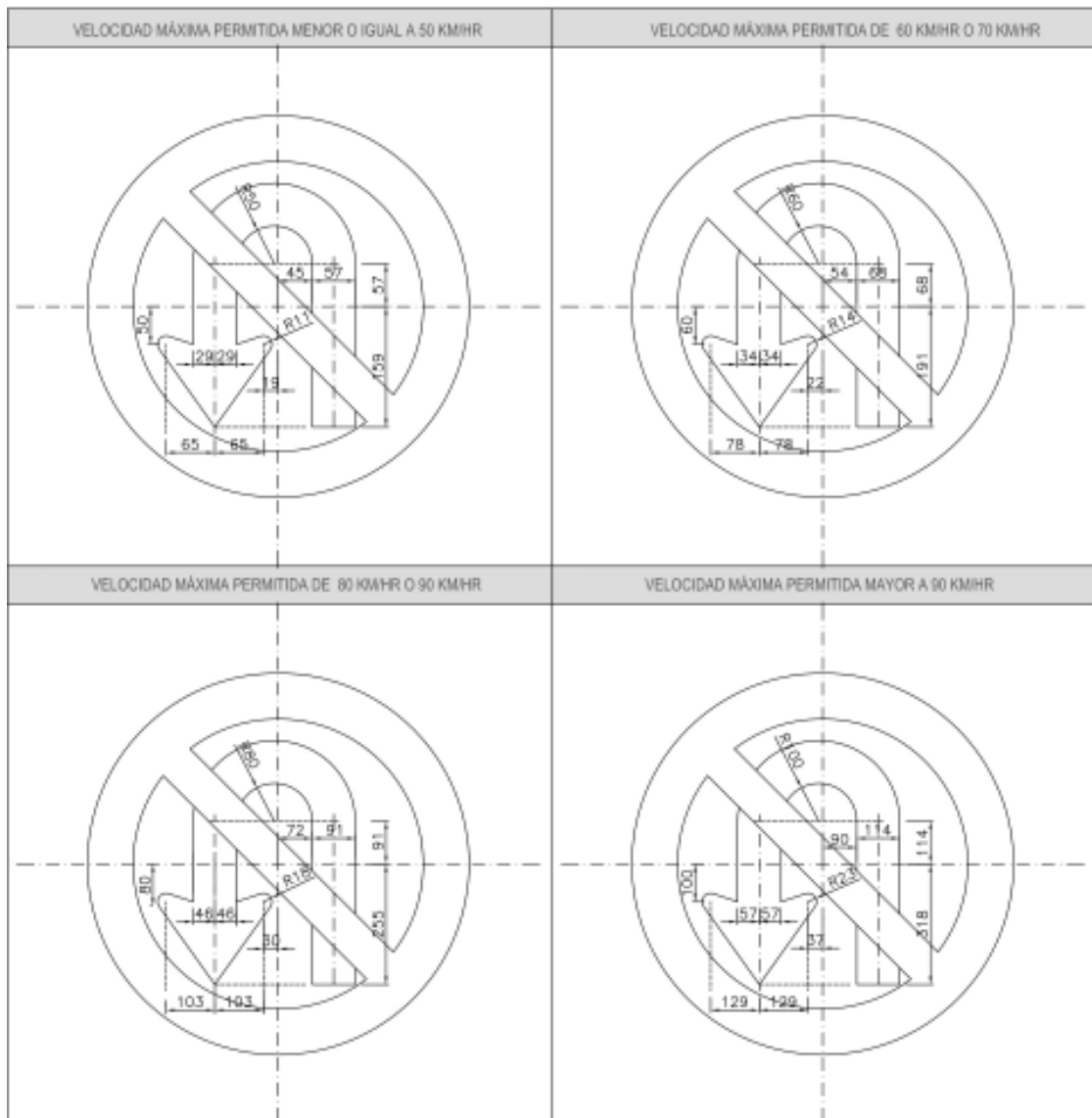


Esta señal se emplea para indicar al conductor que no puede virar a la derecha en el sitio donde ella se encuentra.
 Dado que normalmente los giros a la derecha no representan problemas, su uso debe ser sumamente restringido, colocándose solamente donde existan problemas para el cruce de los peatones, en zonas donde no se desee incrementar los flujos de la calle hacia la cual se vira o para reforzar el mensaje a conductores habituales en vías que han cambiado de sentido de tránsito.
 Excepcionalmente, cuando se registren cambios de sentido de tránsito, puede ser usada temporalmente como complemento de la señal TRANSITO EN UN SENTIDO (SR-38).

FIGURA 1.8-13 PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA (SR-8)

PROHIBIDO GIRAR EN "U"

SR-9



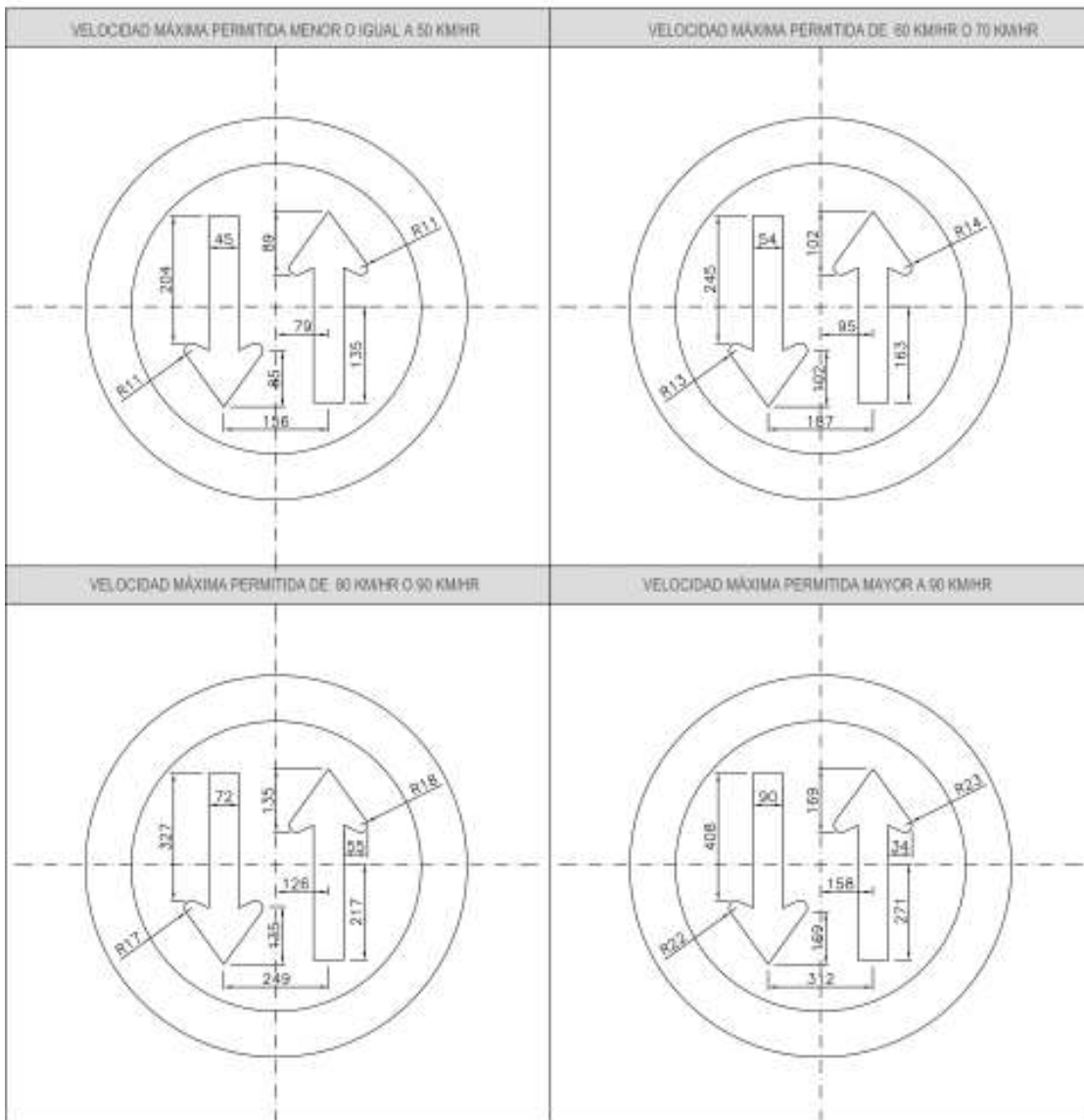
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal indica al conductor que no puede virar en un radio de aproximadamente 180°. Se emplea cuando el viraje en "U" puede ocasionar entorpecimiento a los flujos de tránsito, el radio de giro sea pequeño o la maniobra constituya un factor de riesgo. Se podrá indicar que esta restricción está específicamente dirigida a usuarios especiales, como por ejemplo buses y camiones, en cuyo caso la señal tendrá forma rectangular.

FIGURA 1.8-14 PROHIBIDO GIRAR EN "U" (SR-9)

DOBLE VÍA	SR-10
------------------	--------------



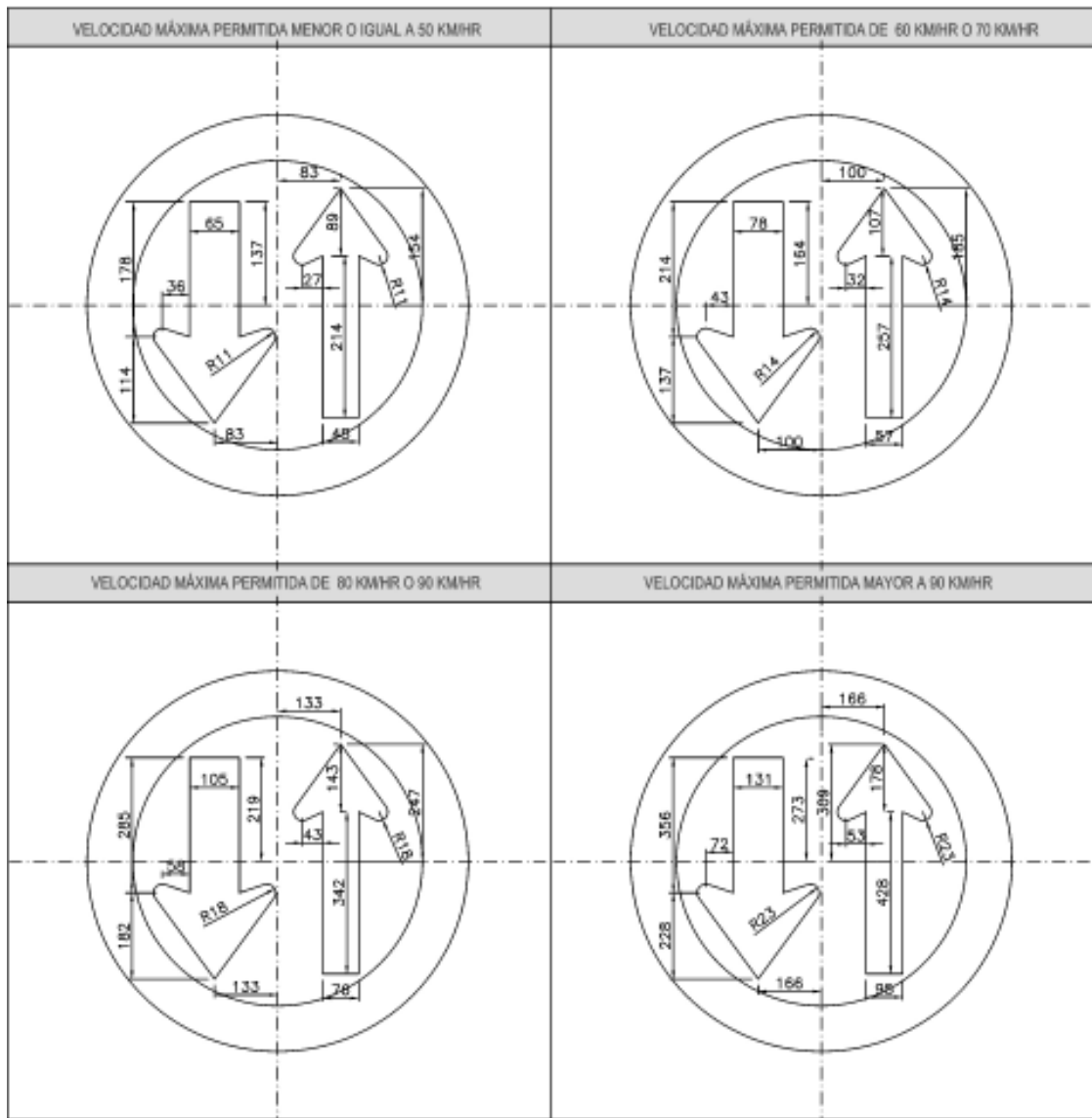
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para indicar a los conductores que circulan por una vía de un sentido de tránsito que a partir de ella se transformará en una arteria de dos sentidos.

FIGURA 1.8-15 DOBLE VÍA (SR-10)

**PREFERENCIA
AL SENTIDO CONTRARIO** **SR-11**



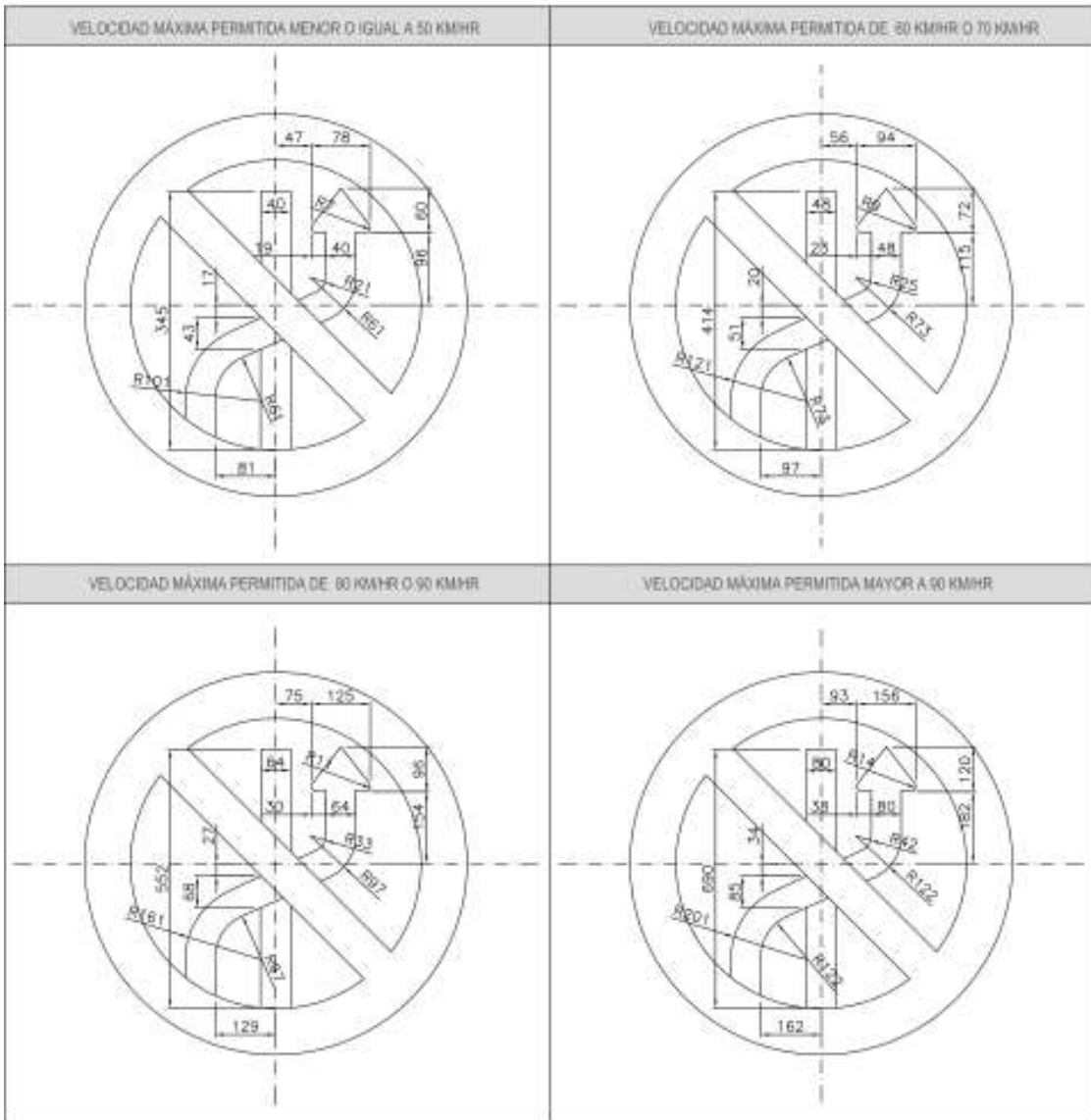
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se utiliza para indicar a los conductores que los vehículos que circulan en sentido opuesto tienen prioridad.
 Se instala en puentes estrechos, angostamientos de calzada, entre otros lugares.
 En general se usa con la leyenda "PREFERENCIA AL SENTIDO CONTRARIO".
 En caminos de montaña con calzadas angostas se puede usar con la leyenda "PREFERENCIA AL TRÁNSITO QUE SUBE", para asignar el derecho preferente de vía a los vehículos que suben.

FIGURA 1.8-16 PREFERENCIA AL SENTIDO CONTRARIO (SR-11)

PROHIBIDO EL CAMBIO DE CARRIL	SR-12
--------------------------------------	--------------



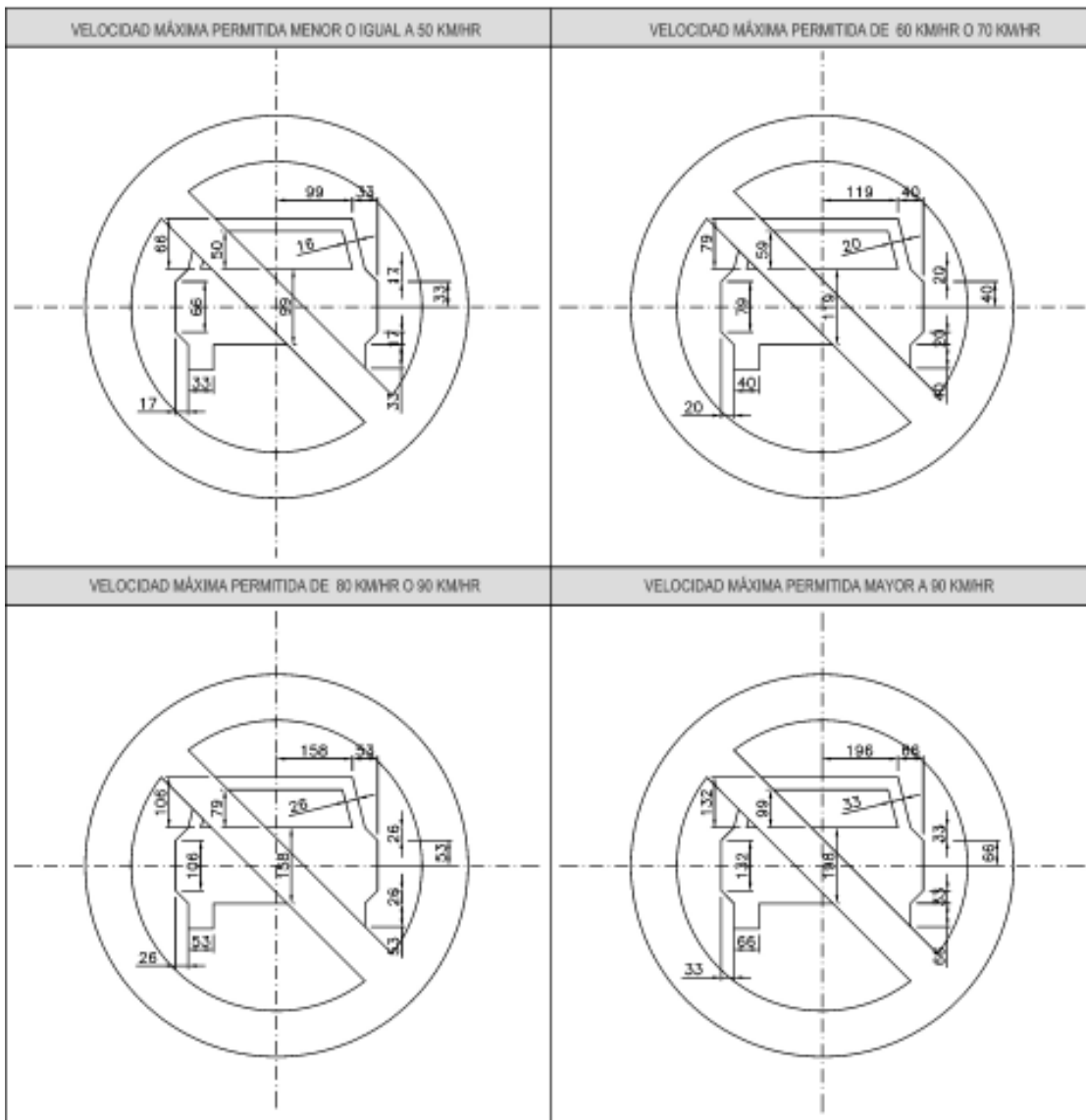
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal indica a los conductores que no pueden cambiarse de la pista por la cual circulan, se debe usar ocasionalmente y sólo cuando existan razones justificadas. En vías pavimentadas, se complementa con línea continua en la calzada, según se especifica en el capítulo 2 del presente manual.

FIGURA 1.8-17 PROHIBIDO EL CAMBIO DE CARRIL (SR-12)

**CIRCULACIÓN PROHIBIDA
(VEHÍCULOS AUTOMOTORES)** **SR-14**



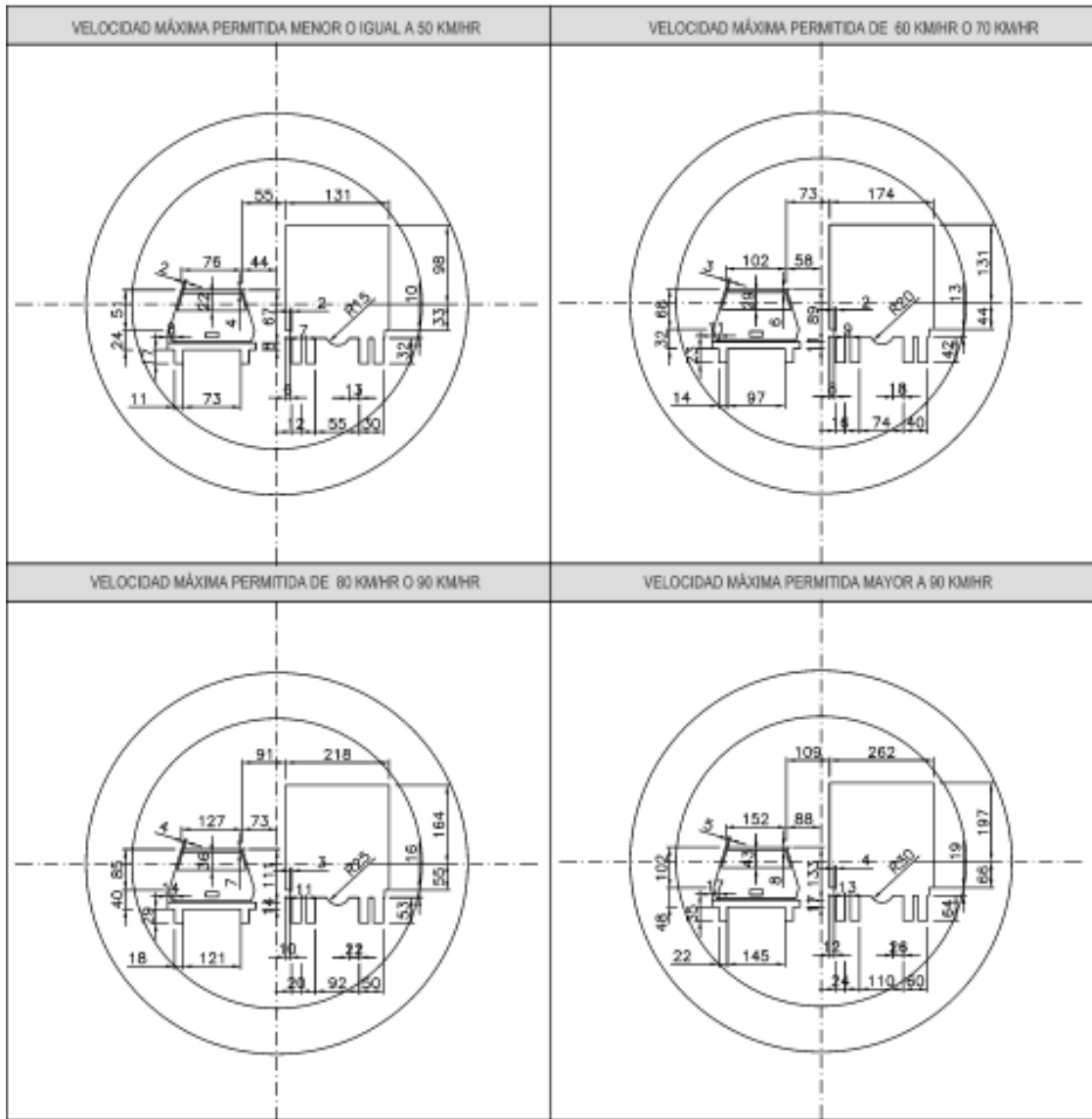
COTAS EN MILÍMETROS



Su uso obviamente se restringe a áreas peatonales y a vías para vehículos de tracción animal y/o bicicletas. Debe ser usada con la leyenda "NO VEHÍCULOS MOTOR". Si la situación así lo requiere, podrá complementarse esta señal con una placa adicional indicando el horario y/o días en que la prohibición rige, aprovechando así de mejor forma el uso de la vía. Otra alternativa es reemplazar la leyenda indicada en la placa principal para orientar la señal a un uso específico, como por ejemplo "NO TRANSITAR BERMA".

FIGURA 1.8-19 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (VEHÍCULOS AUTOMOTORES) (SR-14)

TRÁNSITO PESADO A LA DERECHA **SR-15**



COTAS EN MILÍMETROS

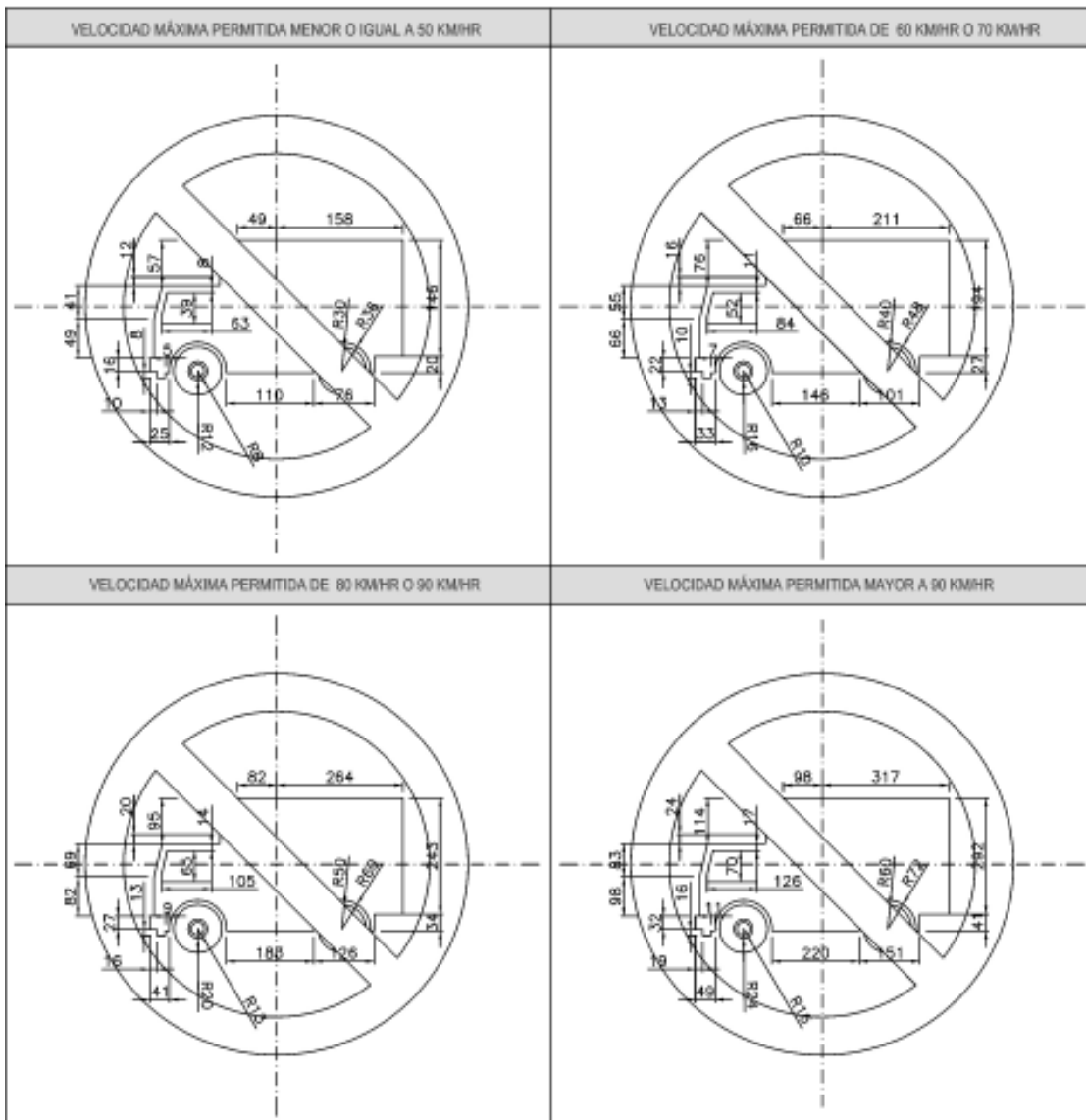


Esta señal se empleará para indicar a los conductores de vehículos pesados, camiones y buses, que deben circular por la derecha, a fin de dejar libre la o las pistas de la izquierda para facilitar los adelantamientos o sobrepasos.

FIGURA 1.8-20 TRÁNSITO PESADO A LA DERECHA (SR-15)

**CIRCULACIÓN PROHIBIDA
(VEHÍCULOS DE CARGA)**

SR-16



OTRAS EN MILÍMETROS

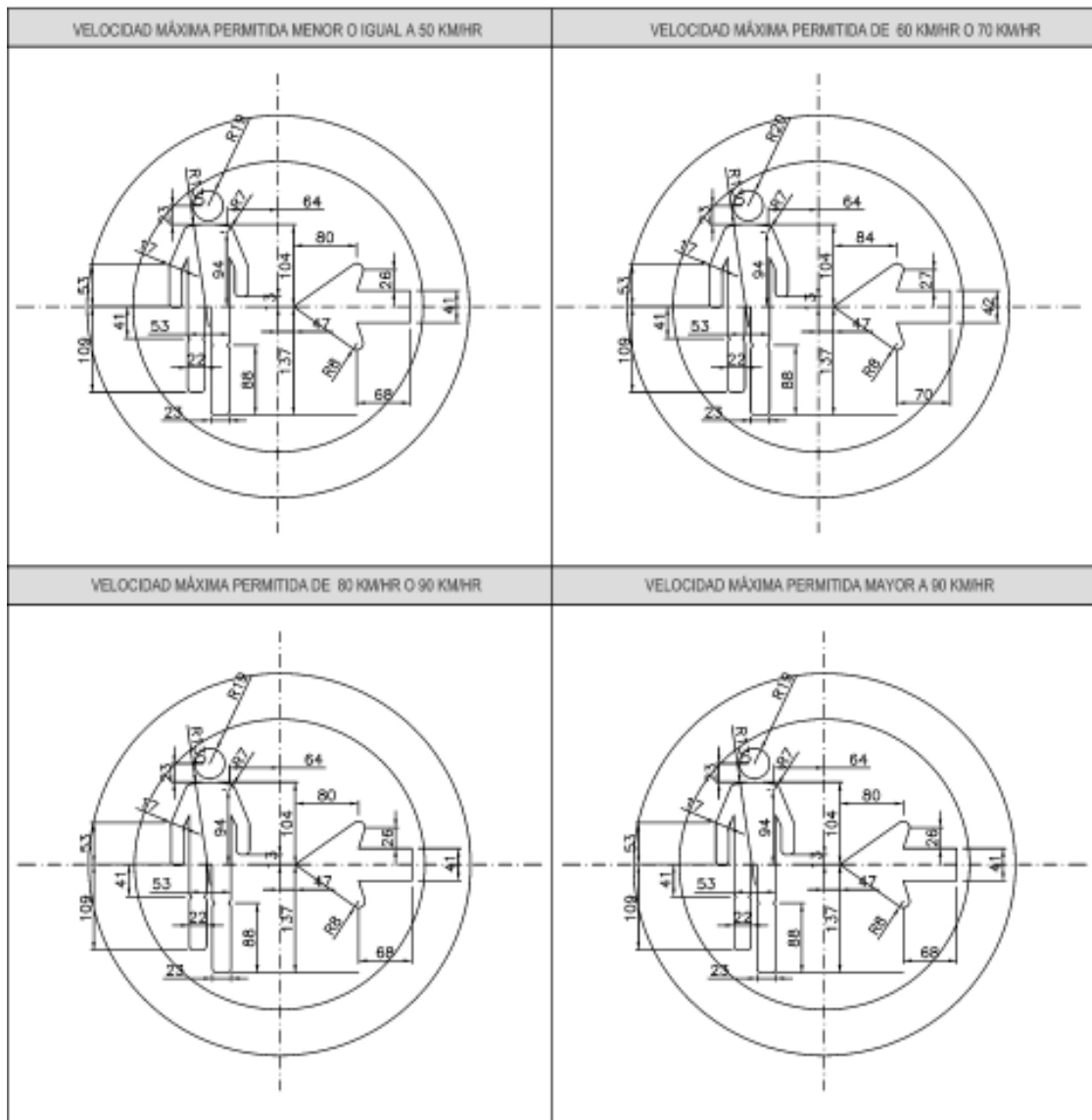


Esta señal se empleará para indicar la prohibición de circular de vehículos de carga. Puede complementarse con una leyenda de indicar el número de ejes, si el caso lo requiere.

FIGURA 1.8-21 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (VEHÍCULOS DE CARGA) (SR-16)

PEATONES A LA IZQUIERDA

SR-17



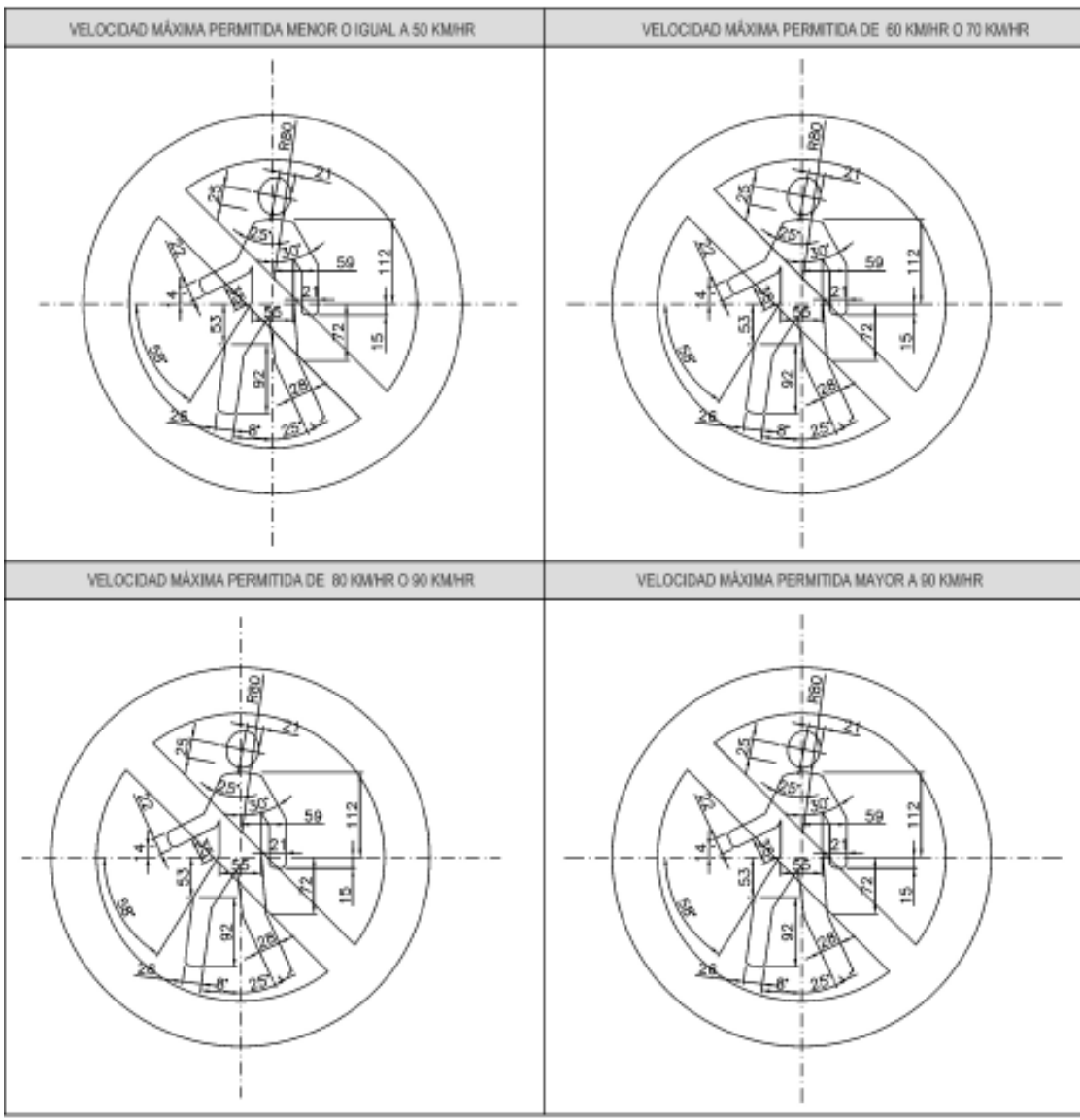
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se usa para indicar a los peatones que deben caminar enfrentando el tránsito vehicular. En caso de ser necesaria una leyenda, ésta debe ser "CAMINE POR SU IZQUIERDA", debiéndose utilizar placas rectangulares. No se recomienda su empleo en zonas urbanas

FIGURA 1.8-22 PEATONES A LA IZQUIERDA (SR-17)

CIRCULACIÓN PROHIBIDA (PEATONES)	SR-18
---	--------------



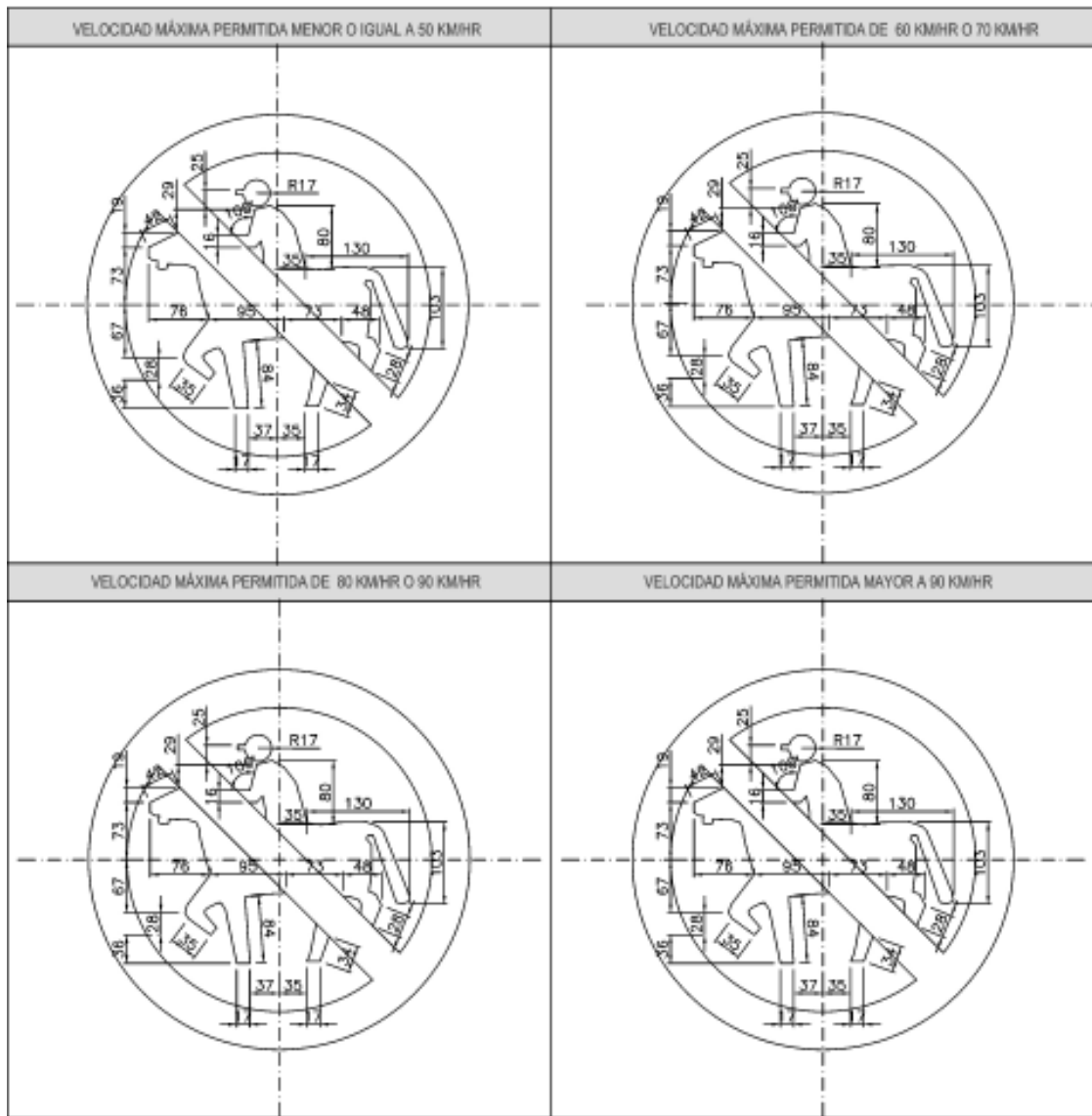
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se emplea para prohibir la circulación de peatones. Se usa principalmente en zonas rurales. En zonas donde exista simultáneamente congestión peatonal y vehicular, junto con la señal, se deben usar otros dispositivos que impidan físicamente el paso de peatones a la calzada. También se podrá utilizar la señal rectangular, agregando la leyenda "NO PEATONES"

FIGURA 1.8-23 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (PEATONES) (SR-18)

CIRCULACIÓN PROHIBIDA (CABALGADURA)	SR-19
--	--------------



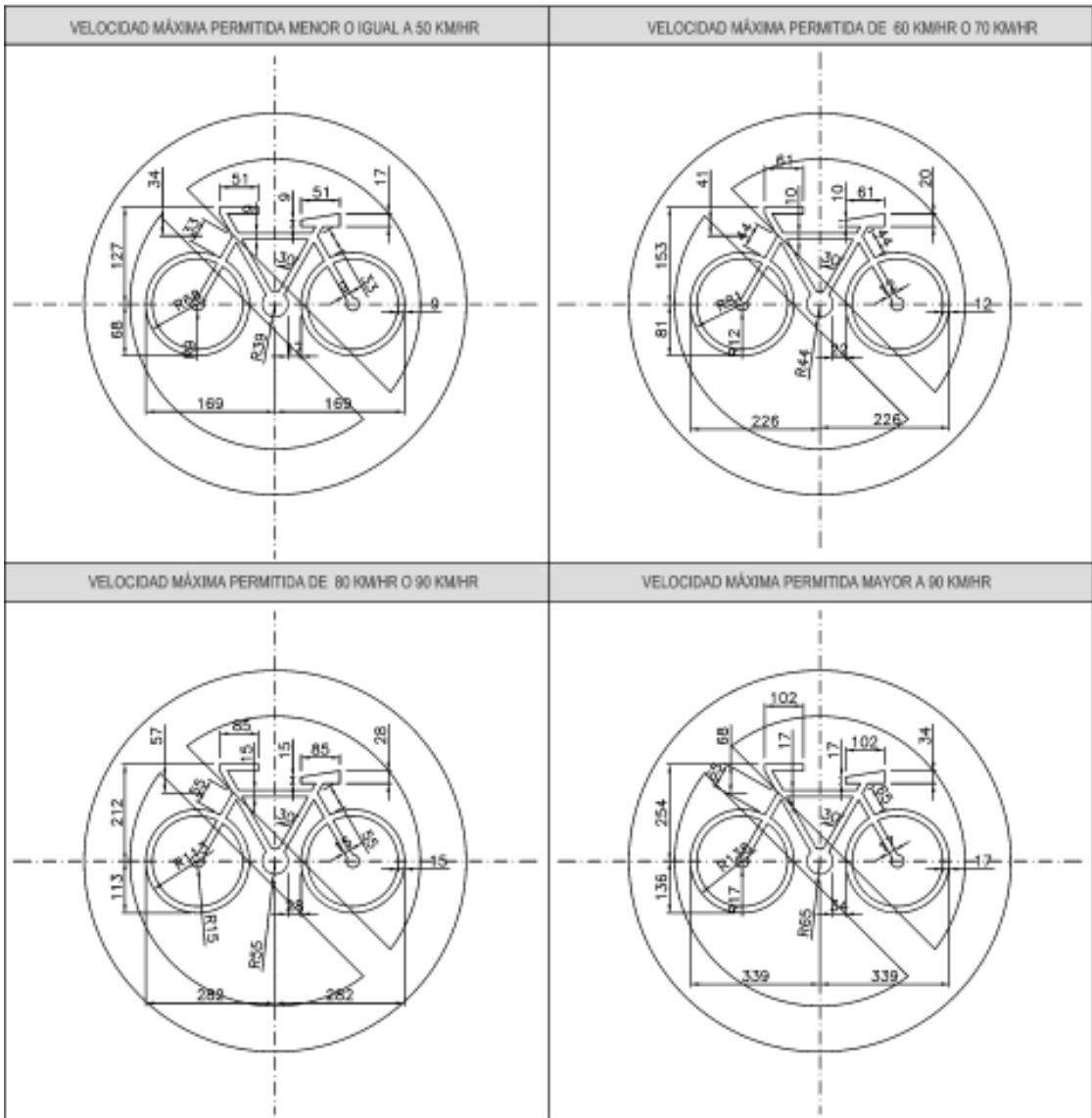
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para indicar la prohibición de circular en cabalgaduras. En las zonas en que este tipo de transporte es usual, debe instalarse en los accesos a autopistas y carreteras, debe instalarse en túneles, puentes largos y en las principales calles y avenidas de ciudades grandes.

FIGURA 1.8-24 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (CABALGADURA) (SR-19)

**CIRCULACIÓN PROHIBIDA
(BICICLETAS) SR-20**



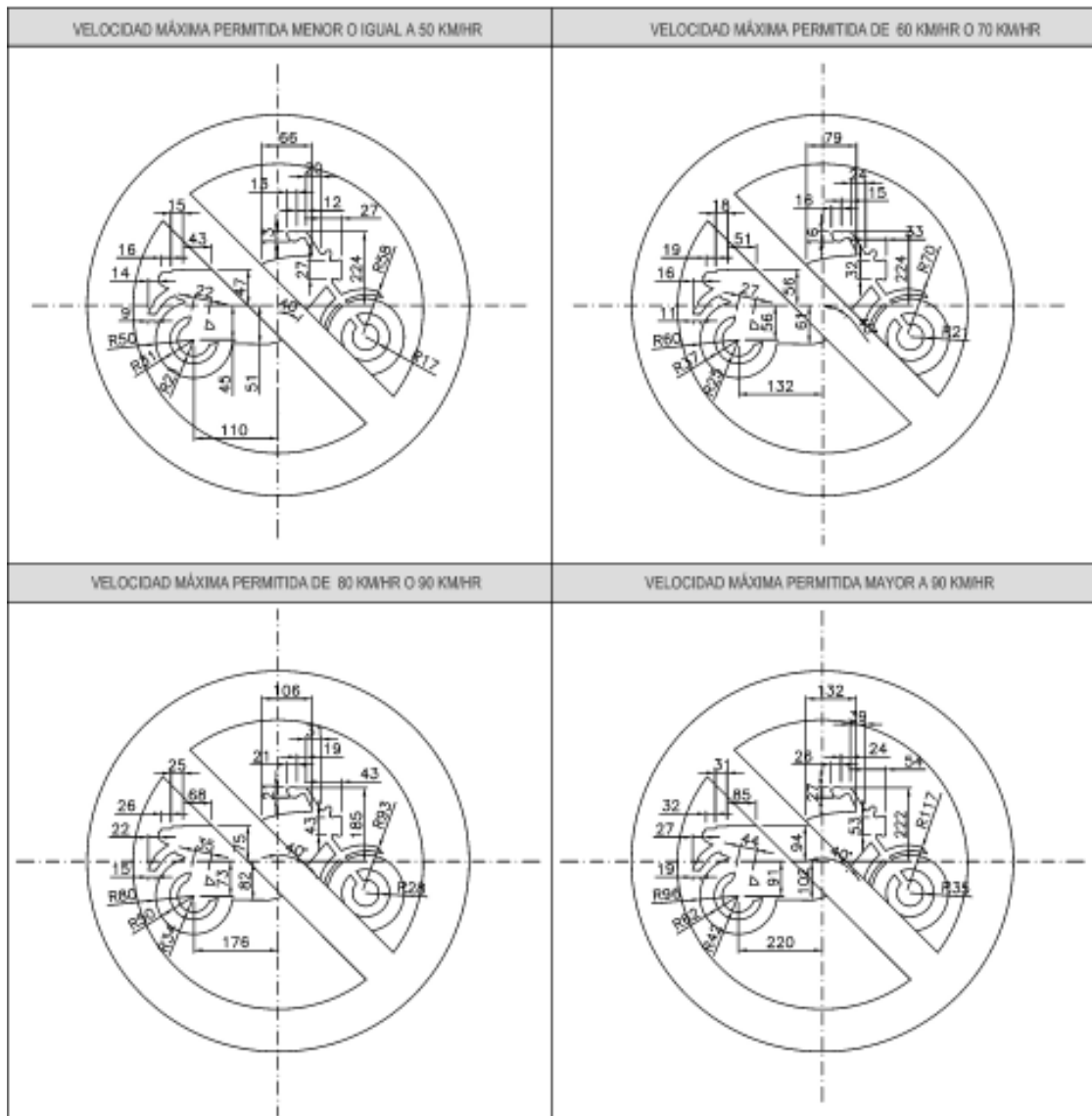
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se usa para prohibir la circulación de bicicletas.
 Se debe instalar en vías donde sea probable la presencia de ciclistas y el tránsito de vehículos motorizados haga riesgosa su circulación.
 Se instalará siempre en los accesos a carreteras y túneles.

FIGURA 1.8-25 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (BICICLETAS) (SR-20)

CIRCULACIÓN PROHIBIDA (MOTOCICLETAS)	SR-21
---	--------------



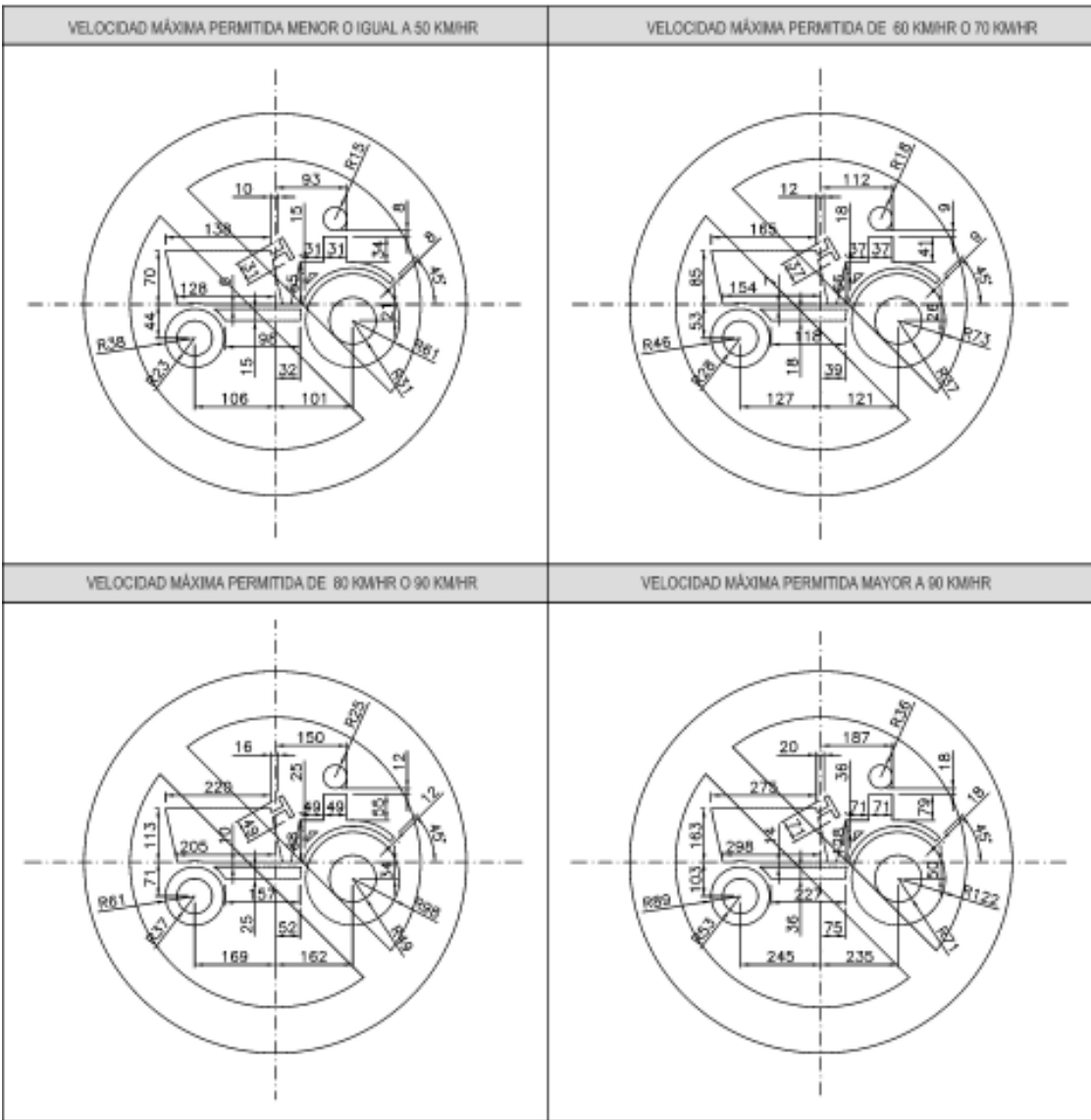
COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se emplea para prohibir la circulación de motocicletas o similares. Se debe instalar en vías donde sea probable la presencia de motociclistas y el tránsito de otros vehículos motorizados haga riesgosa su circulación.

FIGURA 1.8-26 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (MOTOCICLETAS) (SR-21)

CIRCULACIÓN PROHIBIDA (MAQUINARIA AGRÍCOLA)	SR-22
--	--------------



COPIAS EN MILIMETROS

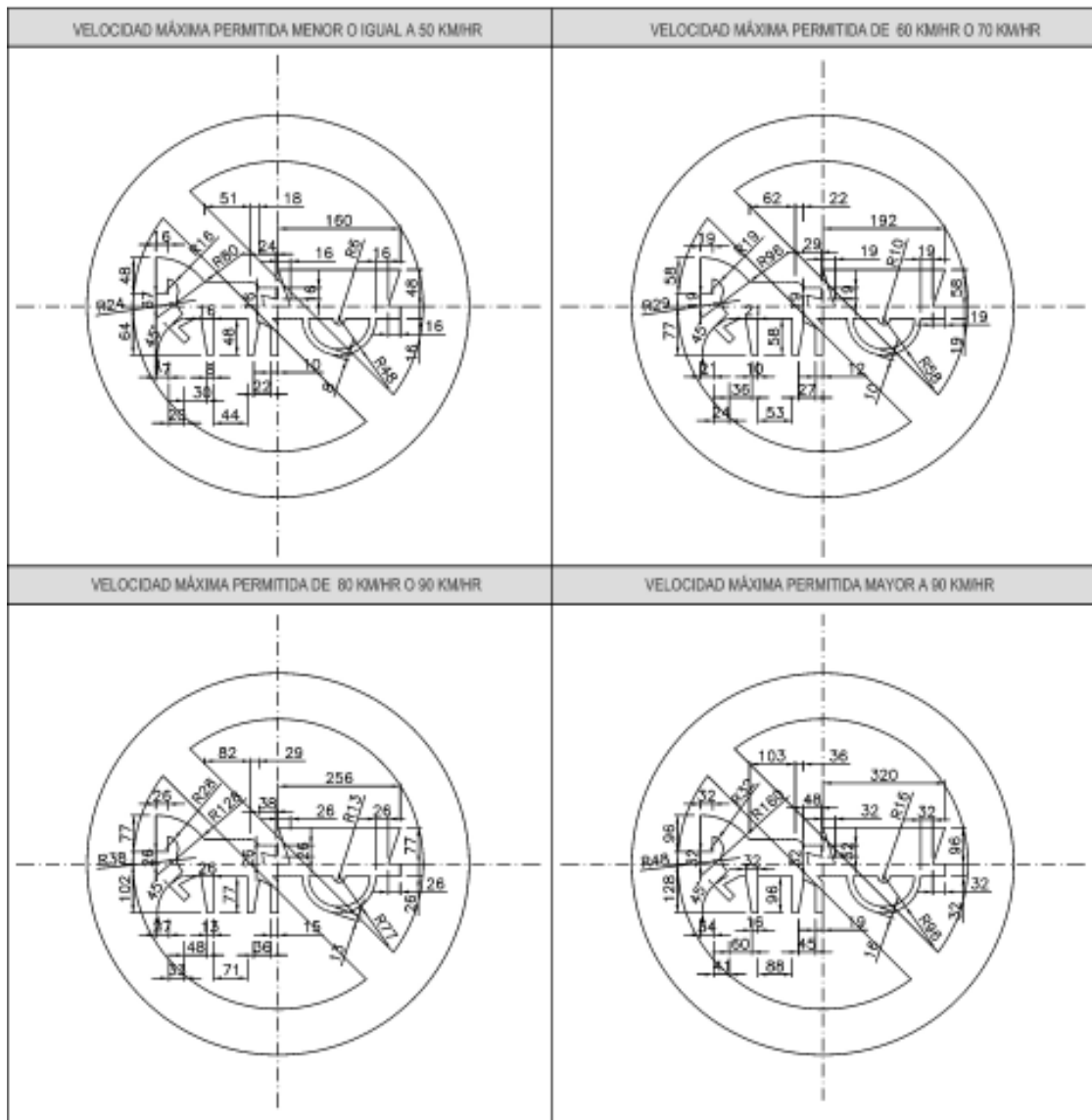


Esta señal se empleará para indicar la prohibición de circulación de maquinaria agrícola. Se debe instalar en vías donde sea probable la presencia de estos vehículos y su circulación genere riesgo de accidentes. En zonas agrícolas se debe ubicar en los accesos a autopistas, carreteras, túneles y puentes largos.

FIGURA 1.8-27 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (MAQUINARIA AGRÍCOLA) (SR-22)

CIRCULACIÓN PROHIBIDA (VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ANIMAL)

SR-23



COTAS EN MILIMETROS

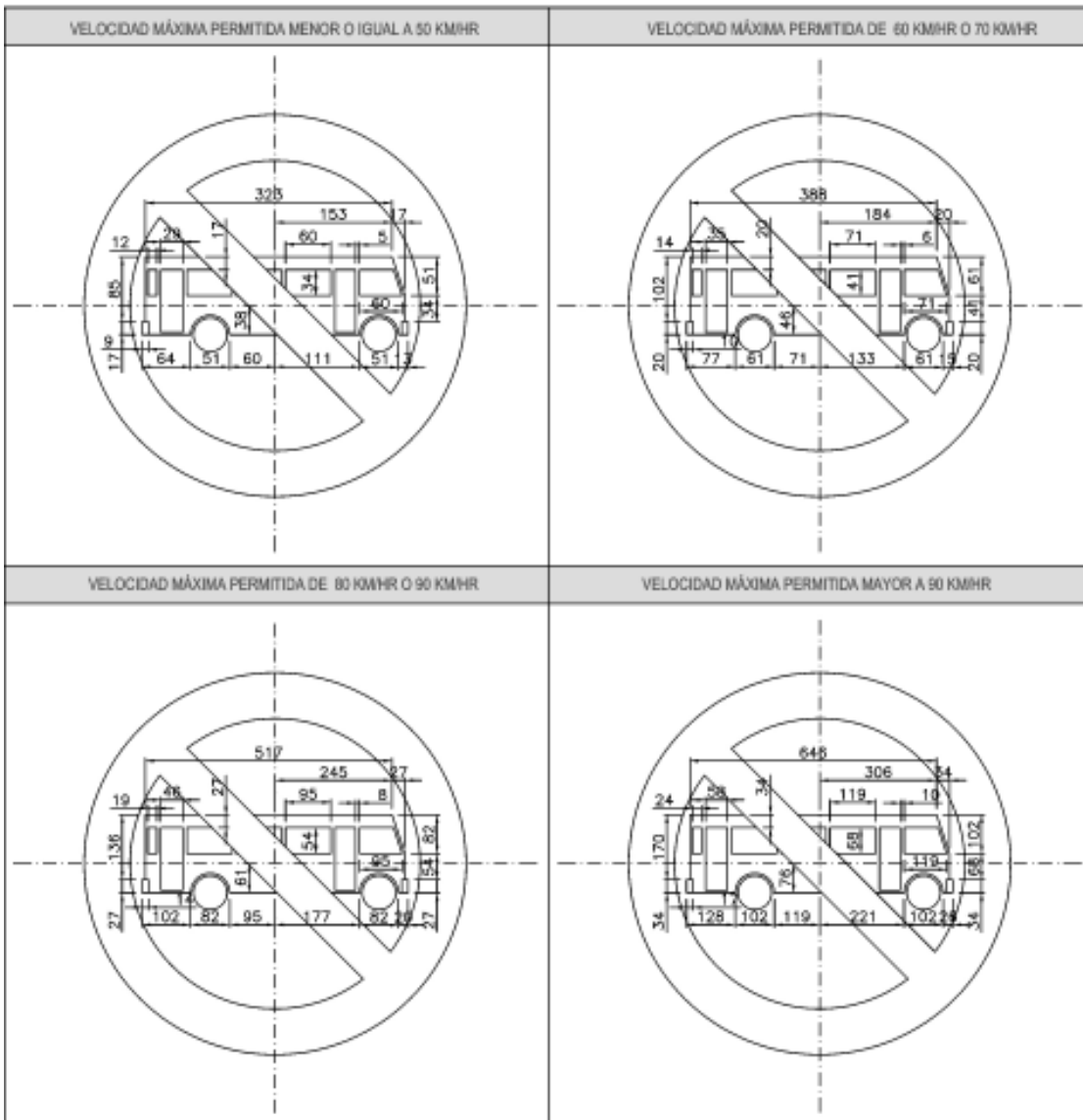


Esta señal se emplea para prohibir la circulación de toda clase de vehículos de tracción animal. En las zonas en que este tipo de vehículos circula, se debe ubicar siempre en los accesos a carreteras, siendo recomendable también su instalación en túneles, puentes o pasos superiores, en general, en vías con una velocidad máxima > 70 km/h y en las principales calles y avenidas de zonas urbanas.

FIGURA 1.8-28 CIRCULACIÓN PROHIBIDA (VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ANIMAL) (SR-23)

CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE BUSES

SR-24



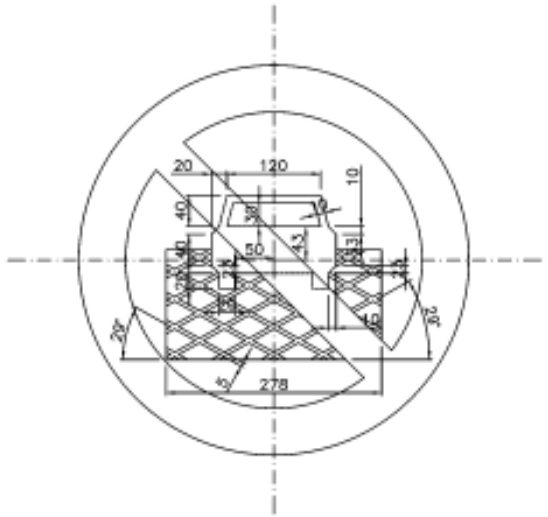
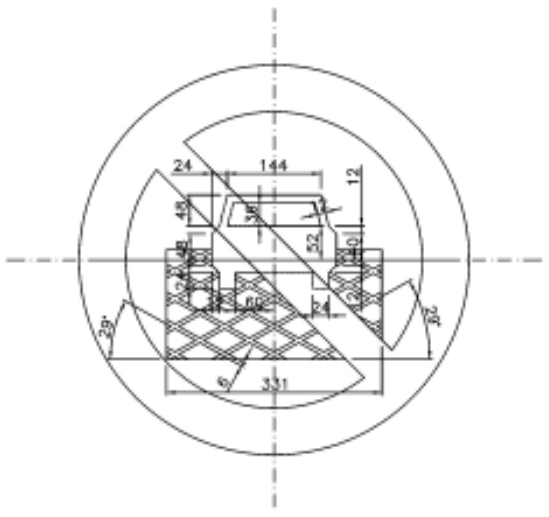
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se emplea para prohibir la circulación de buses.

FIGURA 1.8-29 CIRCULACIÓN PROHIBIDA DE BUSES (SR-24)

NO BLOQUEAR CRUCE **SR-25**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
	
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

COTAS EN MILÍMETROS

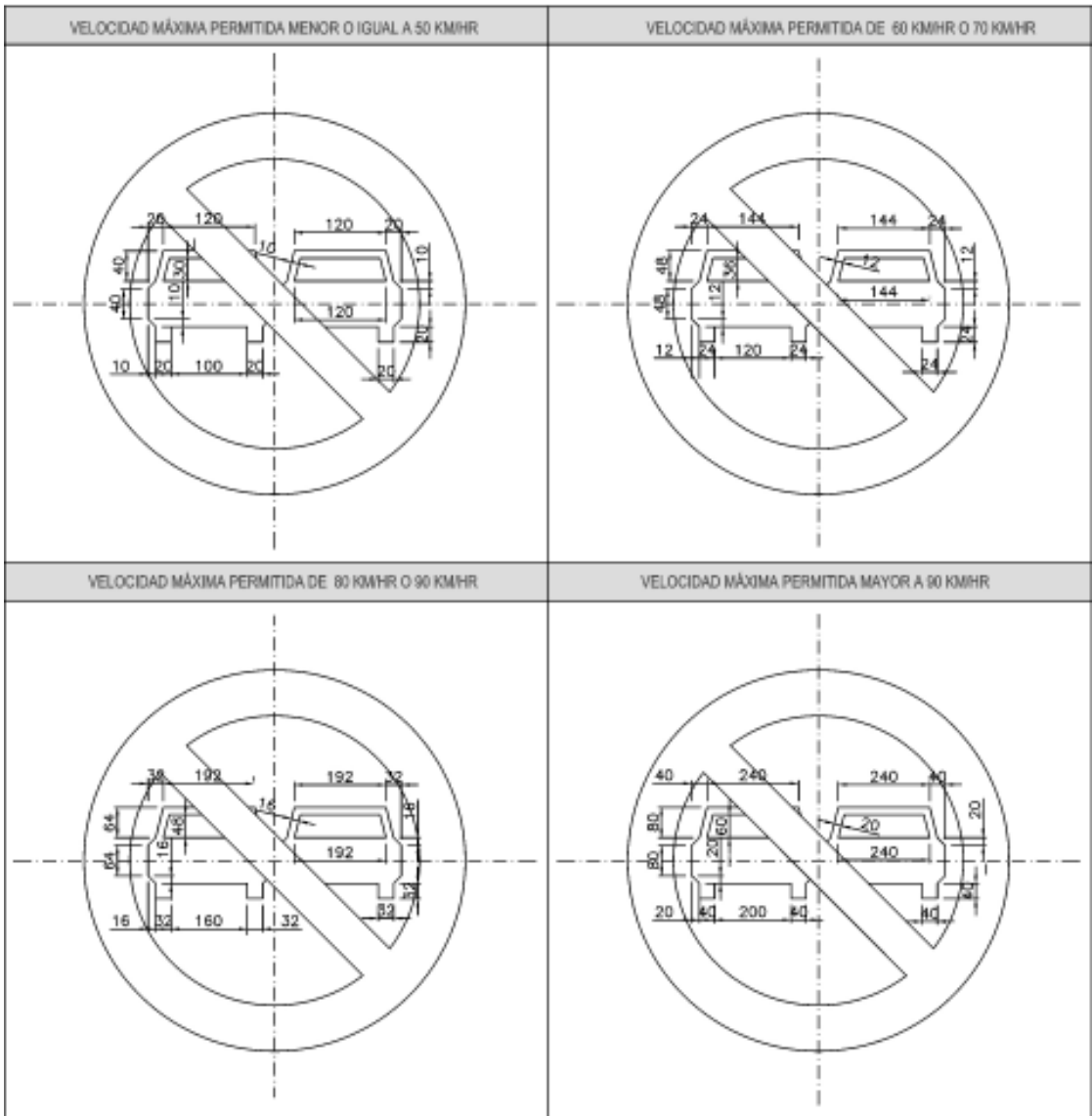


Esta señal indica la prohibición de quedar detenido dentro de un cruce por cualquier razón. Se instala en cruces que presentan altos niveles de congestión, con el propósito de facilitar el paso de vehículos procedentes de la vía perpendicular, cuando el flujo al cual se muestra esta señal está detenido. Se debe ubicar inmediatamente antes del cruce, a no más de 20 m de él. En vías de un sentido de tránsito con dos o más pistas, es recomendable la instalación de esta señal en ambos lados de la calzada.

Se complementa con el achurado en la calzada que se especifica en el capítulo 2.

FIGURA 1.8-30 NO BLOQUEAR CRUCE (SR-25)

PROHIBIDO ADELANTAR **SR-26**



COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar la maniobra mediante la cual un vehículo se sitúa delante de otro u otros que le anteceden, ya sea traspasando el eje de la calzada (adelantamiento), o sin traspasar dicho eje (sobrepaso).

En vías pavimentadas, se debe complementar con una línea continua en la calzada, como se especifica en el tópico 2.6.2 del capítulo señalización de tránsito horizontal.

En el caso de adelantamiento, siempre se debe colocar esta señal en ambos lados de la calzada, ya que los conductores podrían verse obstaculizados para apreciar esta señal a distancia en el lado derecho, y además, dirigen su visión hacia la izquierda buscando la oportunidad de realizar esta maniobra.

Debe instalarse en el lugar preciso donde se inicia la restricción.

Además, se ubicará en todos los accesos a puentes, pasos superiores y túneles con tránsito bidireccional de una pista por sentido.

FIGURA 1.8-31 PROHIBIDO ADELANTAR (SR-26)

PERMITIDO ESTACIONAR **SR-27**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se utiliza para indicar un lugar donde está autorizado estacionar.
 Se puede agregar una leyenda, debajo del símbolo, para indicar la distancia al lugar en que ello está autorizado.
 Para esto se instalará una placa inferior de preseñalización, adicional a la señal, del mismo ancho y características, indicando dicha distancia en múltiplos de 100 metros.
 No se debe utilizar para indicar una autorización de estacionamiento que se aplica a sólo ciertos vehículos, situación que debe señalarse de acuerdo a lo indicado para la señal PROHIBIDO ESTACIONAR

FIGURA 1.8-32 PERMITIDO ESTACIONAR (SR-27)

PROHIBIDO ESTACIONAR **SR-28a**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 50 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se usa para indicar la prohibición de estacionar a partir del lugar donde ella se encuentra. La prohibición puede ser limitada a determinados horarios, tipos de vehículo y tramos de vía, debiendo agregarse la leyenda respectiva. Para ello se usará la placa rectangular, similar a la señal RPO-14a. Para los efectos de precisar tramos de vía no se debe emplear flechas.

FIGURA 1.8-33 PROHIBIDO ESTACIONAR (SR-28A)

PROHIBIDO ESTACIONAR Y DETENERSE **SR-28b**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p>NO CORRESPONDE SU USO</p>

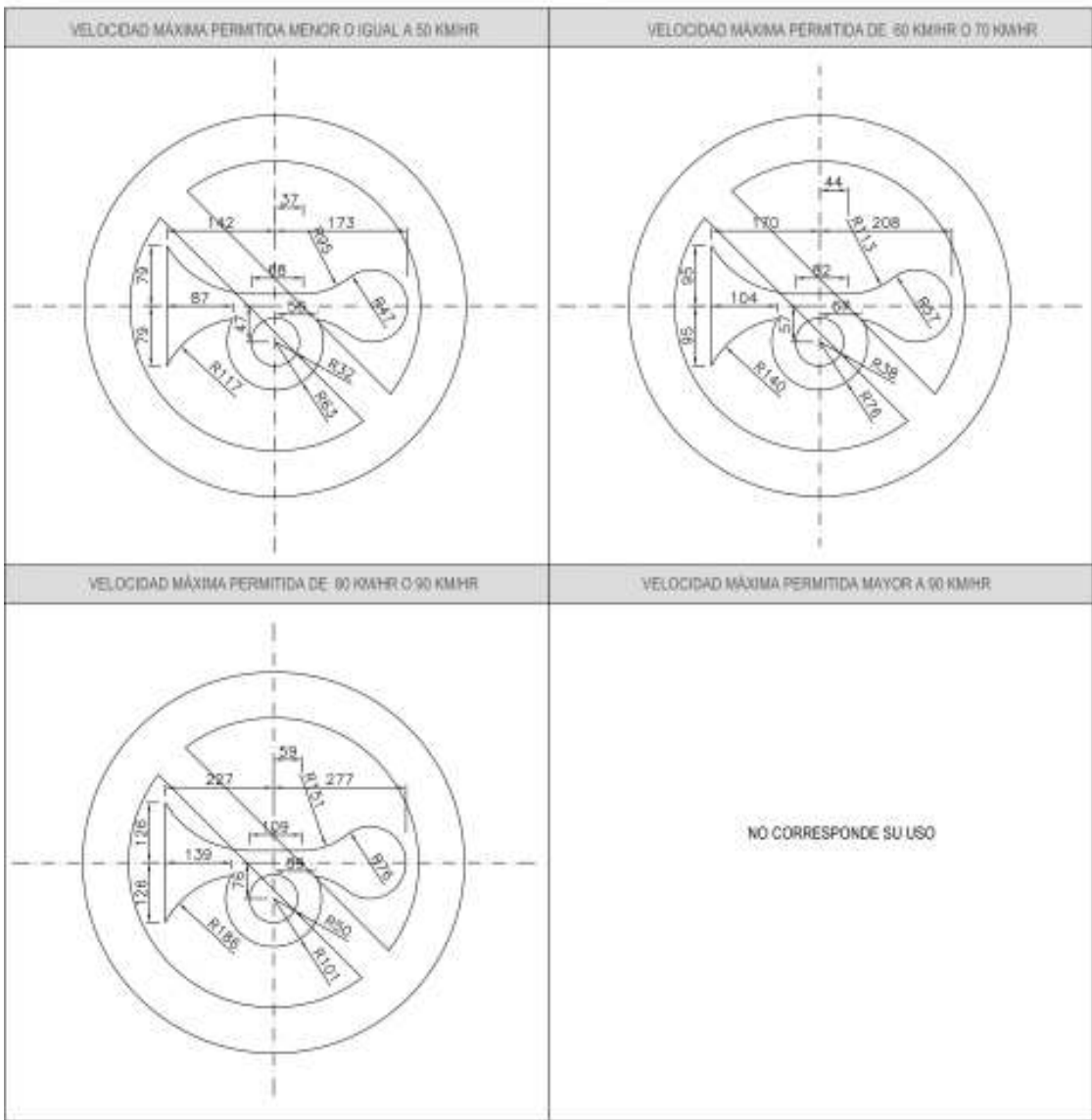
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se usa para indicar la prohibición de estacionar y/o detenerse a partir del lugar donde ella se encuentra.
 La prohibición puede ser limitada a determinados horarios, tipos de vehículo y tramos de vía, debiendo agregarse la leyenda respectiva, transformándose la señal a placa rectangular. Para los efectos de precisar tramos de vía no se debe emplear flechas.

FIGURA 1.8-34 PROHIBIDO ESTACIONAR Y DETENERSE (SR-28B)

NO USE LA BOCINA	SR-29
-------------------------	--------------



COTAS EN MILÍMETROS

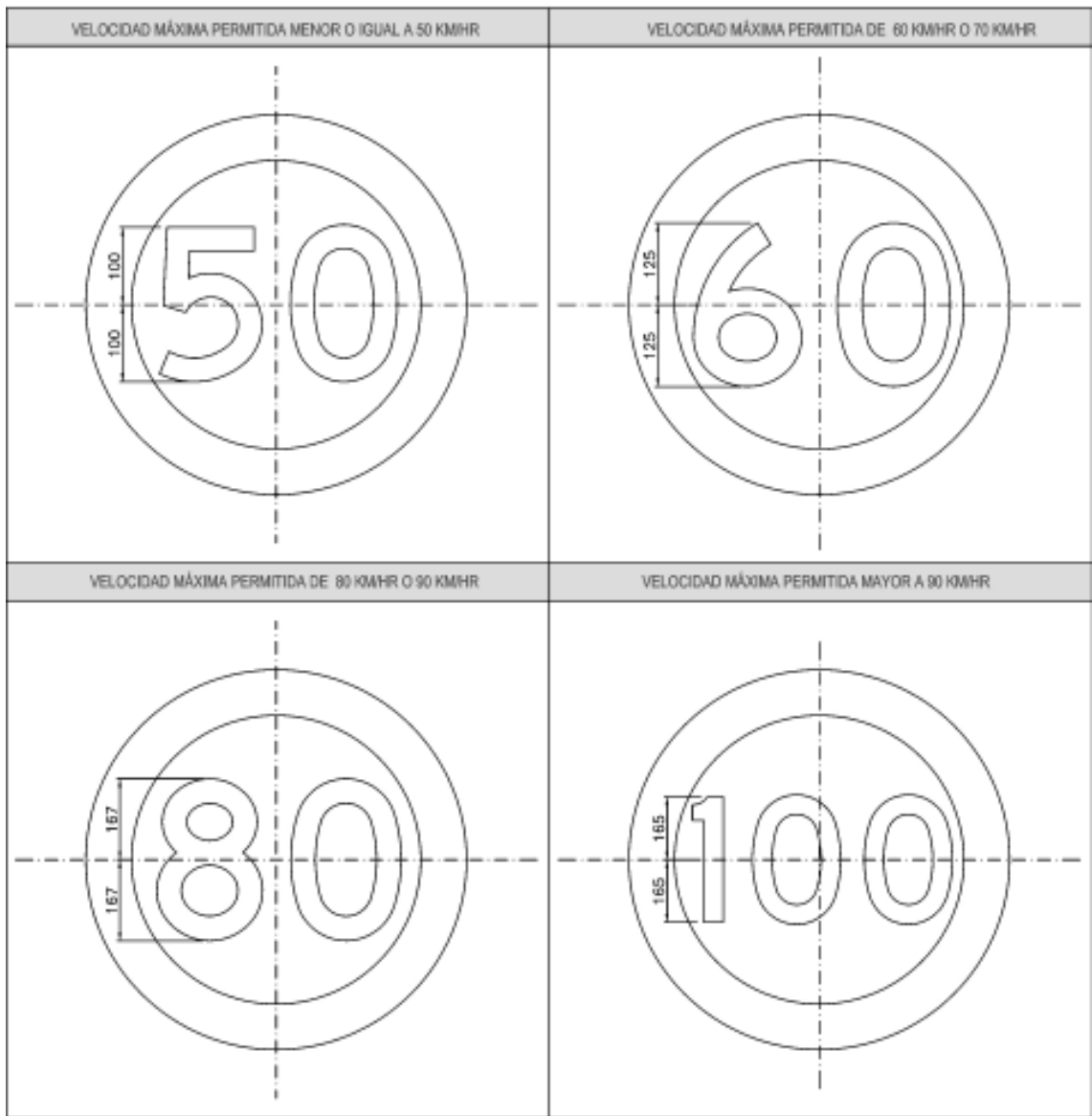


Esta señal se usa para indicar la prohibición de aparatos sonoros y/o de generar niveles de ruido elevados por medio de aceleraciones bruscas. Se instala próxima a hospitales, bibliotecas, y en general, cerca de recintos en los que la naturaleza de las actividades en ellos desarrolladas lo aconsejan. Se debe ubicar aproximadamente 50 metros antes del lugar donde comience el recinto a proteger del ruido.

FIGURA 1.8-35 NO USE LA BOCINA (SR-29)

VELOCIDAD MÁXIMA

SR-30



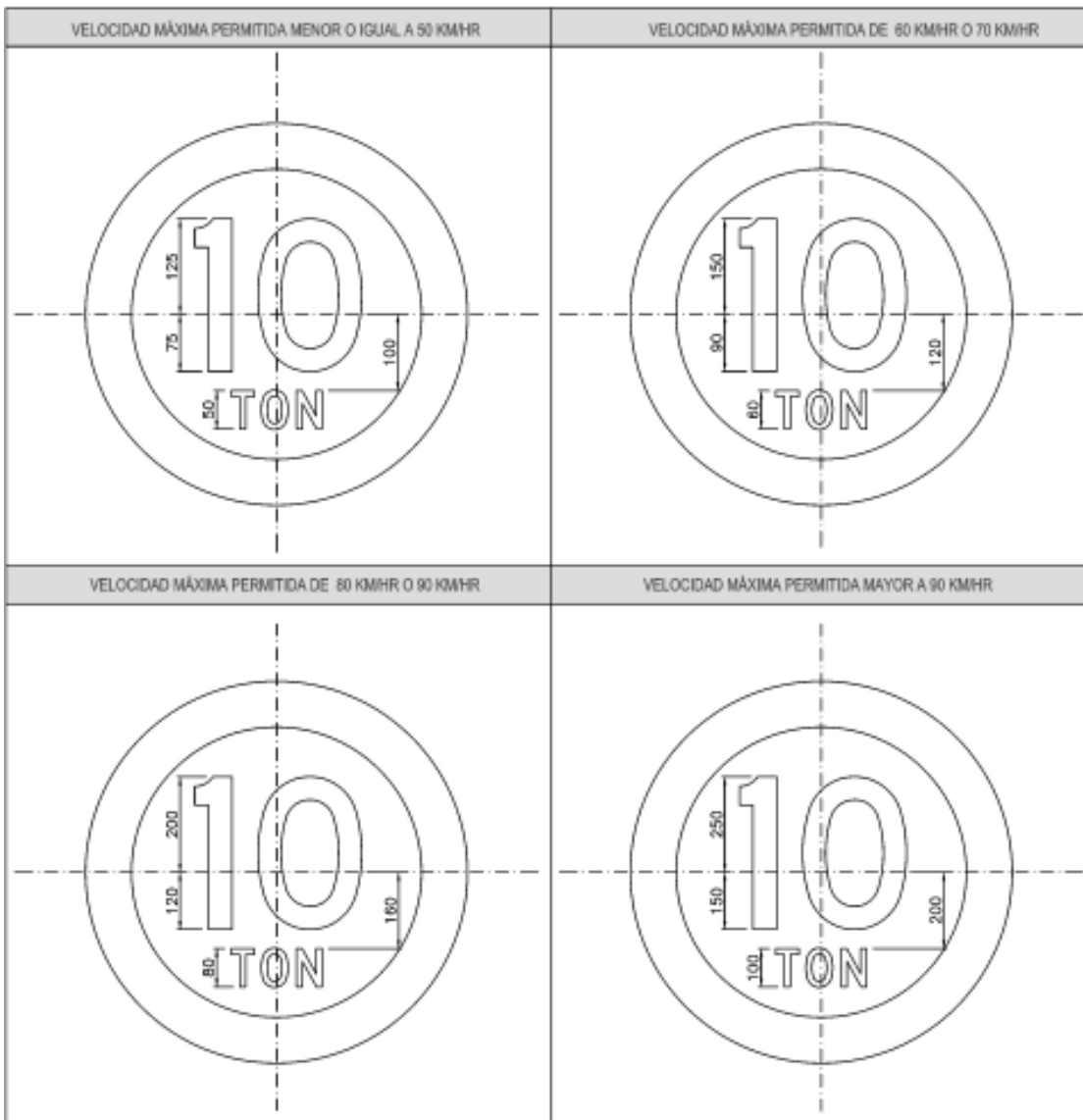
COTAS EN MILMETROS



Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía. También se utiliza para restituir los límites de velocidad de una vía, no debiendo usarse para estos efectos, la señal FIN PROHIBICIÓN O RESTRICCIÓN (SR-37).

FIGURA 1.8-36 VELOCIDAD MÁXIMA (SR-30)

PESO MÁXIMO TOTAL PERMITIDO	SR-31
--	--------------



COTAS EN MILÍMETROS

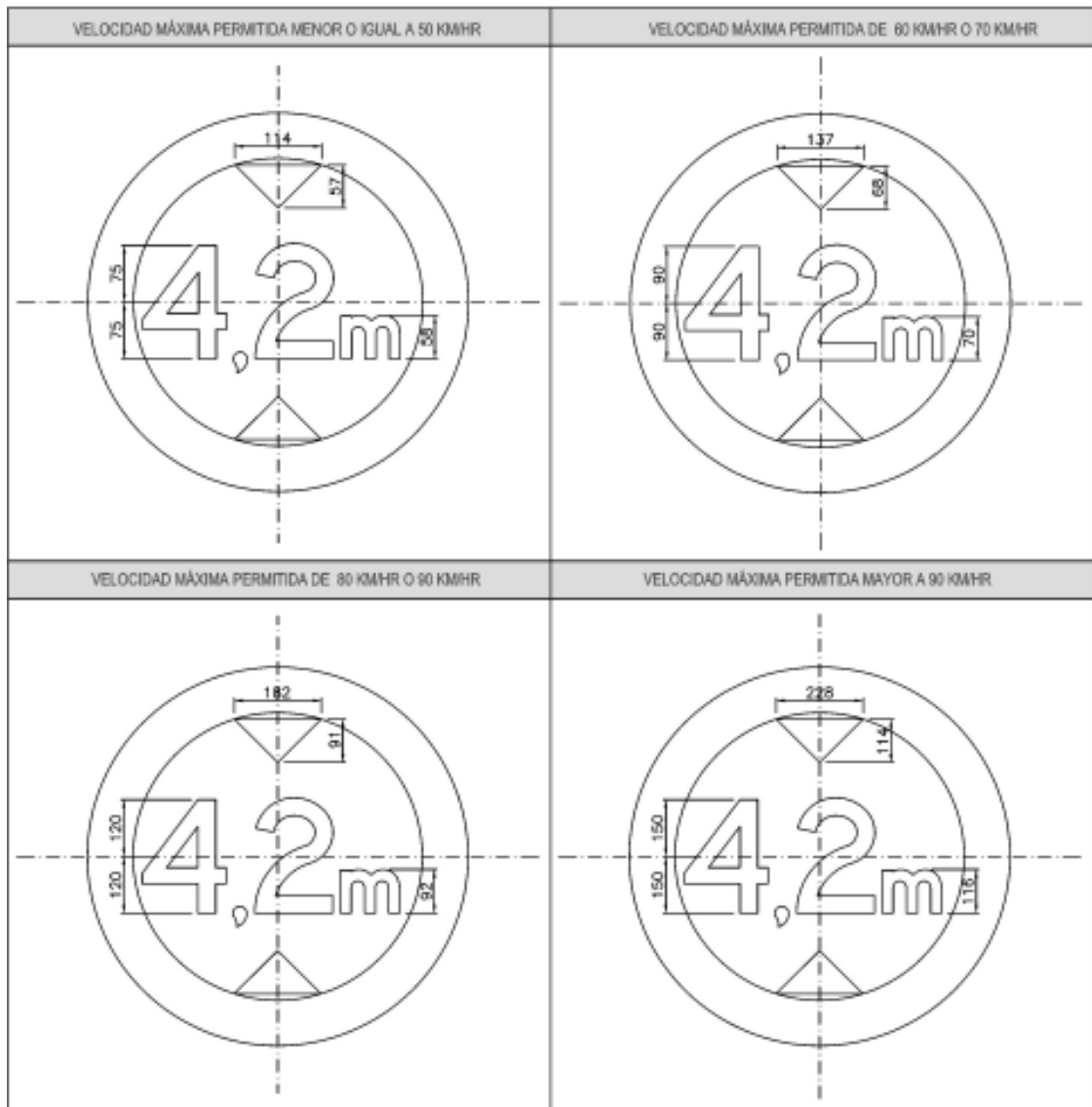


Esta señal se emplea para restringir la circulación de vehículos cuyo peso total, en toneladas, supere el indicado en ella.
 Debe ser rectangular con la leyenda "MÁXIMO" y se instalará antes de lugares como puentes o viaductos. También se podrán instalar, excepcionalmente, señales circulares con la leyenda que indique la altura máxima disponible (RR(E)-4).
 Debe complementarse con la señal de advertencia de peligro PESO MÁXIMO (SP-58), según se indica en el tópic 1.7.4 de este Volumen.

FIGURA 1.8-37 PESO MÁXIMO (TOTAL PERMITIDO) (SR-31)

ALTURA MÁXIMA PERMITIDA

SR-32



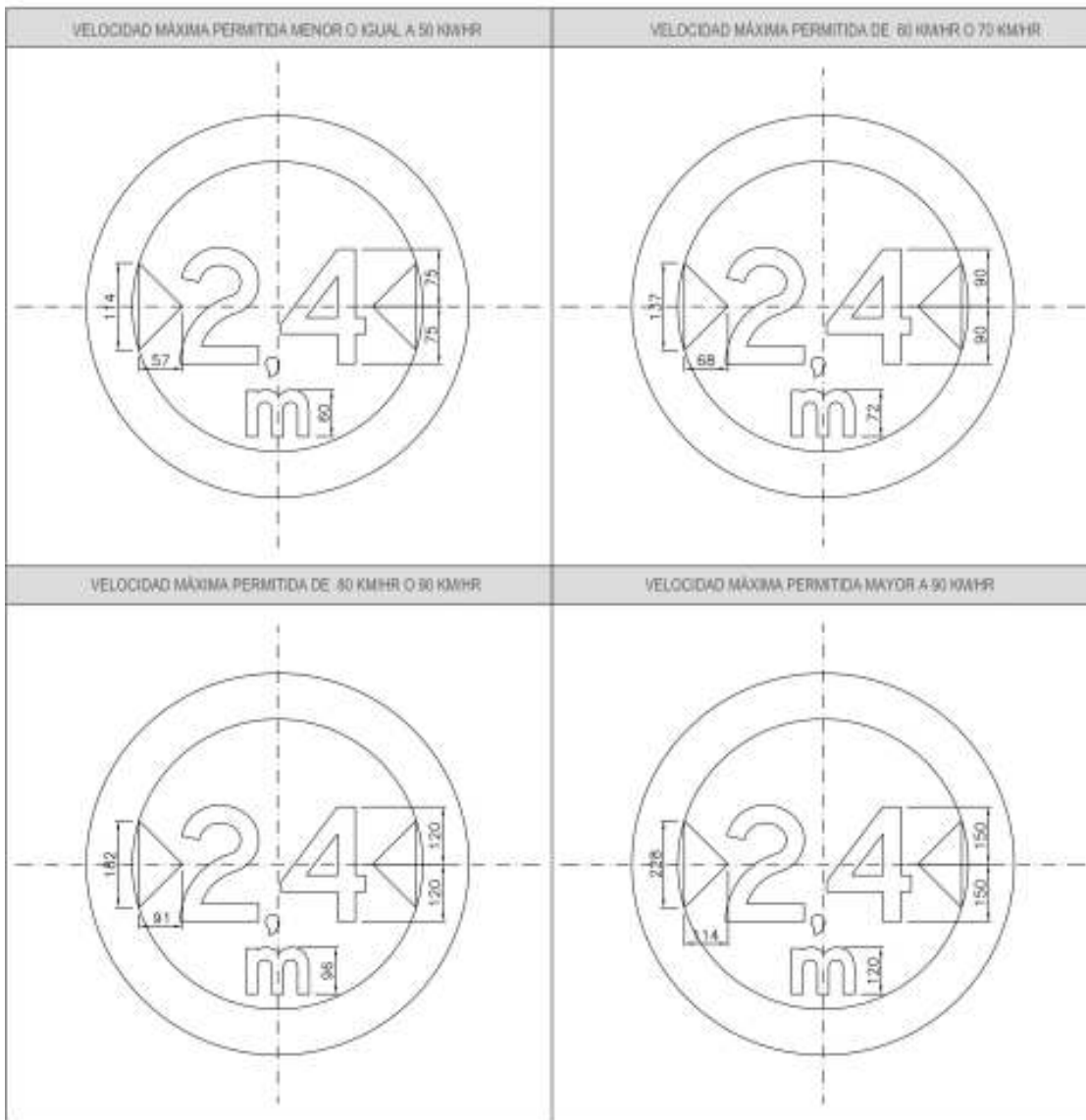
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se instala para indicar la altura máxima que permite un túnel, puente, paso a desnivel, pasarela u otra estructura que restrinja la altura máxima de un vehículo. Se debe colocar siempre que dicha restricción sea menor a 4,3 metros. En general, deben ser rectangulares con la leyenda "ALTURA MÁXIMA". También se podrán instalar, excepcionalmente, señales circulares con la leyenda que indique la altura máxima disponible (RR(E)-6). Debe complementarse con la señal de advertencia de peligro ALTURA MÁXIMA (SP-56), según se indica en el tópico 1.7.4 de este Capítulo. Para definir la altura máxima, deberá considerarse el gálibo vertical de la estructura en el punto más desfavorable, menos una holgura de 0,5 metros.

FIGURA 1.8-38 ALTURA MÁXIMA PERMITIDA (SR-32)

ANCHO MÁXIMO PERMITIDO SR-33



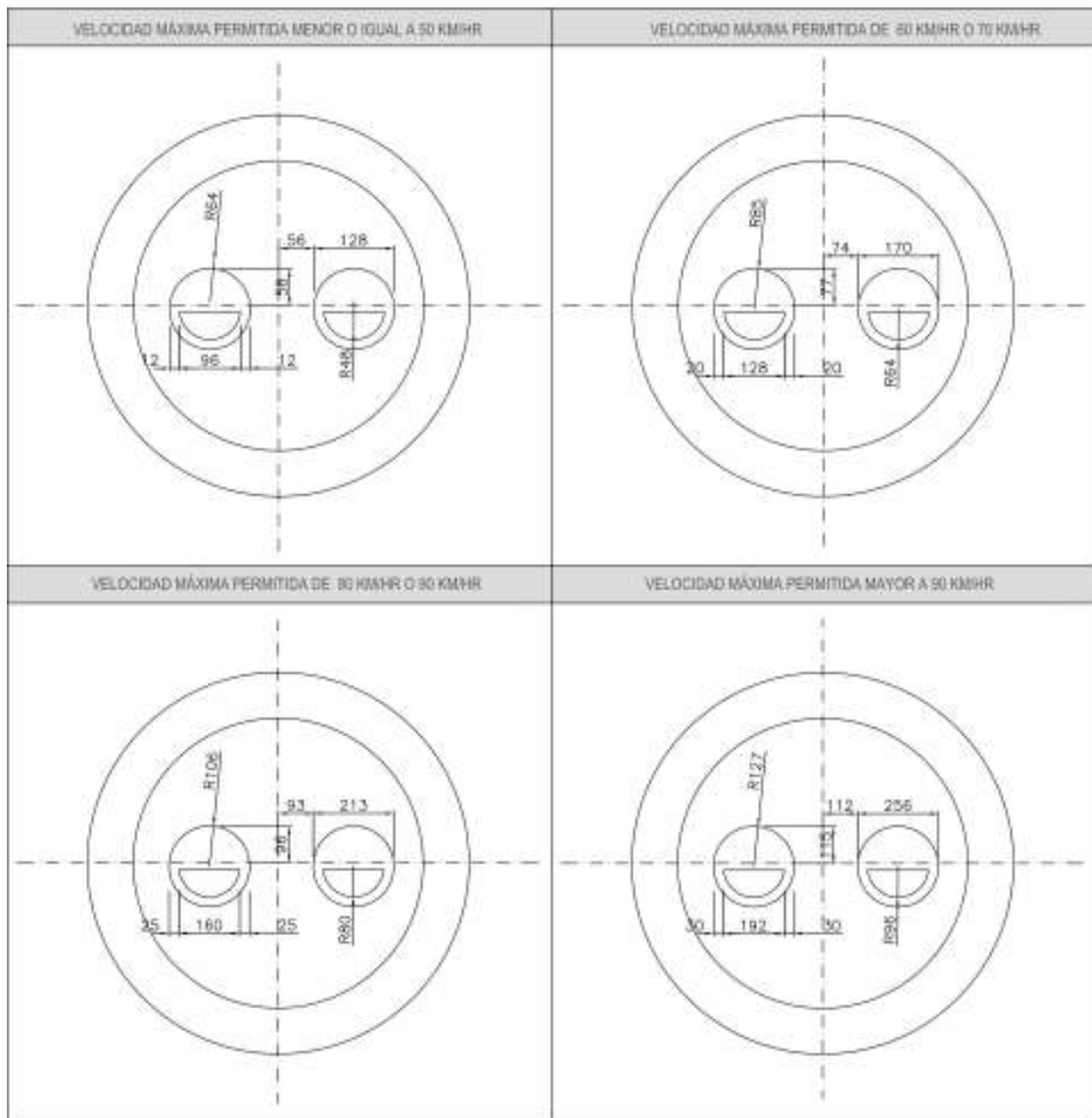
DIMEN EN MILÍMETROS



Esta señal se emplea para indicar el ancho máximo que permite cualquier elemento del sistema vial que constituye un impedimento a la circulación de ciertos vehículos. Se coloca siempre que esta restricción sea menor a 2,5 metros. En general, deben ser rectangulares con la leyenda "ANCHO MÁXIMO". Algunos de estos casos serán: túneles, plaza de peaje, plaza de pesaje, sectores de trazados muy restrictivos, etc. Debe complementarse con la señal de advertencia de peligro ANCHO MÁXIMO (SP-57), según se indica en el tópico 1.7.4 de este Capítulo. Para definir el ancho máximo, deberá considerarse la medida horizontal de la estructura, menos una holgura de 1,0 metro.

FIGURA 1.8-39 ANCHO MÁXIMO PERMITIDO (SR-33)

CIRCULACIÓN CON LUCES BAJAS	SR-34
------------------------------------	--------------



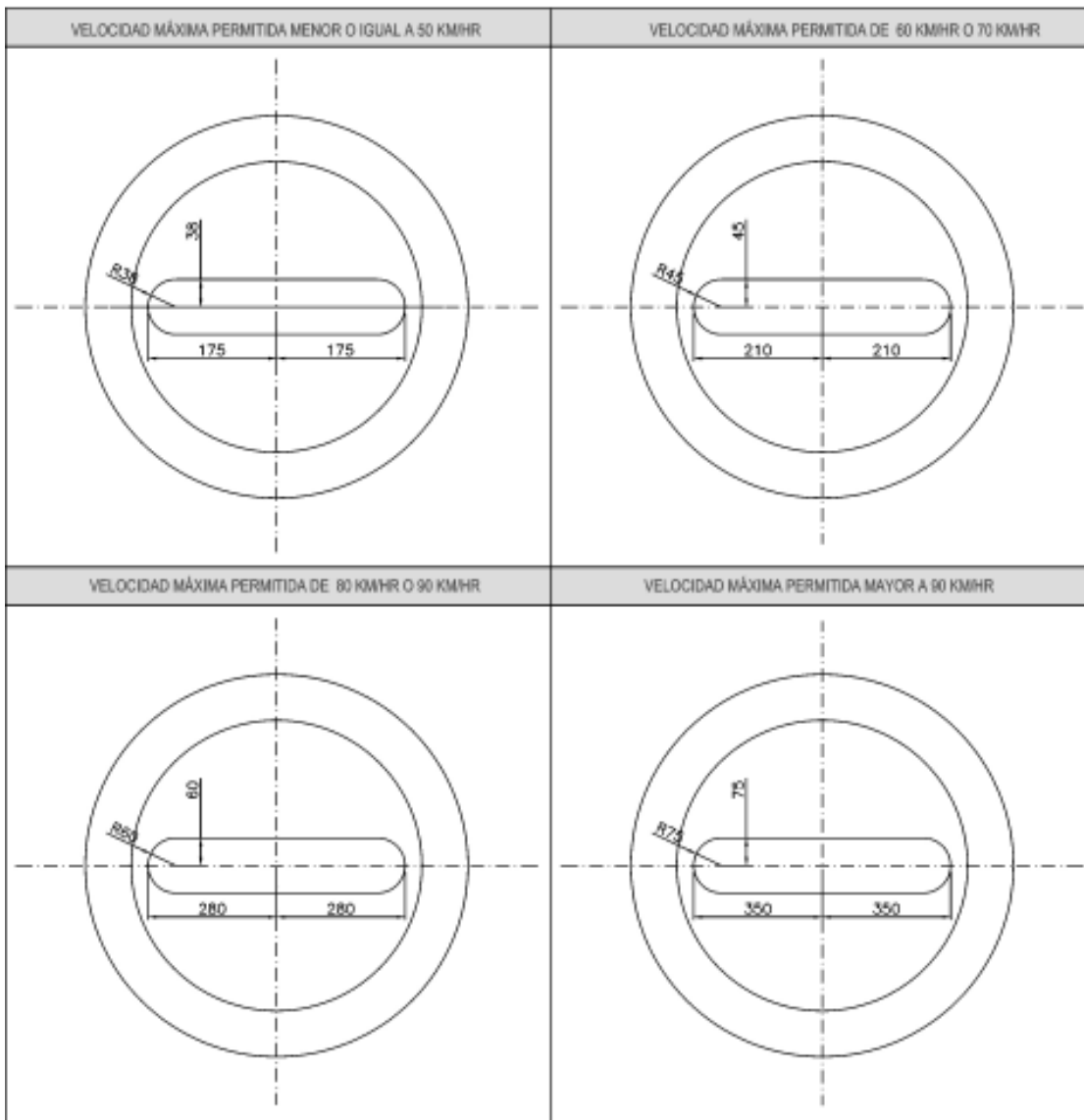
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para indicar al conductor la obligación de circular con las luces bajas del vehículo. Debe utilizarse en la entrada de túneles.

FIGURA 1.8-40 CIRCULACIÓN CON LUCES BAJAS (SR-34)

RETÉN	SR-35
--------------	--------------



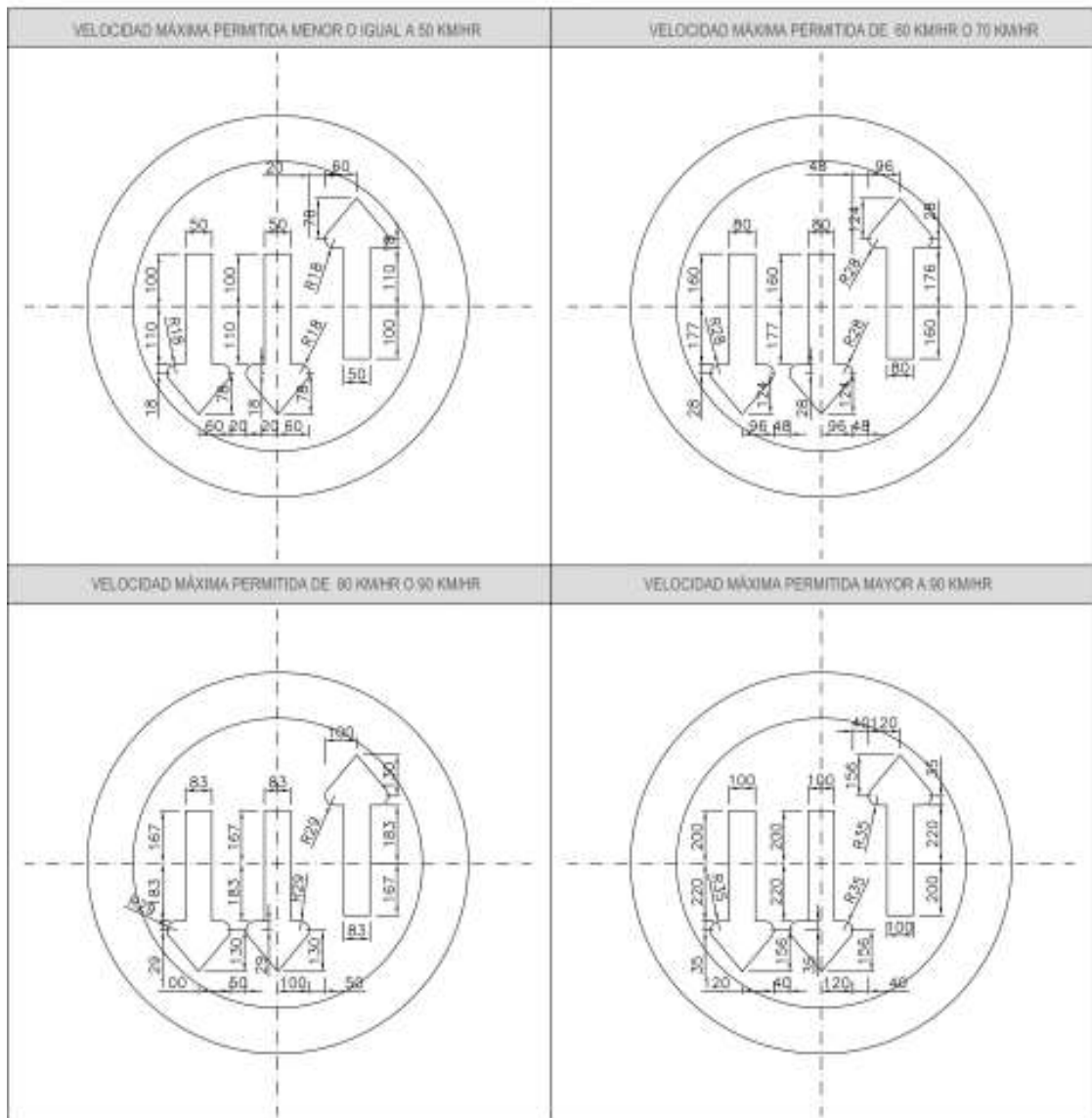
COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se empleará para indicar al conductor la presencia de un control de aduana o policial en la vía por la que circula.

FIGURA 1.8-41 RETÉN (SR-35)

TRES CARRILES DOS EN CONTRAFLUJO **SR-36a**



COTAS EN MILÍMETROS

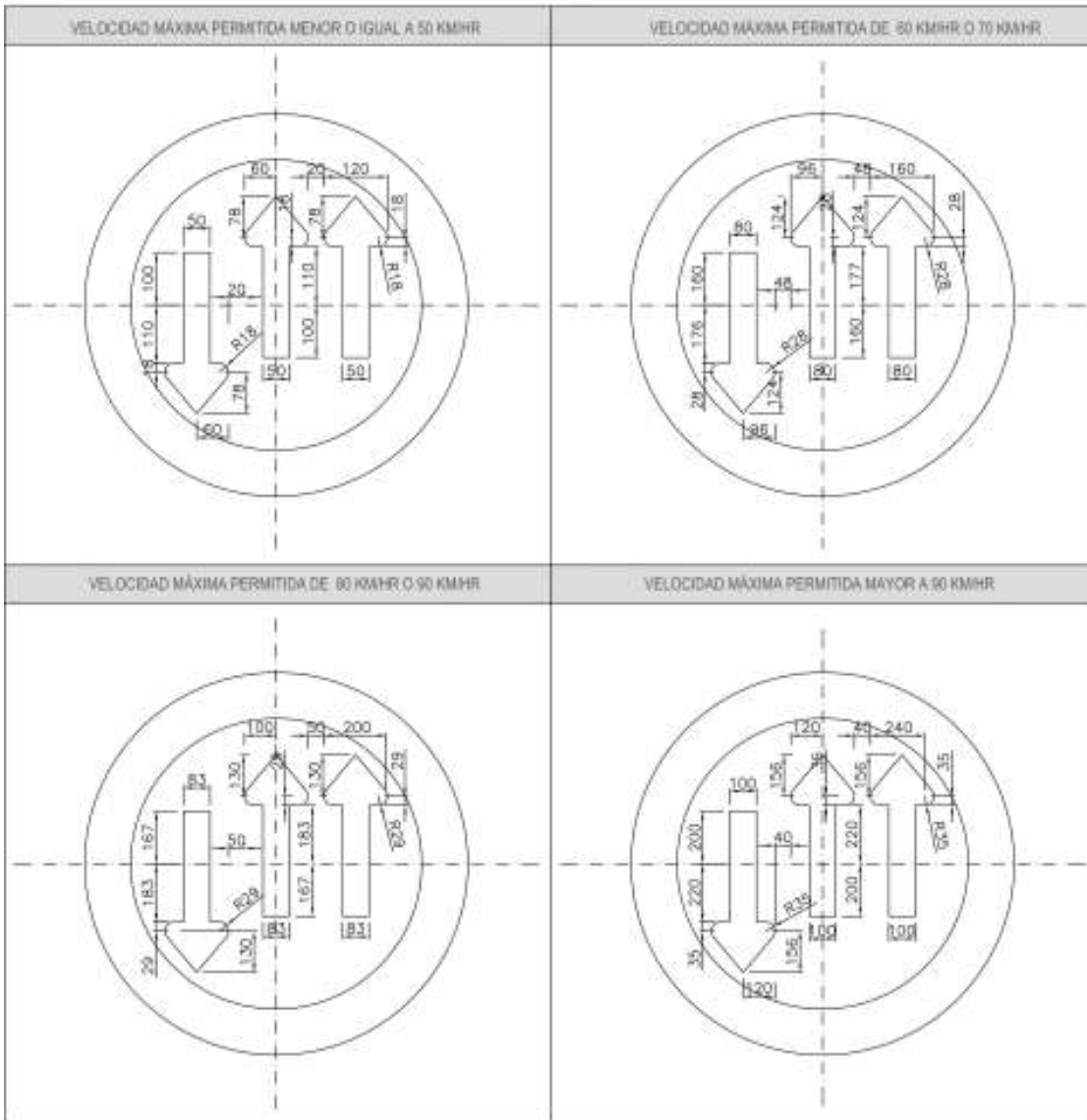


Esta señal se empleará para indicar al conductor el inicio de un tramo de tres carriles de la vía sin separador central, en el cual dos de los carriles operan en contraflujo.

FIGURA 1.8-42 TRES CARRILES - DOS EN CONTRAFLUJO (SR-36A)

TRES CARRILES UNO EN CONTRAFLUJO

SR-36b



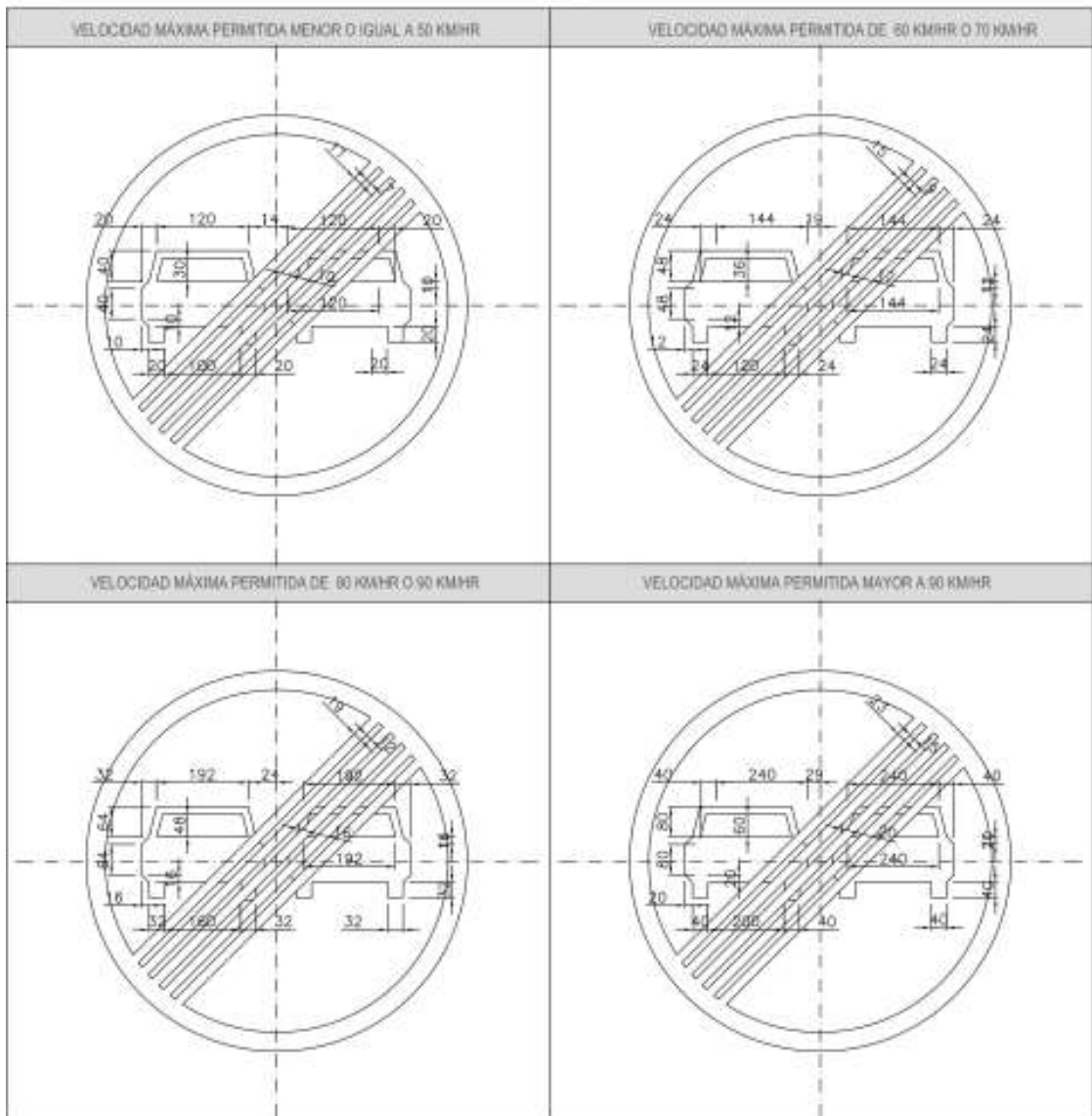
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se empleará para indicar al conductor el inicio de un tramo de tres carriles de la vía sin separador central, en el cual uno de los carriles opera en contraflujo.

FIGURA 1.8-43 TRES CARRILES - UNO EN CONTRAFLUJO (SR-36B)

FIN RESTRICCIÓN	SR-37
------------------------	--------------



COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal indica el término de una prohibición previamente establecida y debe complementarse con la leyenda "FIN RESTRICCIÓN". No debe ser usada para indicar el término de una restricción de velocidad máxima, ya que en estos casos corresponde la instalación de una señal de velocidad máxima que señale el nuevo límite.

FIGURA 1.8-44 FIN RESTRICCIÓN (SR-37)

TRÁNSITO EN UN SENTIDO	SR-38
-------------------------------	--------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KMHR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KMHR O 70 KMHR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KMHR O 90 KMHR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KMHR
NO CORRESPONDE SU USO	NO CORRESPONDE SU USO

COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se utiliza para indicar el sentido del tránsito de una vía. La flecha blanca inscrita en ella debe cumplir con los niveles de retrorreflexión aun cuando la señal no se encuentre instalada en un poste, sino que adherida a un muro o fachada.

Se debe complementar con la señal NOMBRE Y NUMERACIÓN DE CALLE (IV-5).
Cotas flechas según figura 1.9-3.

FIGURA 1.8-45 TRÁNSITO EN UN SENTIDO (SR-38)

TRÁNSITO EN AMBOS SENTIDOS	SR-39
-----------------------------------	--------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
NO CORRESPONDE SU USO	NO CORRESPONDE SU USO

COTAS EN MILIMETROS



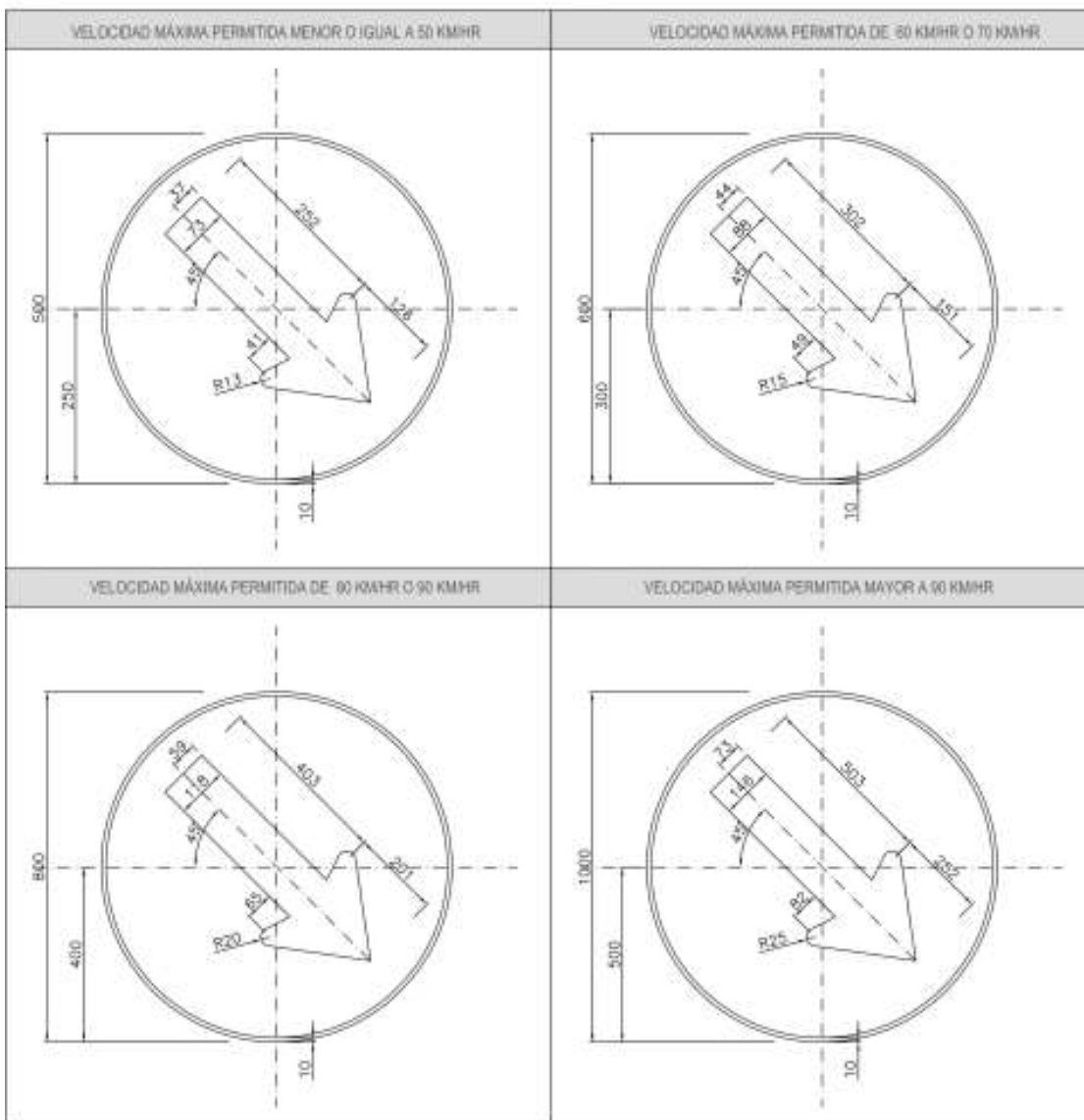
Esta señal se utiliza para indicar que en una vía el tránsito puede fluir en dos direcciones. La flecha blanca de dos puntas inscrita en ella debe cumplir con los niveles de retroreflexión aún cuando la señal no se encuentre instalada en un poste, sino que adherida a un muro o fachada.

Se debe complementar con la señal NOMBRE Y NUMERACIÓN DE CALLE (IV-5)
Cotas flechas según figura 1.9-3.

FIGURA 1.8-46 TRÁNSITO EN AMBOS SENTIDOS (SR-39)

PASO OBLIGADO DERECHA

SR-40



COTAS EN MILÍMETROS

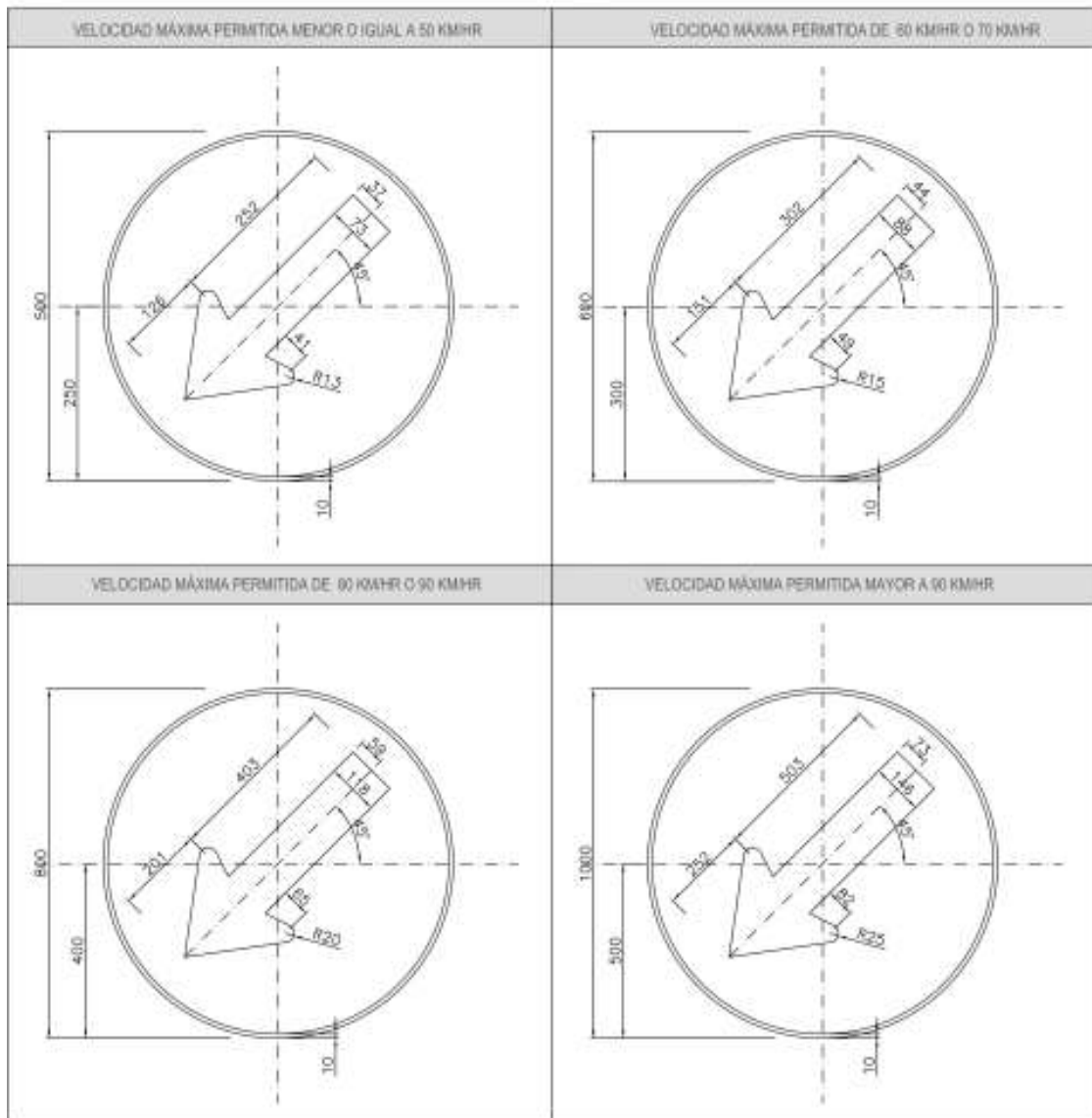


Esta señal se usa para indicar a los conductores que deben continuar circulando por el lado de la calzada indicado por la flecha. Se instala al inicio de islas de canalización, medianas y otros, a una altura no superior a 1 m sobre la vía, frente al flujo que se quiere encauzar. No debe instalarse en rotondas.

FIGURA 1.8-47 PASO OBLIGADO DERECHA (SR-40)

PASO OBLIGADO IZQUIERDA

SR-41



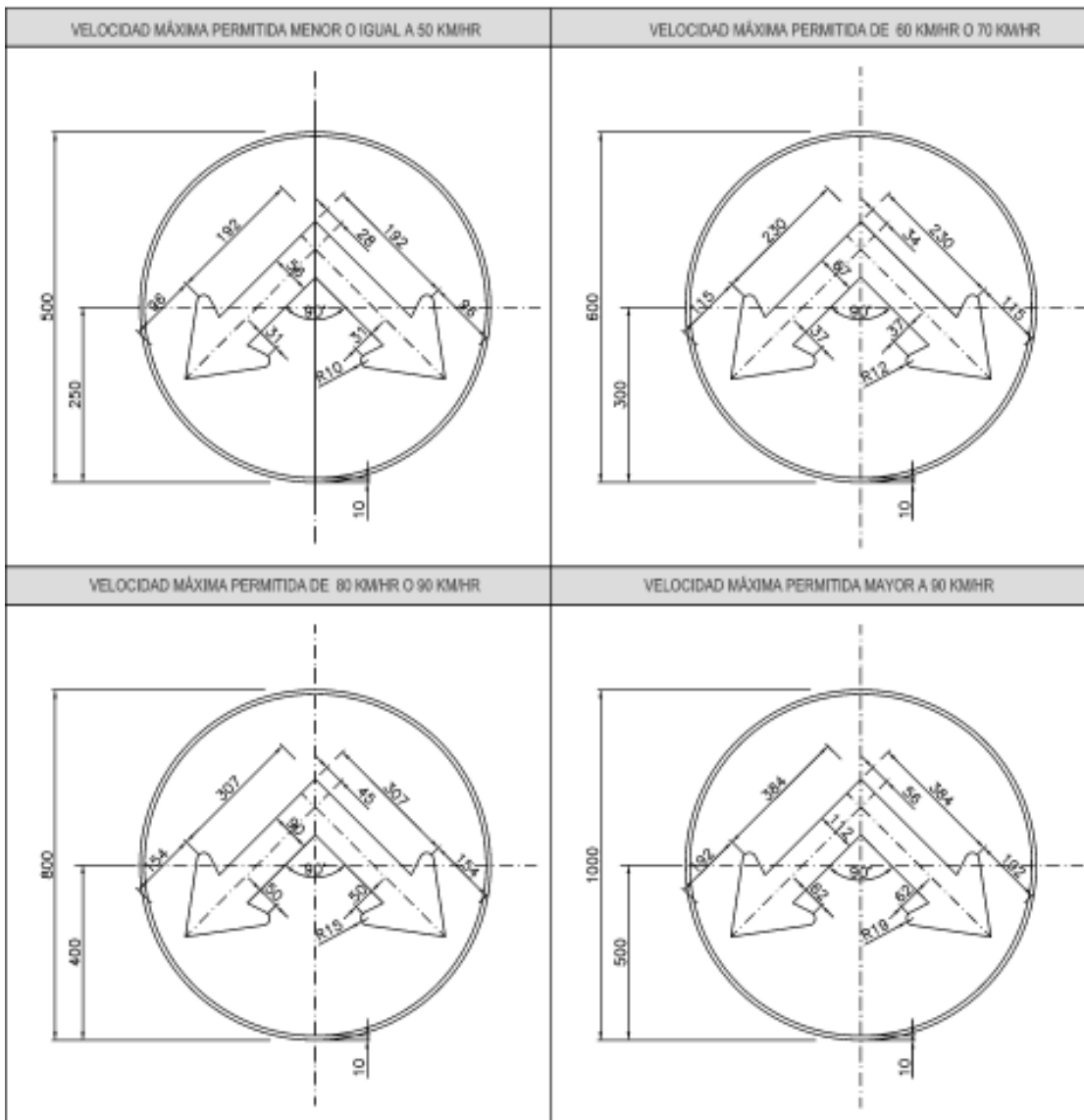
COTAS EN MILÍMETROS



Esta señal se usa para indicar a los conductores que deben continuar circulando por el lado de la calzada indicado por la flecha.
Se instala al inicio de islas de canalización, medianas y otros, a una altura no superior a 1 m sobre la vía, frente al flujo que se quiere encauzar. No debe instalarse en rotondas.

FIGURA 1.8-48 PASO OBLIGADO IZQUIERDA (SR-41)

PASO VÉRTICE	SR-42
---------------------	--------------



COTAS EN MILÍMETROS

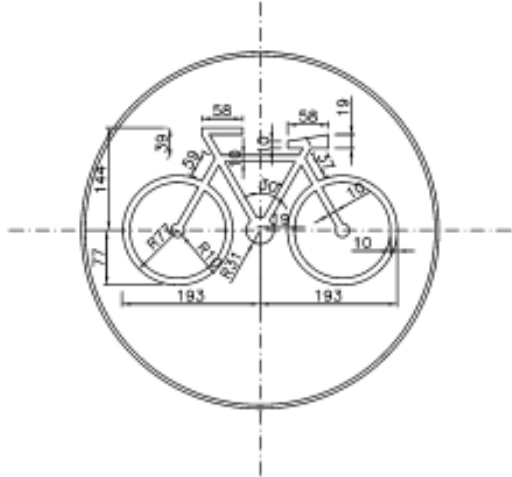
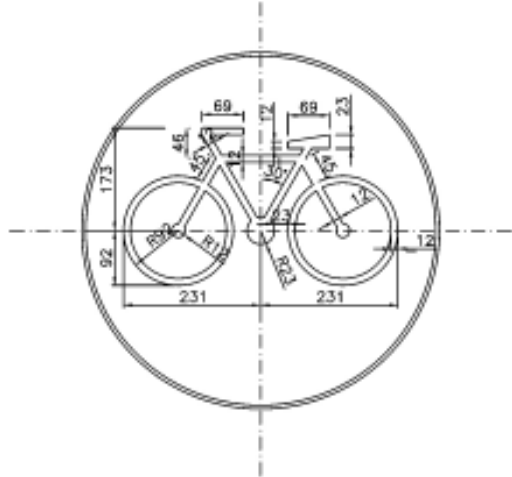
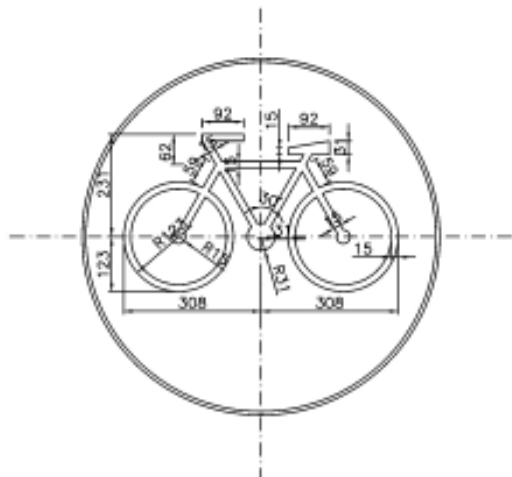


Esta señal se usa para indicar la existencia de un vértice de separación de flujos que circulan en un mismo sentido, debiendo los vehículos que circulan por la izquierda continuar por la izquierda y los que circulan por la derecha, por la derecha.

Se instala en islas de canalización, a una altura no superior a 1 m sobre la vía, frente al flujo que se quiere separar.

FIGURA 1.8-49 PASO VÉRTICE (SR-42)

SOLO BICICLETAS	SR-43
------------------------	--------------

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR
	
VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR	VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR
	<p style="text-align: center;">NO CORRESPONDE SU USO</p>

COTAS EN MILIMETROS



Esta señal se usa para indicar la existencia de una pista o una vía exclusiva para bicicletas. Se instala al costado de la vía y al inicio de cada cuadra si se trata de una zona urbana; siendo ventajoso, a veces, colocarla en una estructura elevada sobre la pista o vía. Tratándose de una ciclovia rural, esta señal debe ser colocada, a lo menos, cada 2.000 metros y además, justo después de cada cruce.

FIGURA 1.8-50 CICLOVÍA (SR-43)

1.9	SEÑALES INFORMATIVAS	139
1.9.1	OBJETIVO	139
1.9.2	FORMA	139
1.9.3	COLOR	140
1.9.4	UBICACIÓN	140
1.9.5	MENSAJE	140
1.9.6	FLECHAS	140
1.9.7	CLASIFICACIÓN	151
1.9.8	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	152
1.9.8.1	Señales de preseñalización (IP)	154
1.9.8.2	Señales de dirección (ID).....	156
1.9.8.3	Señales de confirmación (IC).....	160
1.9.8.4	Señales de identificación vial (IV)	160
1.9.8.5	Señales de localización (IL)	163
1.9.8.6	Señales de servicios al usuario (IS).....	163
1.9.8.7	Señales de atractivo turístico (IT)	169
1.9.8.8	Señales para autopistas (IAA)	178
1.9.8.9	Otras señales informativas (IO)	182
1.9.8.10	Señales informativas de control (ICO)	184
1.9.8.11	Señales informativas de tamaño especial (IT (E) - IS (E)).....	185
1.9.9	EJEMPLOS DE MENSAJES	194
1.9.9.1	Esquema 1: ejemplo de señalización en autopistas	194
1.9.9.2	Esquema 2: ejemplo de señalización en vías rurales	195
1.9.9.3	Esquema 3: ejemplo de señalización en vías urbanas	196
1.9.9.4	Esquema 4: otro ejemplo de señalización en vías urbanas.....	197
1.9.9.5	Esquema 5: ejemplo de señalización de intersecciones urbanas	198

1.9 SEÑALES INFORMATIVAS

1.9.1 OBJETIVO

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:

- enlaces o empalmes con otras vías
- pistas apropiadas para cada destino
- direcciones hacia destinos, calles o rutas
- inicio de la salida a otras vías
- distancias a que se encuentran los destinos
- nombres de rutas y calles
- servicios y lugares de atractivo turístico existentes en las inmediaciones de la vía
- nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

1.9.2 FORMA

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. Estos colores, con excepción del negro, deberán cumplir con lo indicado en la sección 1.5 del presente capítulo.

En el caso en que se requiera adosar placas que amplíen la información de las señales, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal.

El ancho de la orla de la señal debe corresponder al especificado en la Tabla 1.9-1.

TABLA 1.9-1 ANCHO DE ORLA

Dimensiones de la Señal	Ancho Orla (A)	Distancia Borde Exterior de la Orla y Borde de la Señal (B)	Línea Divisoria (C)
Hasta 1m x 1m	2,0 cm	1 cm.	1.0
Hasta 2m x 3m	2,5 cm	1 cm.	1.3
más 2m x 3m	3,0 cm	1 cm.	1.5

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

Su color debe ser blanco cuando el fondo de la señal puede ser azul, verde, negro o café. Deberá ser negra la orla cuando el fondo sea blanco, amarillo o naranja.

Cuando se confeccione una señal típica de dirección informando dos destinos se podrá utilizar una línea divisoria (C) entre ambas leyendas de destino de ancho $A/2$, es decir $C = A/2$

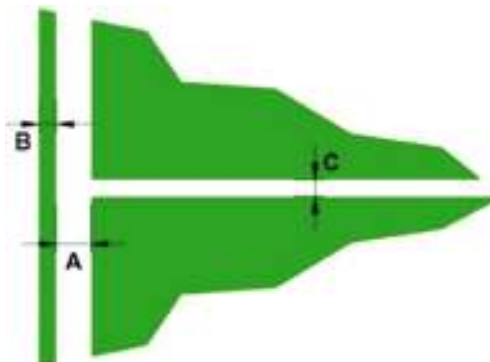


FIGURA 1.9-1 ANCHO DE ORLA

1.9.3 COLOR

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. Estos colores, con excepción del negro, deberán cumplir con lo indicado en la Sección 1.5 del presente Capítulo.

Todos los elementos de las señales informativas, tales como; fondo, caracteres, orlas, símbolos, leyendas, pictogramas de una señal vertical, excepto aquellos de color negro, deberán cumplir con un nivel de retrorreflexión mínimo, de acuerdo a lo indicado en el la Sección 1.5 de este Capítulo.

1.9.4 UBICACIÓN

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 ajustado 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.

No obstante, no es conveniente elevar las señales verticales en demasía sobre dicha altura, ya que la señal puede quedar ubicada fuera del cono de atención de los conductores o fuera del alcance de la luz emitida por los focos de los vehículos, dificultando su visibilidad nocturna.

1.9.5 MENSAJE

En el caso de las señales informativas, el mensaje no siempre se entrega a través de una sola señal, sino que en una secuencia de señales diseñadas y emplazadas para funcionar en conjunto. Dependiendo de las características y jerarquía de la vía, corresponde utilizar todas o sólo algunas de las señales indicadas en la Figura 1.9-51 que guían al usuario a su destino.

Es así como en el caso de autopistas o autovías cada una de las señales informativas forma parte de un sistema, en el que la señal de preseñalización alerta sobre la proximidad de una salida y sus destinos; la de dirección indica el tipo de maniobra que es necesario realizar; la de salida inmediata indica el lugar y ángulo de salida; la de confirmación corrobora los destinos e indica distancias a éstos; la de identificación vial individualiza la vía y la de localización confirma los destinos y lugares por los que ésta pasa.

En atención a que los conductores no deben distraer su atención de la vía por más que un instante, una señal informativa no debe contener un texto de más de 3 líneas.

1.9.6 FLECHAS

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. En el primer caso, usado en señales aéreas (pórticos, bandera y otros) cada flecha debe apuntar directamente al centro de la pista asociada al destino indicado en la leyenda que está sobre ella; y en el segundo, la flecha debe ser oblicua ascendente u horizontal, representando adecuadamente el ángulo de la salida.

La Figura 1.9-2 muestra las dos flechas que se deben usar en señales informativas aéreas, una descendente y otra ascendente. El ancho de la cabeza de la flecha que apunta hacia abajo, en las señales sobre la calzada, es 1,75 veces la altura de las letras más grandes de la señal. El ancho de la cabeza de la flecha ascendente es igual a la altura de las letras más grandes.

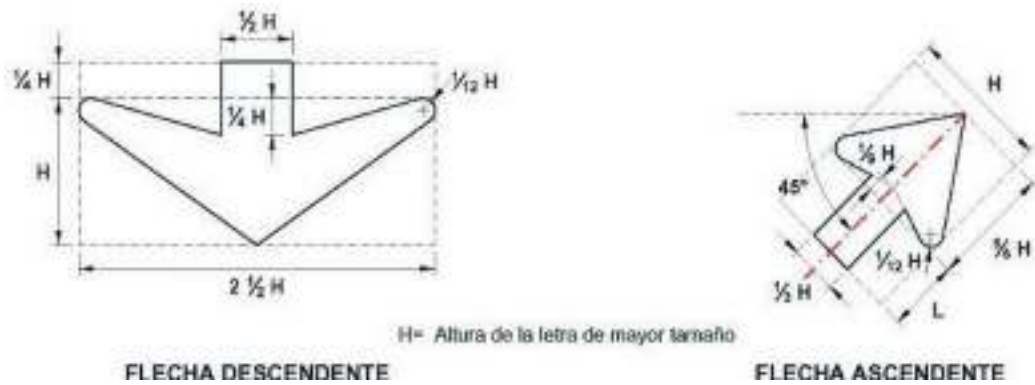


FIGURA 1.9-2 FLECHAS AÉREAS

La Figura 1.9-3 muestra las flechas que se deben usar en señales **informativas laterales**. Sus dimensiones se expresan en función de la altura de la mayúscula asociada a ellas.

Las dimensiones especificadas pueden ser aumentadas, si un estudio técnico lo justifica, manteniendo su proporcionalidad.

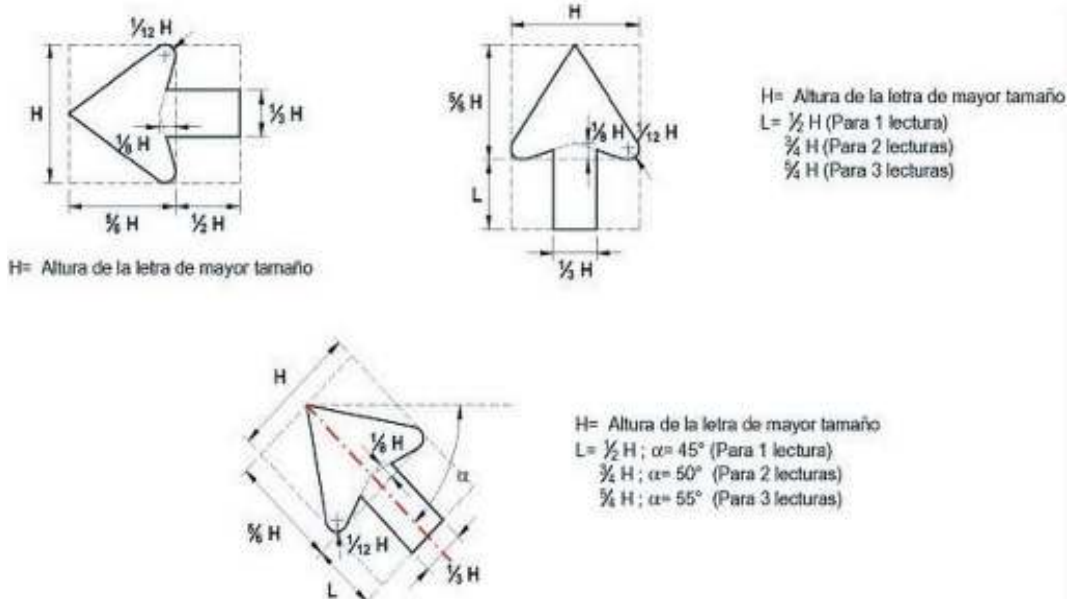


FIGURA 1.9-3 FLECHAS LATERALES



FIGURA 1.9-4 DISPOSICIÓN DE FLECHAS EN SEÑALES INFORMATIVAS LATERALES

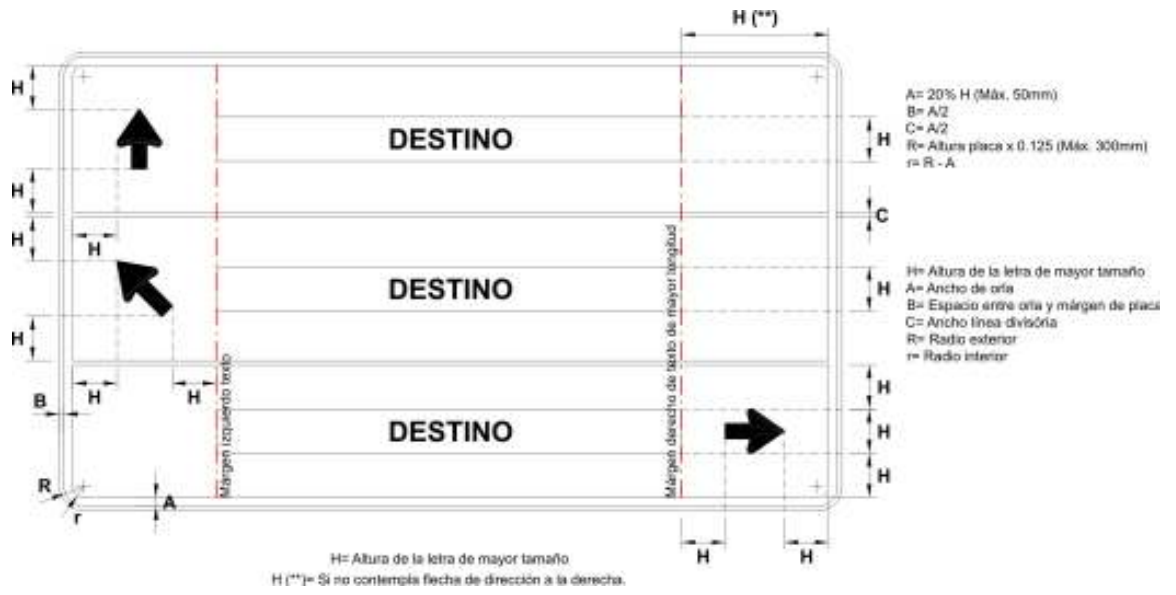


FIGURA 1.9-5 COMPOSICIÓN DE UNA SEÑAL INFORMATIVA TIPO MAPA

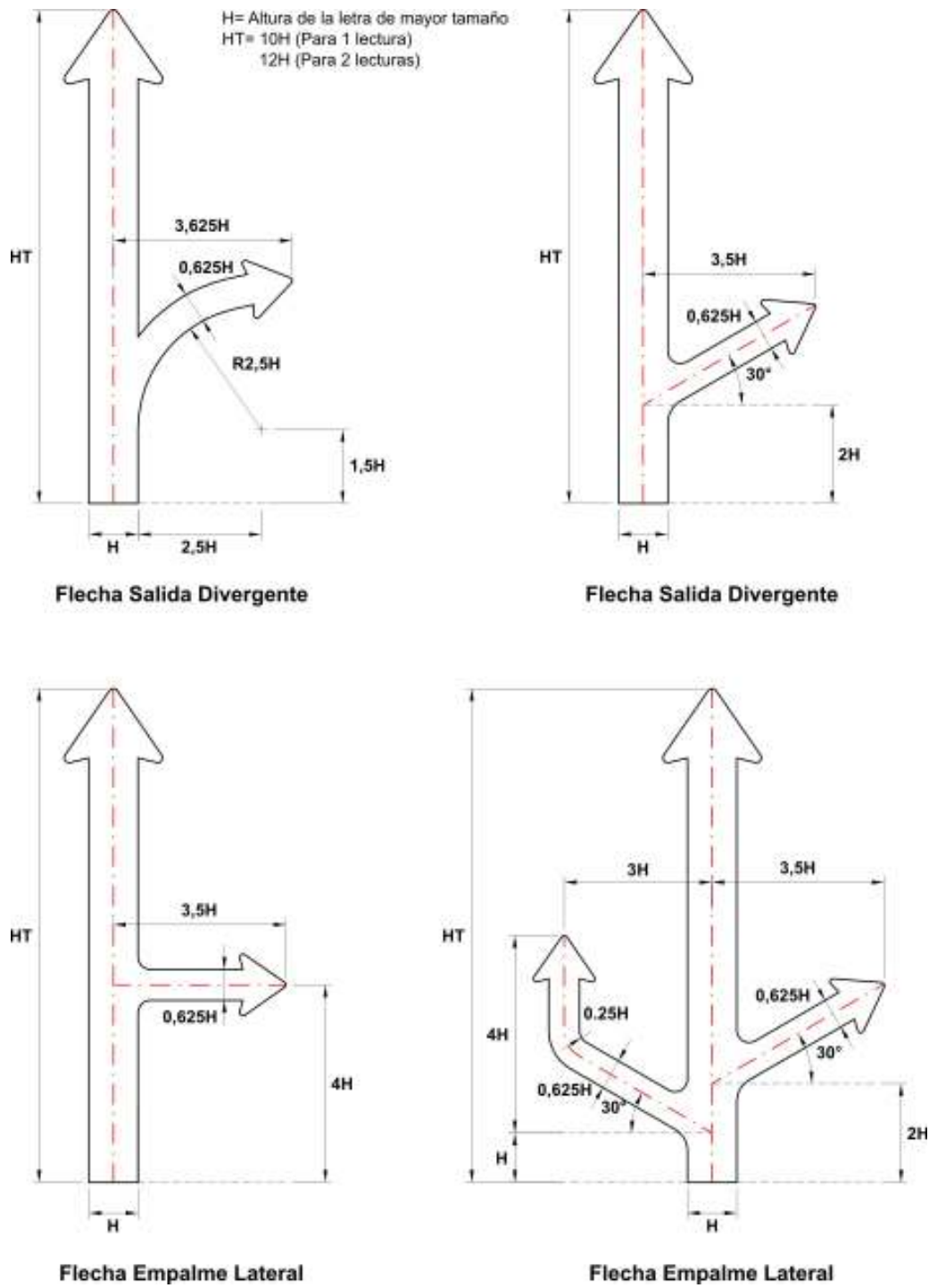
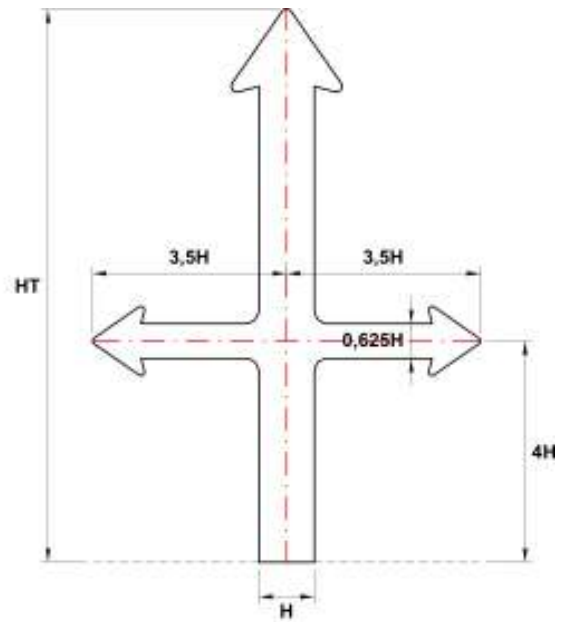
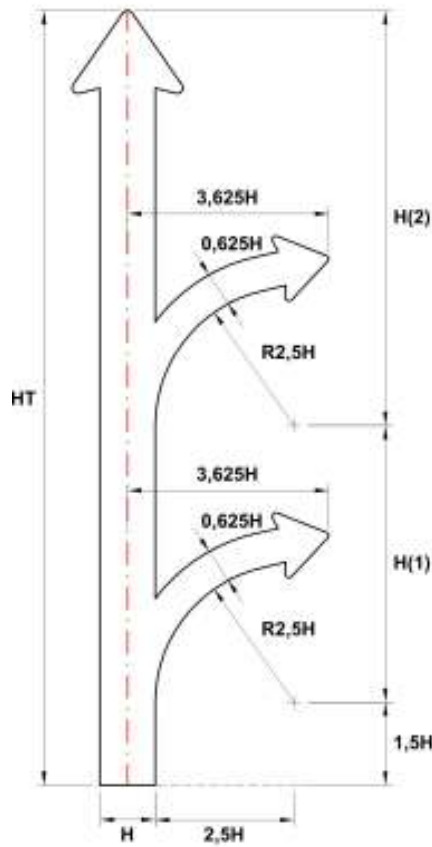


FIGURA 1.9-6 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS PARA SEÑALES TIPO MAPA

H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 10H (Para 1 lectura)
 12H (Para 2 lecturas)



Flecha Tipo Cruce



Flecha Doble Salida Divergente

1 Destino - 1 Destino
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 14H
 H(1)= 5H
 H(2)= 7,5H

2 Destinos - 2 Destinos
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 18H
 H(1)= 6,75H
 H(2)= 9,75H

FIGURA 1.9-7 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS PARA SEÑALES TIPO MAPA (CONTINUACIÓN)

1 Destino - 1 Destino

H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 14H
 H(1)= 4H
 H(2)= 8H

1 Destino - 1 Destino

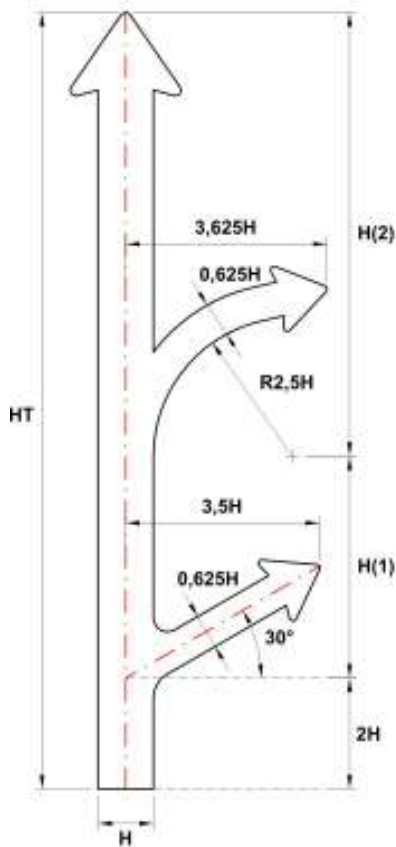
H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 14H
 H(1)= 5H
 H(2)= 7H

2 Destinos - 2 Destinos

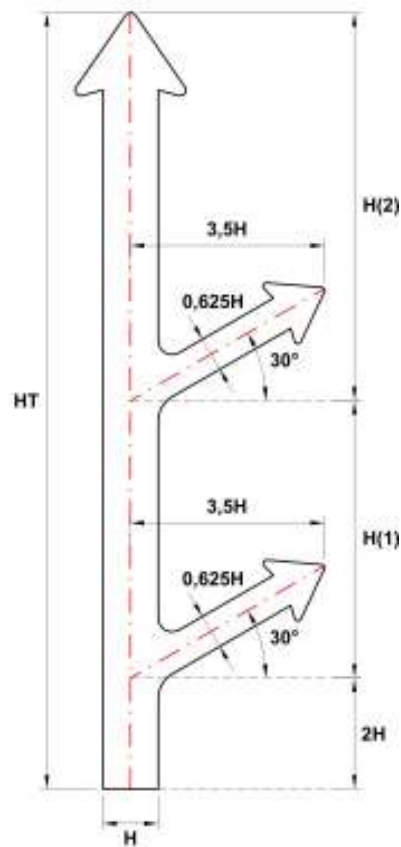
H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 18H
 H(1)= 6,5H
 H(2)= 9,5H

2 Destinos - 2 Destinos

H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 18H
 H(1)= 6,75H
 H(2)= 9,25H



Flecha Doble Salida Divergente



Flecha Doble Salida Divergente

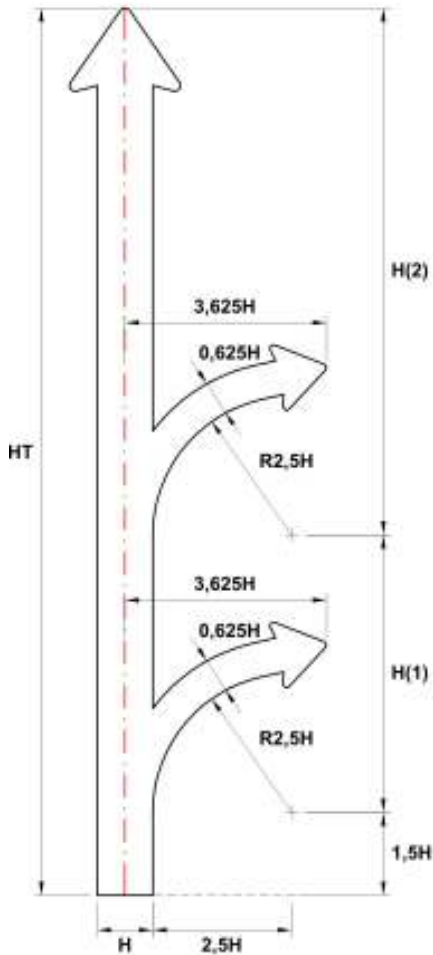
FIGURA 1.9-8 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS PARA SEÑALES TIPO MAPA (CONTINUACIÓN)

1 Destino (Inf.) - 2 Destinos (Sup.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 16H
 H(1)= 5H
 H(2)= 9,5H

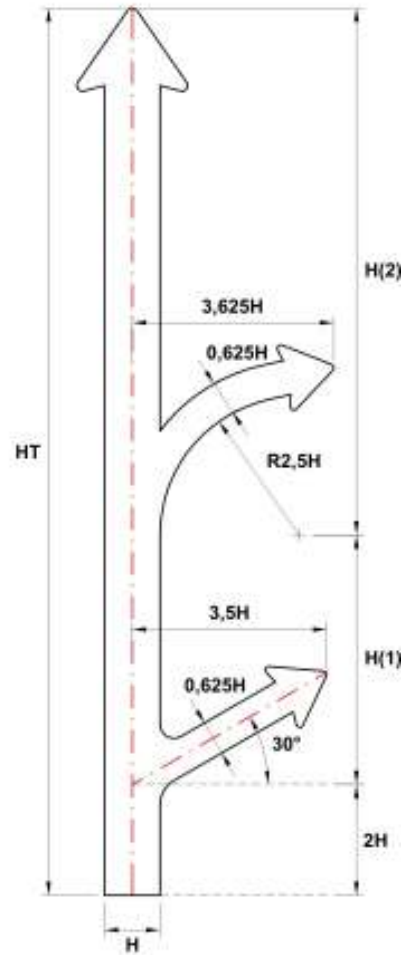
2 Destinos (Inf.) - 1 Destino (Sup.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 16H
 H(1)= 6,75H
 H(2)= 7,75H

1 Destino (Inf.) - 2 Destinos (Sup.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 16H
 H(1)= 4,5H
 H(2)= 9,5H

2 Destinos (Inf.) - 1 Destino (Sup.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 16H
 H(1)= 6,25H
 H(2)= 7,75H



Flecha Doble Salida Divergente



Flecha Doble Salida Divergente

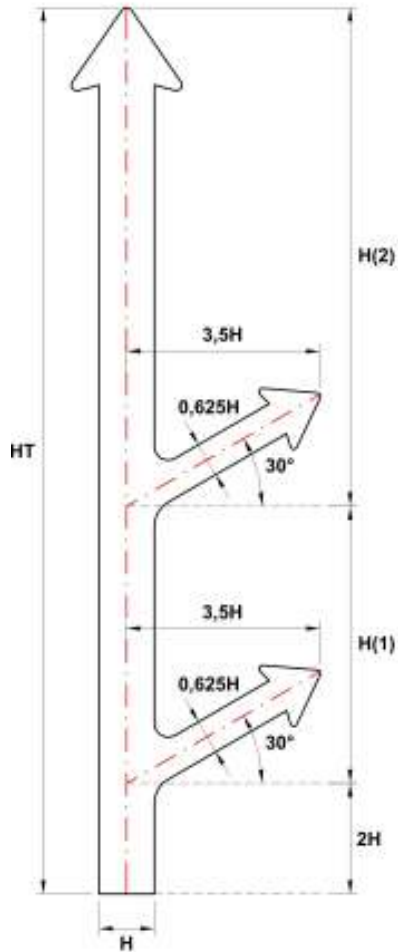
FIGURA 1.9-9 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS PARA SEÑALES TIPO MAPA (CONTINUACIÓN)

1 Destino (Inf.) - 2 Destinos (Sup.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 16H
 H(1)= 5H
 H(2)= 9H

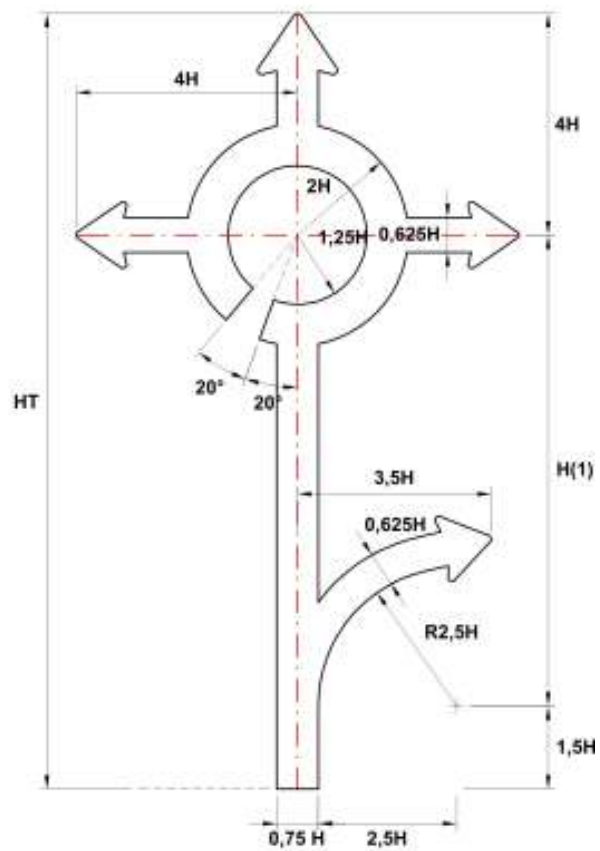
2 Destinos (Inf.) - 1 Destino (Sup.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 16H
 H(1)= 7H
 H(2)= 7H

1 Destino (Inf.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 14H
 H(1)= 8,5H

2 Destinos (Inf.)
 H= Altura de la letra de mayor tamaño
 HT= 16H
 H(1)= 10,5H

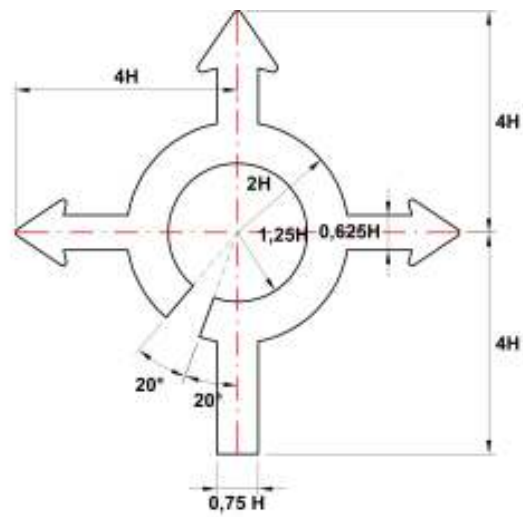


Flecha Doble Salida Divergente

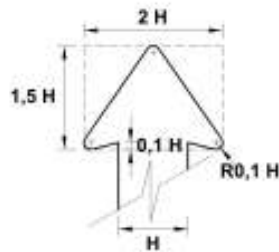


Flecha Tipo Rotonda con Salida Divergente

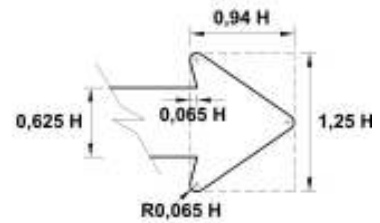
FIGURA 1.9-10 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS PARA SEÑALES TIPO MAPA (CONTINUACIÓN)



Flecha Tipo Redonda



**Detalle
Cabeza Flecha Principal**



**Detalle
Cabeza Flecha Secundaria**

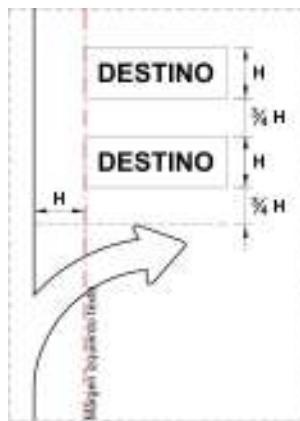


**Texto Justificado a la Izquierda
en Cabeza Flecha Principal**

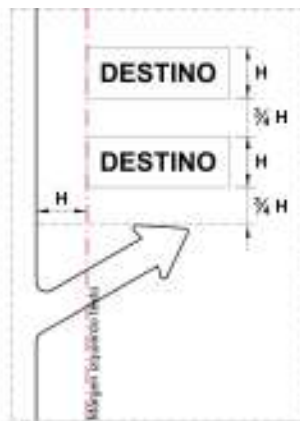


**Texto Justificado al Centro
en Cabeza Flecha Principal**

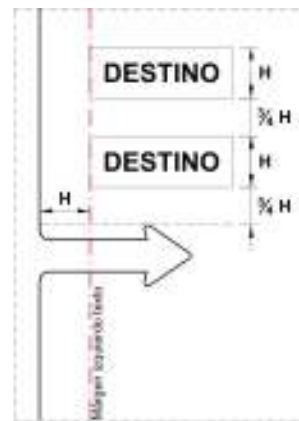
FIGURA 1.9-11 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS PARA SEÑALES TIPO MAPA (CONTINUACIÓN)



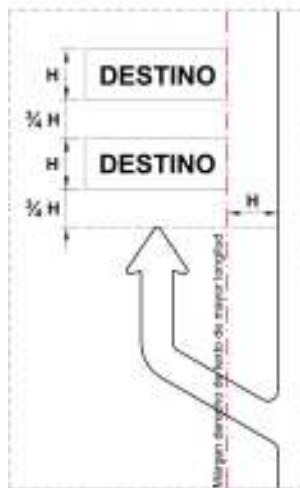
Texto con Justificación a la Izquierda en Cabeza Flecha Secundaria



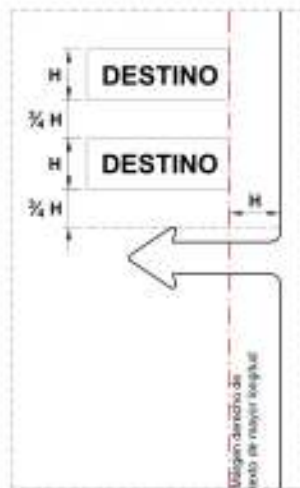
Texto con Justificación a la Izquierda en Cabeza Flecha Secundaria



Texto con Justificación a la Izquierda en Cabeza Flecha Secundaria



Texto con Justificación a la Derecha en Cabeza Flecha Secundaria



Texto con Justificación a la Derecha en Cabeza Flecha Secundaria



Texto con Justificación a la Izquierda al Pie de la Flecha

H= Altura de la letra de mayor tamaño
 TEXTO (*)= Cuando una localidad tenga que dividirse en dos líneas, se utilizará 3/4 H de separación entre líneas.

FIGURA 1.9-12 DIAGRAMACIÓN DE FLECHAS PARA SEÑALES TIPO MAPA (CONTINUACIÓN)

1.9.7 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 Figura 1.9-13 se puede apreciar, en forma resumida, algunos de los tipos de señales indicadas anteriormente.



FIGURA 1.9-13 EJEMPLO DE SEÑALES INFORMATIVAS

1.9.8 DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO

En estas señales, las leyendas se escriben con letras MAYÚSCULAS cuando la altura mínima requerida para las letras es menor o igual a 15 cm. Si es superior, se usarán minúsculas, debiendo comenzar cada palabra con una mayúscula cuya altura debe ser un 30% mayor que la de las minúsculas.

En condiciones ideales los mensajes se pueden leer y entender de una sola mirada, pero factores como la distracción del conductor, la obstrucción de la línea visual por otros vehículos, condiciones climatológicas desfavorables, visión reducida u otros, demoran la lectura. Por ello, se estima que el tiempo requerido para leer y entender una señal puede variar entre 3 y 5 segundos, dependiendo fundamentalmente de la capacidad del conductor y del grado de complejidad del mensaje. A su vez, el tiempo disponible para leer una señal queda determinado por la velocidad del vehículo.

En función de la velocidad máxima se han determinado las alturas mínimas de letra que detalla la Tabla 1.9-2. En cada caso se entregan dos valores, el primero de ellos aplicable a mensajes simples, cuya leyenda no supere 2 líneas, y el segundo, a mensajes de mayor complejidad, con leyendas de hasta tres líneas o tipo “mapa”.

TABLA 1.9-2 ALTURA MÍNIMA DE LETRAS PARA DISTINTAS VELOCIDADES MÁXIMAS

Velocidad Máxima (Km/hr)	Altura Mínima de Letra (cm)	
	Leyendas simples	Leyendas complejas
Menor o igual a 40	7,5	12,5
50	12,5	17,5
60 ó 70	15,0	22,5
80 ó 90	20,0	30,0
Mayor a 90	25,0	35,0

No obstante lo anterior, los tamaños mínimos de letra pueden aumentarse si un estudio técnico de las condiciones del tránsito y su composición, de la geometría de la vía u otros factores lo justifican.

Determinada la altura de letra, la señal se diagrama horizontal y verticalmente con los espacios pertinentes entre todos sus elementos: leyenda, símbolo, orla y flechas, de acuerdo a lo indicado en Anexo A. **Este procedimiento define las dimensiones de la señal.**

En las señales de preseñalización y de dirección, el destino más importante mencionado en ellas se ubica en la parte superior, y bajo éste, el más cercano a la señal.

Cuando se requiera utilizar señales tipo “mapa”, éstas se deben diseñar de acuerdo a los siguientes criterios:

- La señal debe representar en planta, y de una forma sencilla, la relación entre la vía en que se emplaza y sus salidas.
- Cada punta de flecha debe indicar idealmente sólo un destino, como máximo dos.
- El astil de la flecha que indica la salida debe ser más corto que el que indica el movimiento que continúa por la vía en que se emplaza. Sin embargo, las dos flechas deben estar unidas.
- El ancho de los astiles de las flechas debe guardar relación con el de las vías que representan.

Los nombres o escudos de vías deben ser ubicados de tal manera que se relacionen inmediatamente con la cabeza de flecha a la que corresponden, ver Figura 1.9-14



FIGURA 1.9-14 EJEMPLO SEÑAL TIPO MAPA

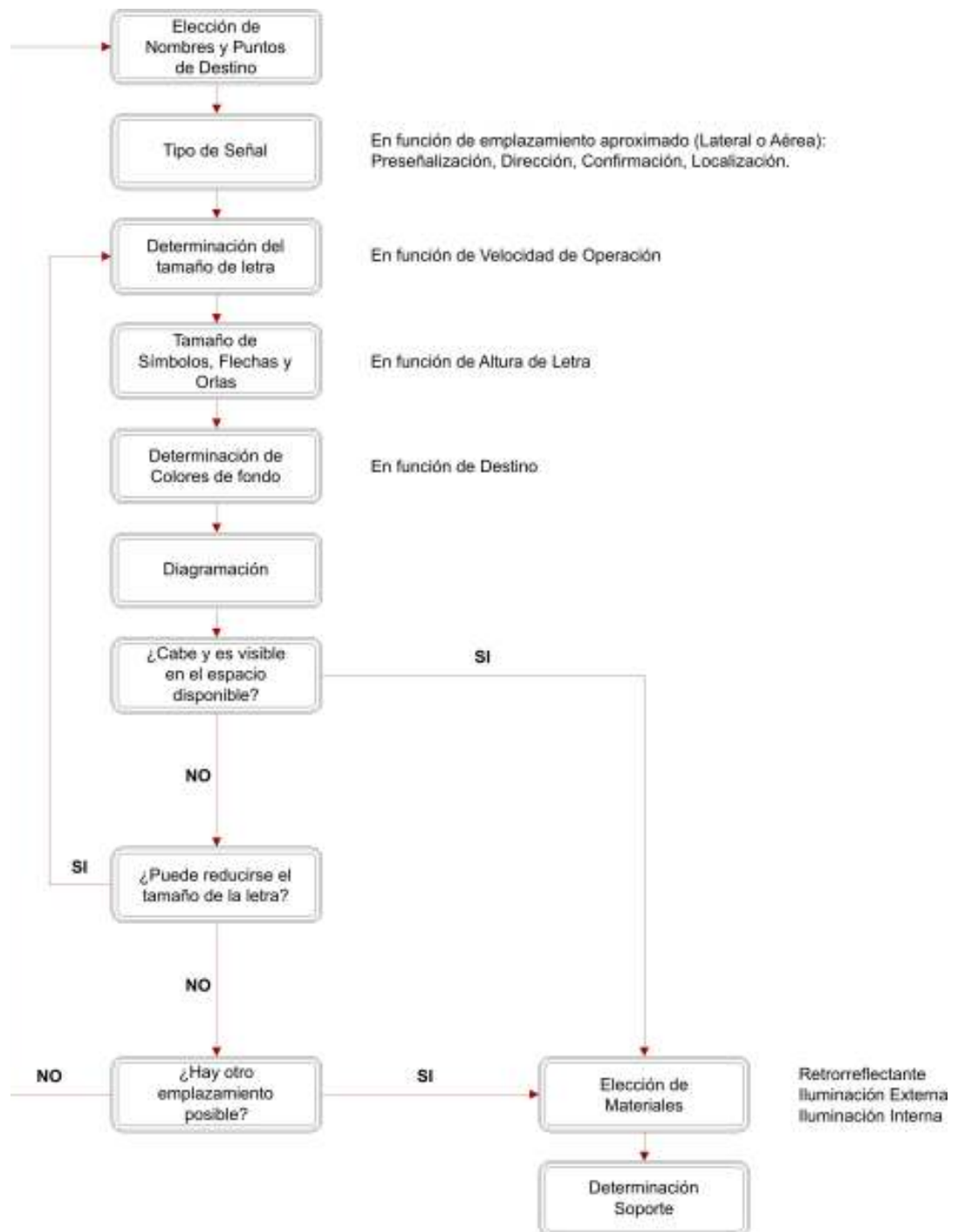


FIGURA 1.9-15 PROCESO DE SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA

1.9.8.1 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.

En la Figura 1.9-16 se aprecian ejemplos de estas señales. 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.

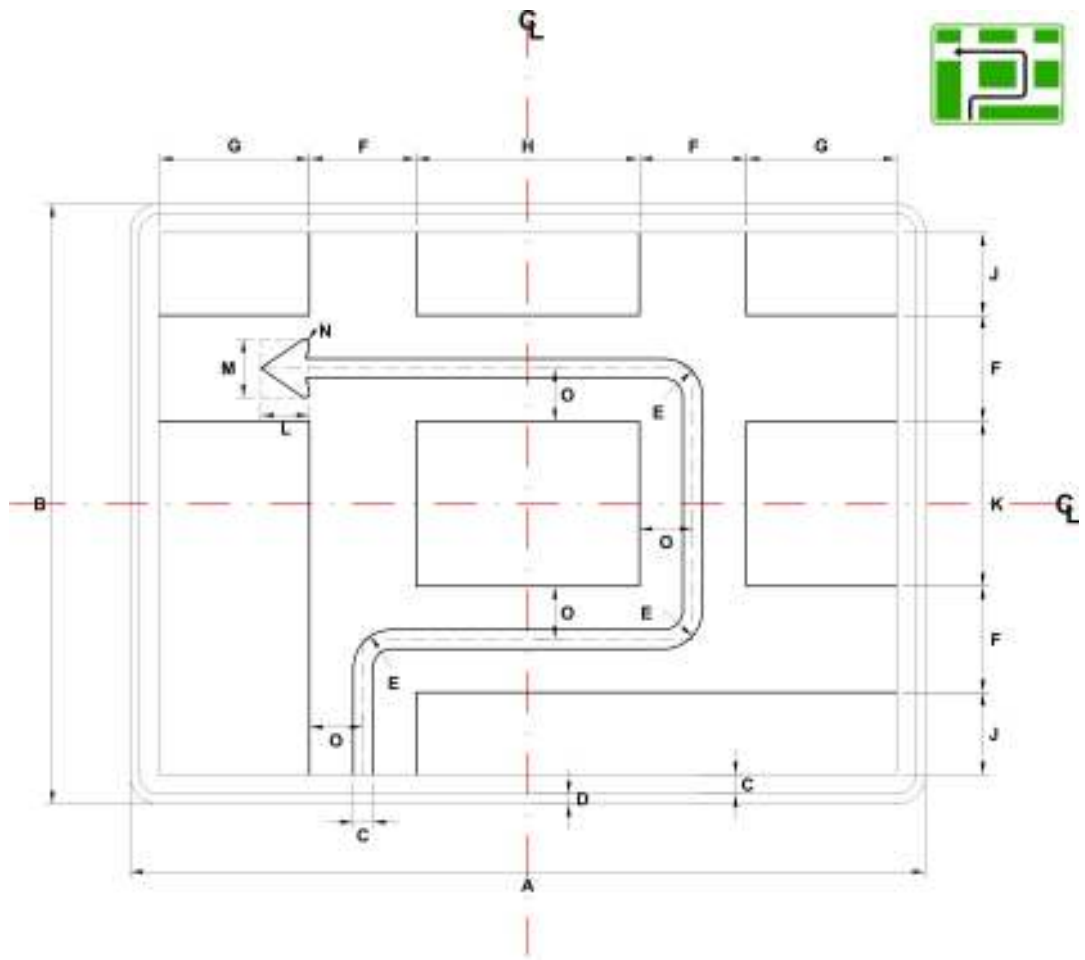
En vías convencionales rurales deben ubicarse a no menos de 300 m del cruce o salida, se debe preavisar con una señal a lo menos a 700 metros. En el caso urbano, se debe instalar a no menos de 200 metros.

TABLA 1.9-3 DISTANCIAS EN METROS DE LAS SEÑALES DE PRESEÑALIZACIÓN

	VELOCIDAD (Km/h)			
	<= 50	60 - 80	90 - 100	110 - 120
Preseñalización 1	200	300	700	2000
Preseñalización 2	-	-	300	1000
Preseñalización 3	-	-	-	500



FIGURA 1.9-16 EJEMPLO SEÑAL PRESEÑALIZACIÓN TIPO MAPA Y ÁEREA



DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O
E A 50 Km/h	820	620	20	10	40	110	155	230	85	170	50	60	5	55
60 A 70 Km/h	820	620	20	10	40	110	155	230	85	170	50	60	5	55
80 A 90 Km/h	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
> A 90 Km/h	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

COLORES

PICTOGRAMA	NEGRO	MATERIAL NO REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	VERDE	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-17 SEÑAL DE PRESEÑALIZACIÓN (IP-1)

Esta señal es un caso especial dentro de las señales de preseñalización; se utiliza en vías convencionales urbanas para informar a los conductores que deseen virar en una intersección cercana, la ruta que deben seguir debido a que en dicha intersección el viraje está prohibido. La información entregada debe permitir al conductor identificar las vías por las que debe continuar para evitar el viraje restringido y alcanzar su destino. RUTA ALTERNATIVA (IP-1)

1.9.8.2 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. En la Figura 1.9-18 se muestran ejemplos de estas señales.

En autopistas y autovías se ubican al inicio de pistas suplementarias o de desaceleración o aproximadamente a 300 metros del inicio de la salida, pudiendo complementarse con la señal INDICACION DE SALIDA LATERAL DERECHA (IAA-3), Figura 1.9-38.

En vías convencionales se ubican entre 10 y 50 m antes del cruce o en el inicio de la pista de viraje o de salida, si ésta existe.

Para no confundir a los conductores, cuando se utilizan en conjunto con señales de preseñalización, ambas deben contener idéntica leyenda.

En señales de dirección compuestas, las flechas que indiquen destinos hacia la derecha se ubican próximas al borde derecho de la señal y las que señalan destinos hacia la izquierda o hacia arriba, próximas al izquierdo.



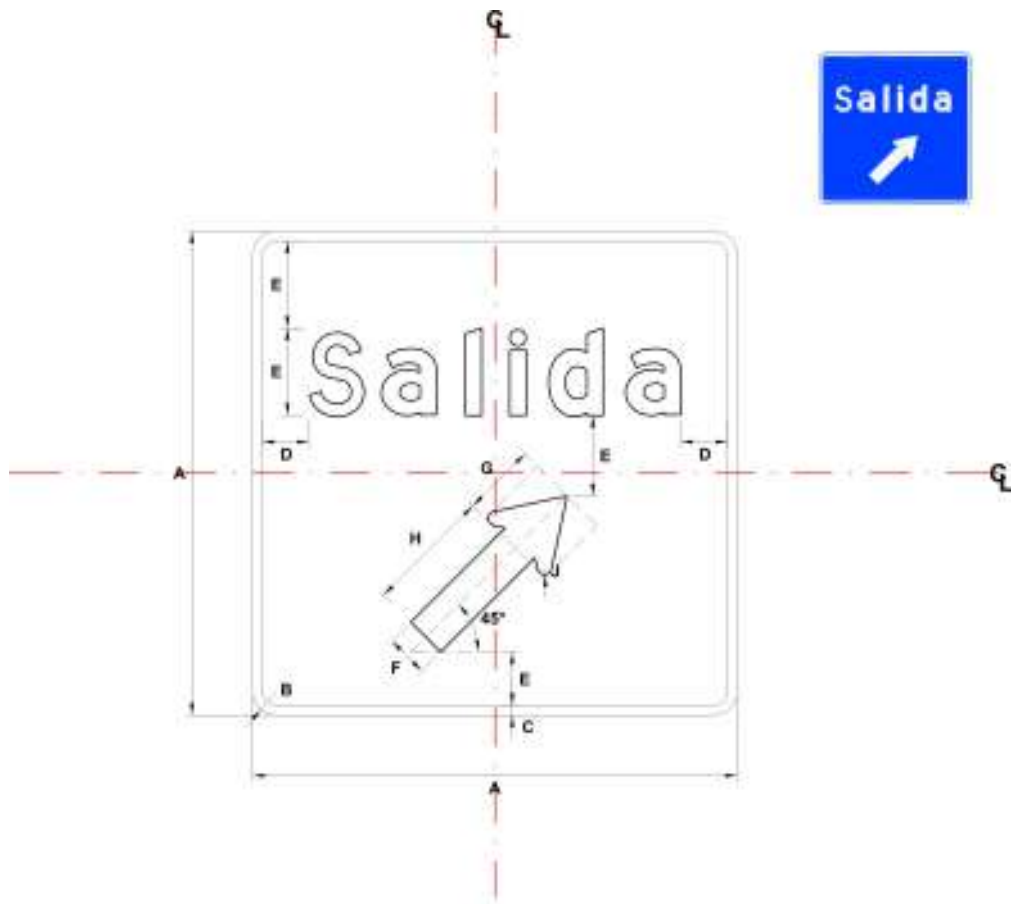
FIGURA 1.9-18 EJEMPLO SEÑALES DE DIRECCIÓN (ID)

a. Salida inmediata (ID - 1a)

Esta señal tiene como única función precisar el lugar donde nace la bifurcación y el ángulo aproximado de ésta respecto de las pistas que continúan por la vía principal, indicando a los conductores que desean salir de la vía, dónde y en qué dirección deben realizar la maniobra requerida. Generalmente se ubica en el vértice formado por la pista que sale y las que continúan.

Dado que la función de esta señal es corroborar la información entregada con anterioridad por señales de preseñalización y otras de dirección, sólo debe utilizarse en conjunto con ellas.

En autopistas y autovías esta señal sólo lleva la leyenda "SALIDA" y una flecha oblicua ascendente u horizontal que represente adecuadamente el ángulo de la salida. Diagramación ver Figura 1.9-19



DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
≤ A 50 Km/h	1000	50	20	98	166	86	153	260	15
60 A 70 Km/h	1000	50	20	98	166	86	153	260	15
80 A 90 Km/h	1000	50	20	98	166	86	153	260	15
> A 90 Km/h	1000	50	20	98	166	86	153	260	15

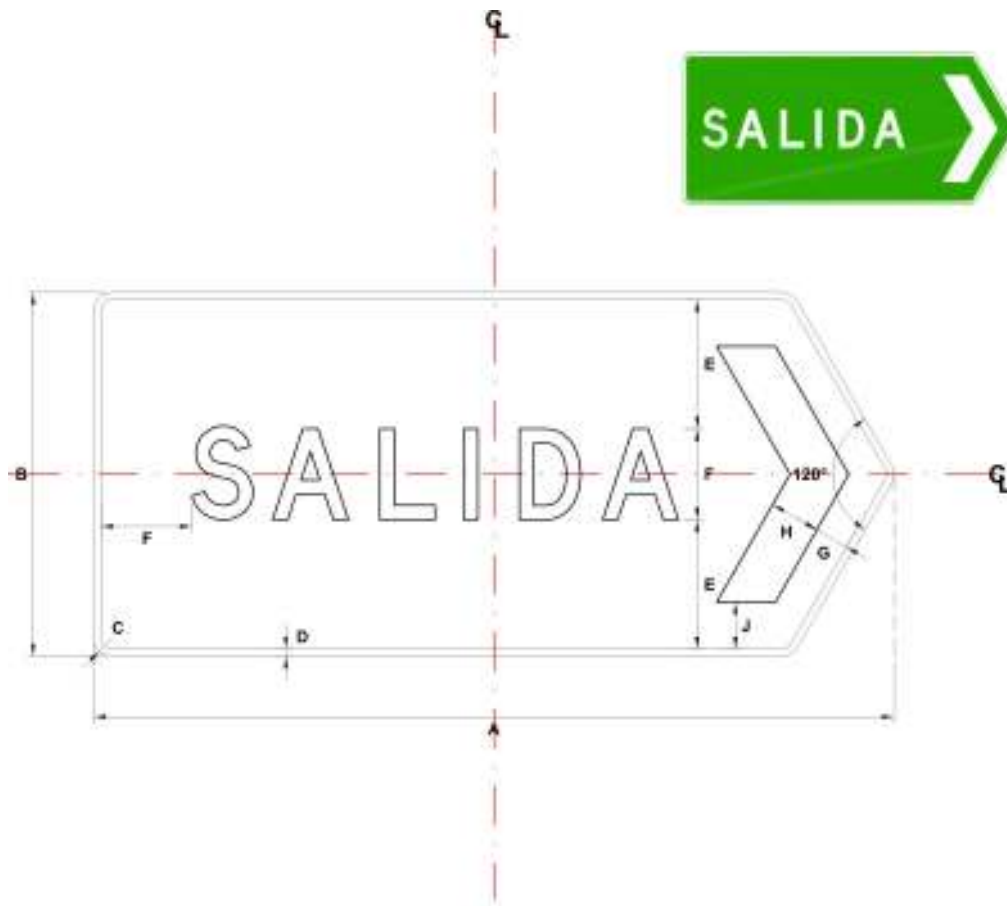
COLORES

PICTOGRAMA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	AZUL	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-19 SEÑAL SALIDA INMEDIATA (ID-1a)

b. Salida inmediata (ID - 1b)

En vías convencionales, cuando se indica una salida en aproximadamente 90°, a la izquierda o a la derecha, la señal puede tener forma de "flecha" en la dirección a tomar. Ver Figura 1.9-20.



DIMENSION SERIAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
≤ A 50 Km/h	2200	1000	50	20	350	250	95	140	128
60 A 70 Km/h	2200	1000	50	20	350	250	95	140	128
80 A 90 Km/h	2200	1000	50	20	350	250	95	140	128
> A 90 Km/h	2200	1000	50	20	350	250	95	140	128

COLORES

LEYENDA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	AZUL	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-20 SEÑAL SALIDA INMEDIATA (ID-1b)

c. Balizas de acercamiento (ID - 2)

Se utilizan sólo en autopistas y autovías para indicar la distancia de 300 m, 200 m y 100 m al inicio de la pista de desaceleración de salida. Sólo se deben usar en conjunto con señales de preseñalización y de dirección.

En el caso de enlaces que presenten dos salidas consecutivas, sólo deben ser usadas para la primera de ellas.

No deben ser instaladas en accesos a autopistas y autovías desde vías convencionales.

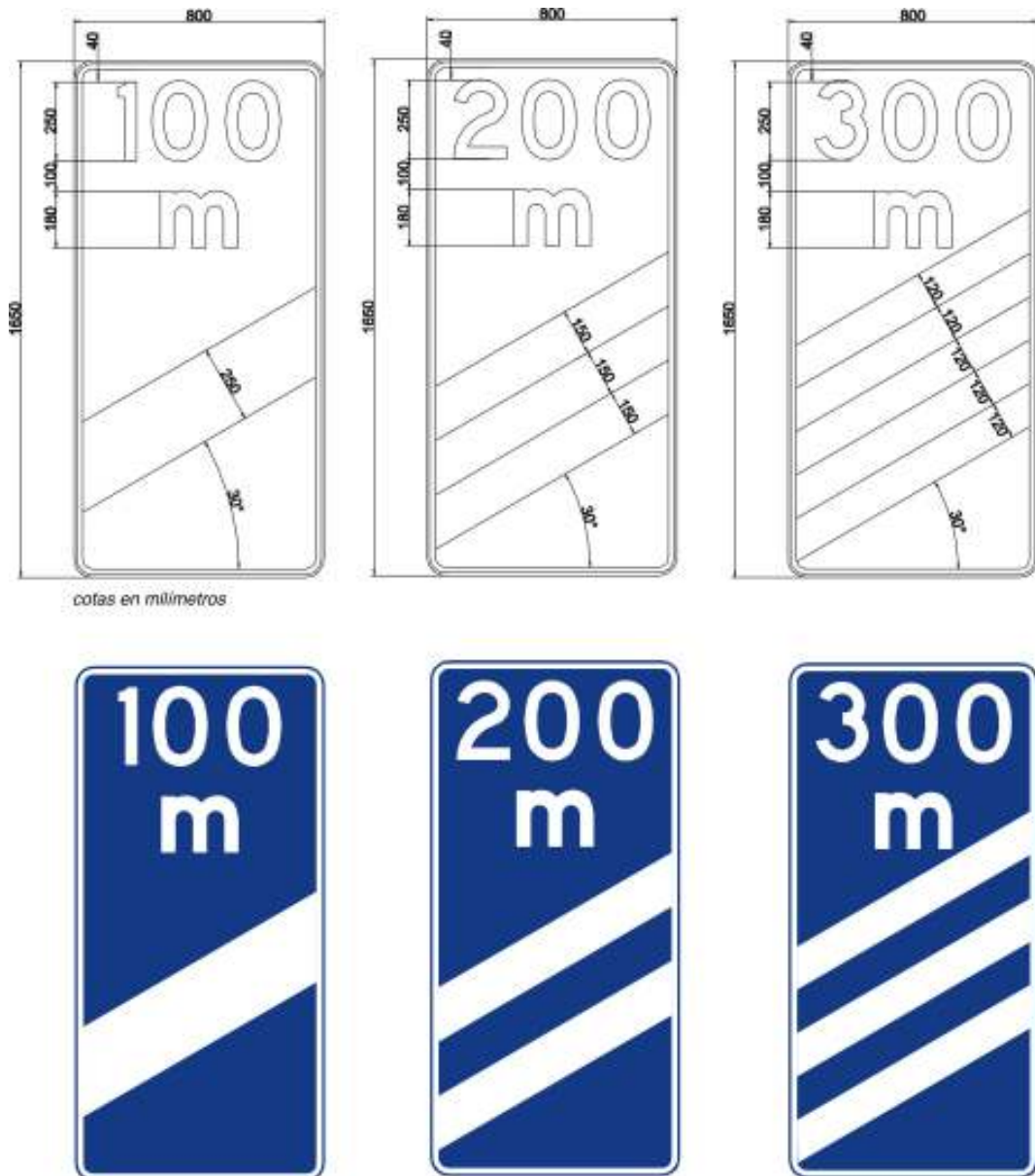


FIGURA 1.9-21 BALIZAS DE ACERCAMIENTO (ID-2)

1.9.8.3 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.

La señal debe indicar a lo más 3 destinos, uno de los cuales, el más lejano a la señal, debe corresponder a una ciudad importante que sirve de referencia y que se ubica siempre en la parte superior de la señal. El destino más cercano se debe ubicar siempre en su parte inferior. A la derecha de cada destino debe figurar la distancia a ellos.

Las distancias que se indiquen deben ser las que efectivamente existen a los lugares de destino, desde la ubicación de la señal. Estas señales se instalan una vez finalizada la pista de incorporación a la nueva vía. De esta manera, la información presentada es de utilidad tanto para los vehículos que han ingresado a la vía como para los que ya transitaban por ella. Ver Figura 1.9-22 y Figura 1.9-52.



FIGURA 1.9-22 EJEMPLO SEÑALES DE CONFIRMACIÓN



FIGURA 1.9-23 EJEMPLO SEÑALES DE CONFIRMACIÓN

1.9.8.4 Señales de identificación vial (IV)

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

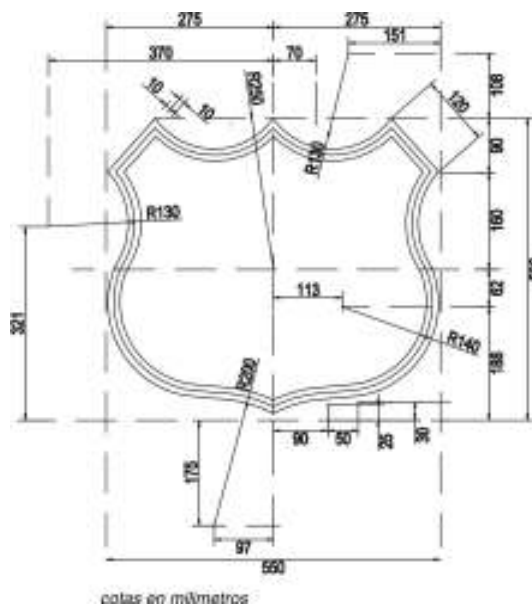


FIGURA 1.9-24 DIAGRAMA SEÑAL DE IDENTIFICACIÓN VIAL

a. 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.

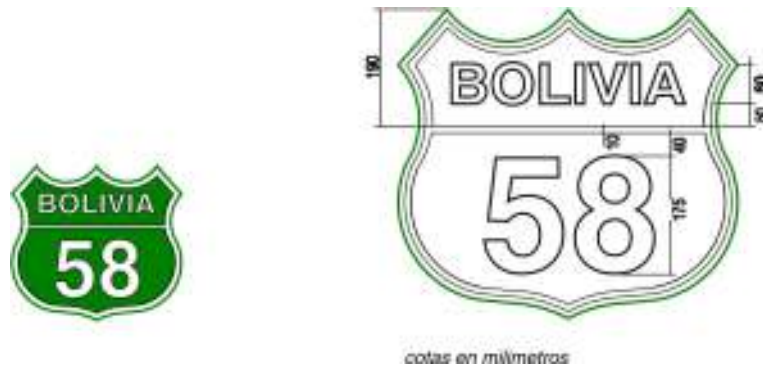


FIGURA 1.9-25 SEÑAL RED FUNDAMENTAL (IV-2)

b. 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.

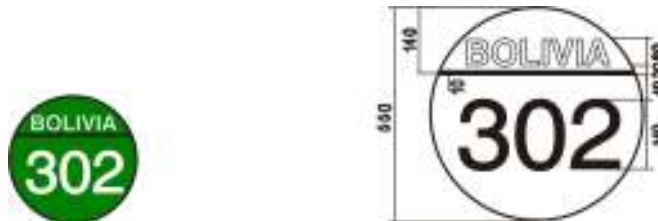


FIGURA 1.9-26 SEÑAL RED PREFECTURAL (IV-3)

c. 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.

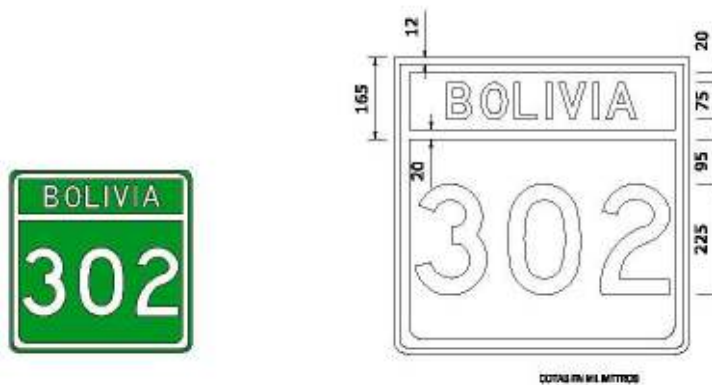


FIGURA 1.9-27 SEÑAL RED MUNICIPAL (IV-4)

d. Nombre y numeración de calle (IV-5)

Se utiliza en vías convencionales urbanas para informar el nombre de las calles y su altura. Se debe ubicar junto con la de TRÁNSITO EN UN SENTIDO (SR-38) o la de TRÁNSITO EN AMBOS SENTIDOS (SR-39).

En el poste que sustenta esta señal se puede instalar, para uso de personas no videntes, una placa con información en Braille, sobre los nombres y numeración de las calles o vías comprendidas en la intersección y una indicación con los cuatro puntos cardinales. Figura 1.9-28.

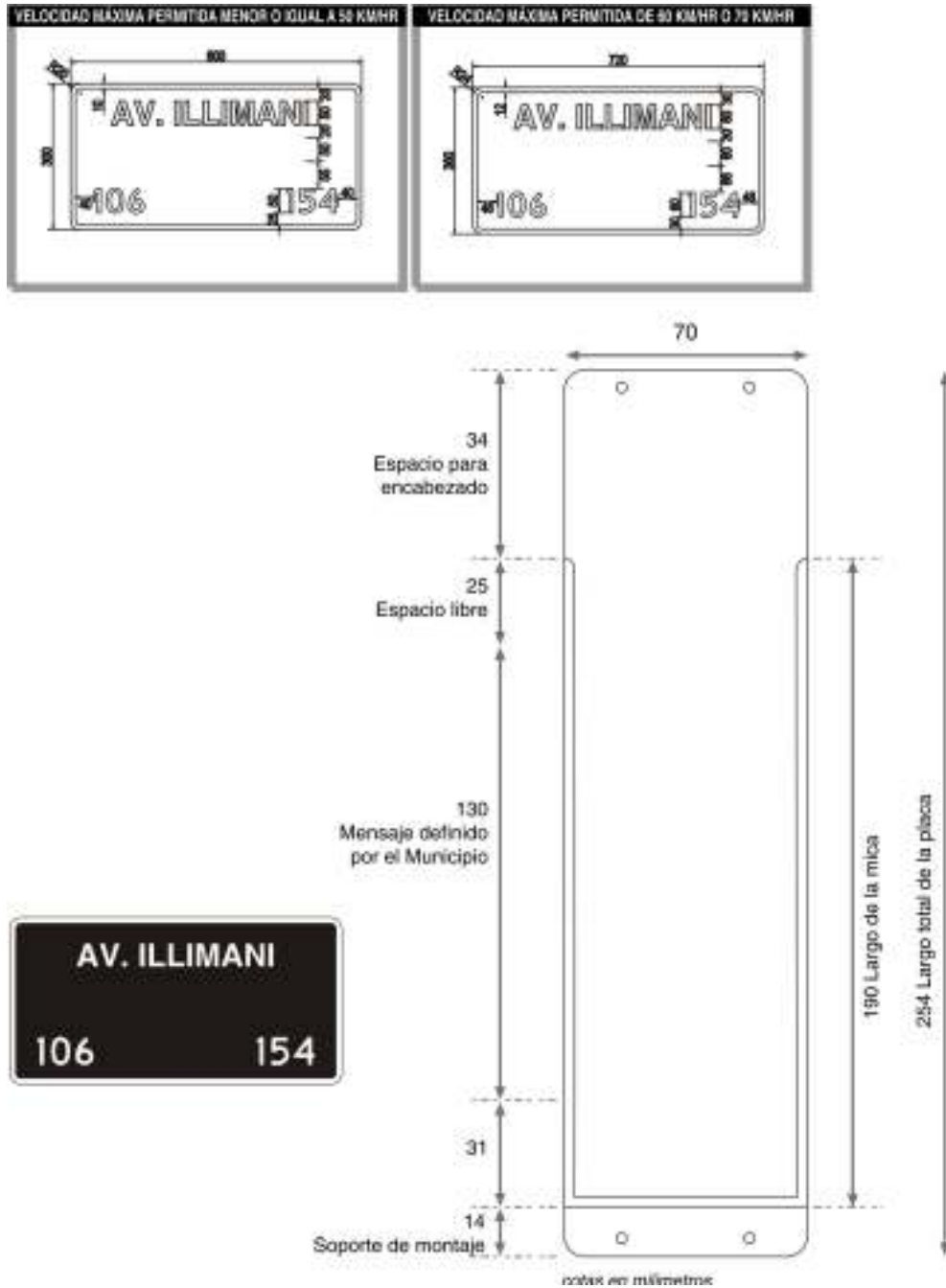


FIGURA 1.9-28 SEÑAL NOMBRE Y NUMERACIÓN DE CALLE (IV-5)

1.9.8.5 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 otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores. Se ubican en el límite jurisdiccional, en el caso de comunas, ciudades o regiones, y próximas a lugares como los mencionados Figura 1.9-29.



FIGURA 1.9-29 EJEMPLO SEÑALES DE LOCALIZACIÓN

1.9.8.6 Señales de servicios al usuario (IS)

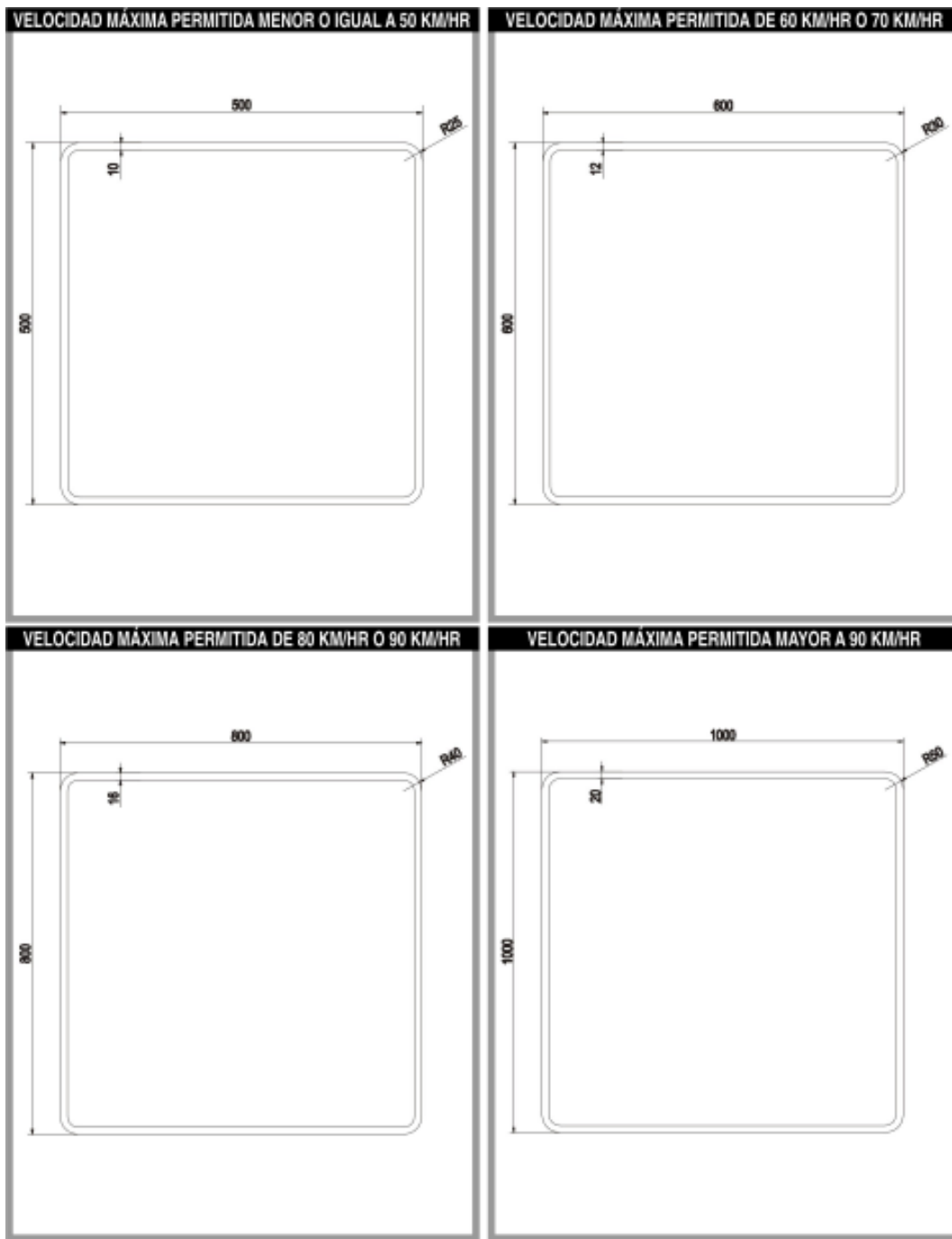
Existe una familia de señales cuya función es informar a los usuarios respecto de servicios, tales como teléfono, correos, hotel, restaurante, primeros auxilios, entre otros, que se encuentran próximos a la vía. Estas señales son cuadradas, de fondo azul en autopistas y autovías y verde en vías convencionales;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

La señal se ubicará siempre al lado derecho de la pista de circulación y se instalará entre 50 m y 300 m antes del establecimiento. También puede colocarse al inicio de la salida que conduce a la instalación, en cuyo caso pueden llevar una flecha de color blanco apuntando en la dirección de la salida. En caso de preseñalización, se deberá indicar en el espacio inferior de la señal, la distancia a la que se encuentra el establecimiento.

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)
Servicios Higiénicos (IS-7)	Andarivel (IS-15)
Alimentación (IS-8)	

Estas señales pueden mostrarse agrupadas en placas paneles de señalización, con tres o seis pictogramas de servicio, en la proximidad de una localidad o ciudad, manteniendo siempre cada señal individual sus dimensiones mínimas. Las distancias al área de servicios a las que deberán ser ubicadas estas señales se indican Tabla 1.9-3

Si una vez ubicada la señal existiese interferencia con otras señales o elementos del camino que hagan necesario su reubicación, se podrá desplazar ésta en +/- 50 m.



otas en milímetros



FIGURA 1.9-30 DIMENSIONES PLACA SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIOS

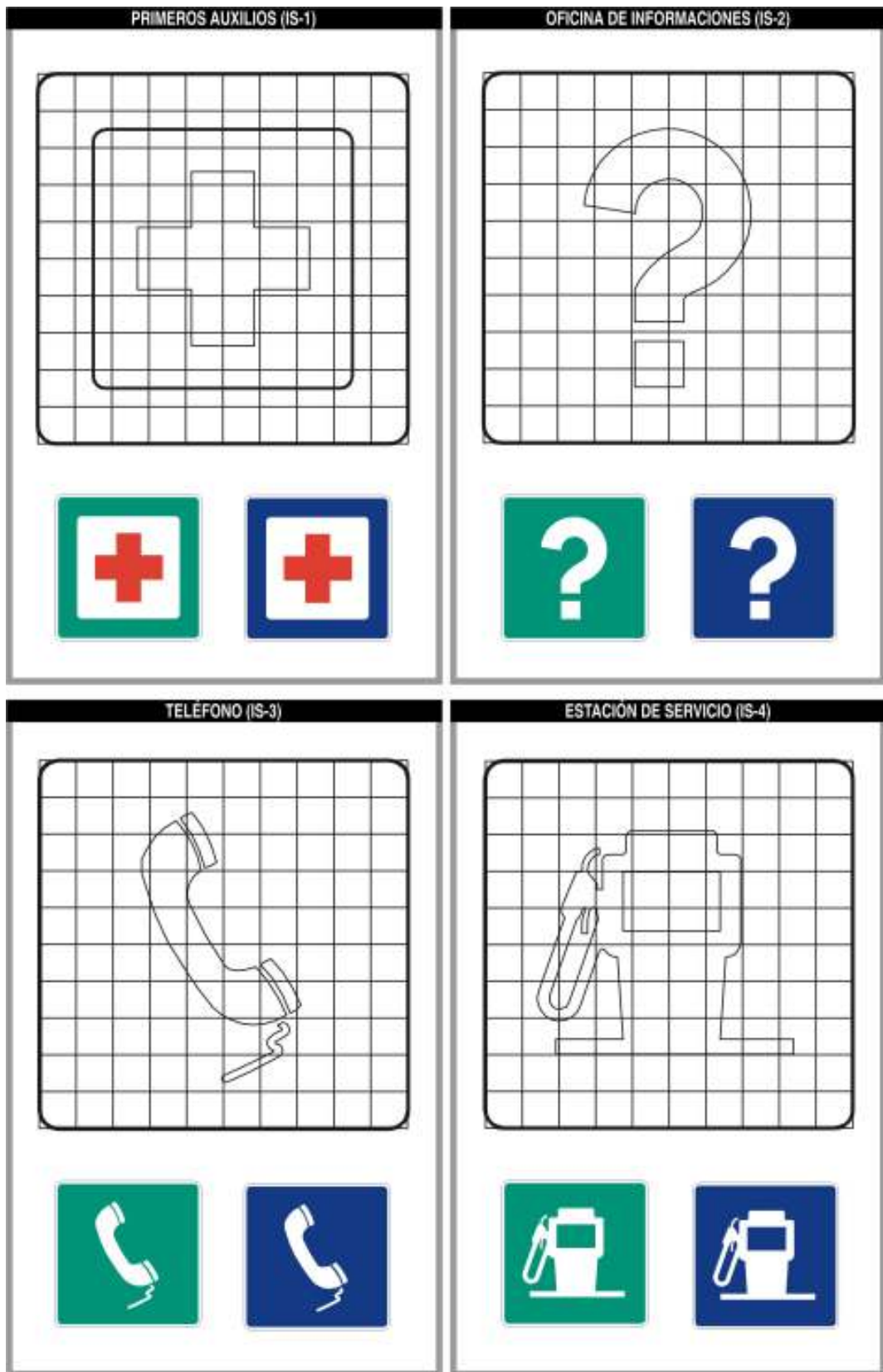


FIGURA 1.9-31 SEÑALES DE SERVICIO (IS 1 a 4)

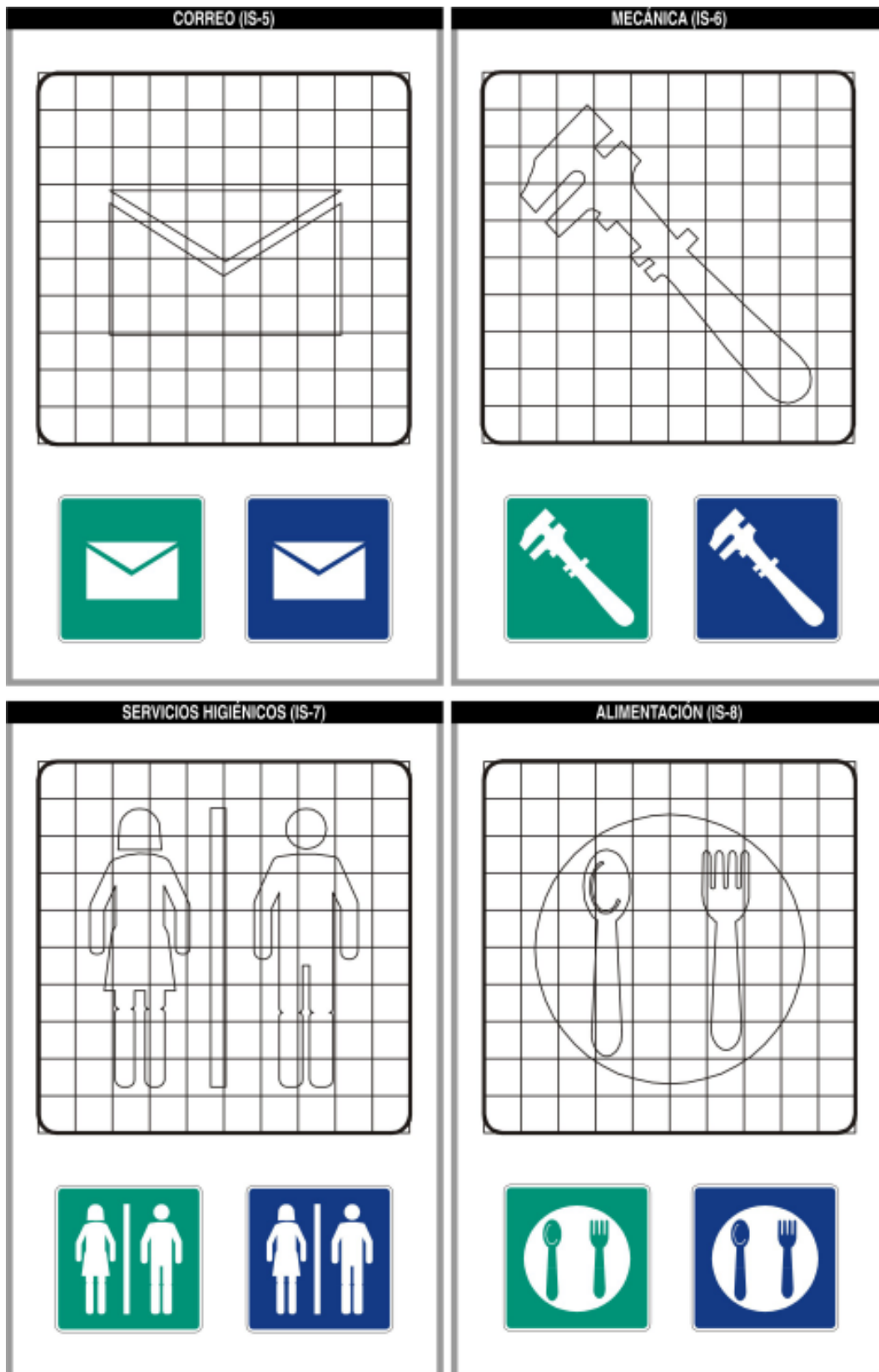


FIGURA 1.9-32 SEÑALES DE SERVICIO (IS 5 a 8)

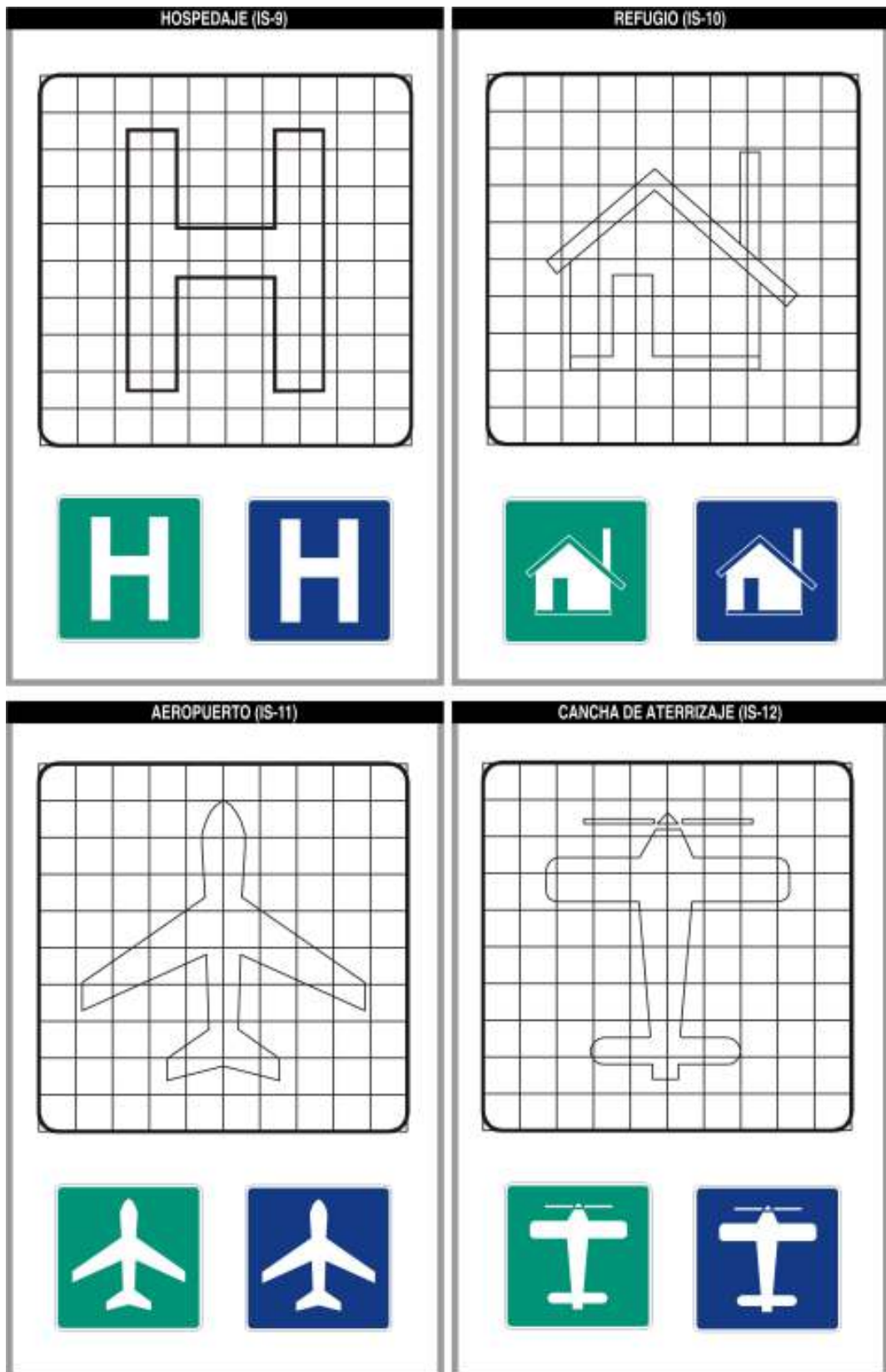


FIGURA 1.9-33 SEÑALES DE SERVICIO (IS 9 a 12)

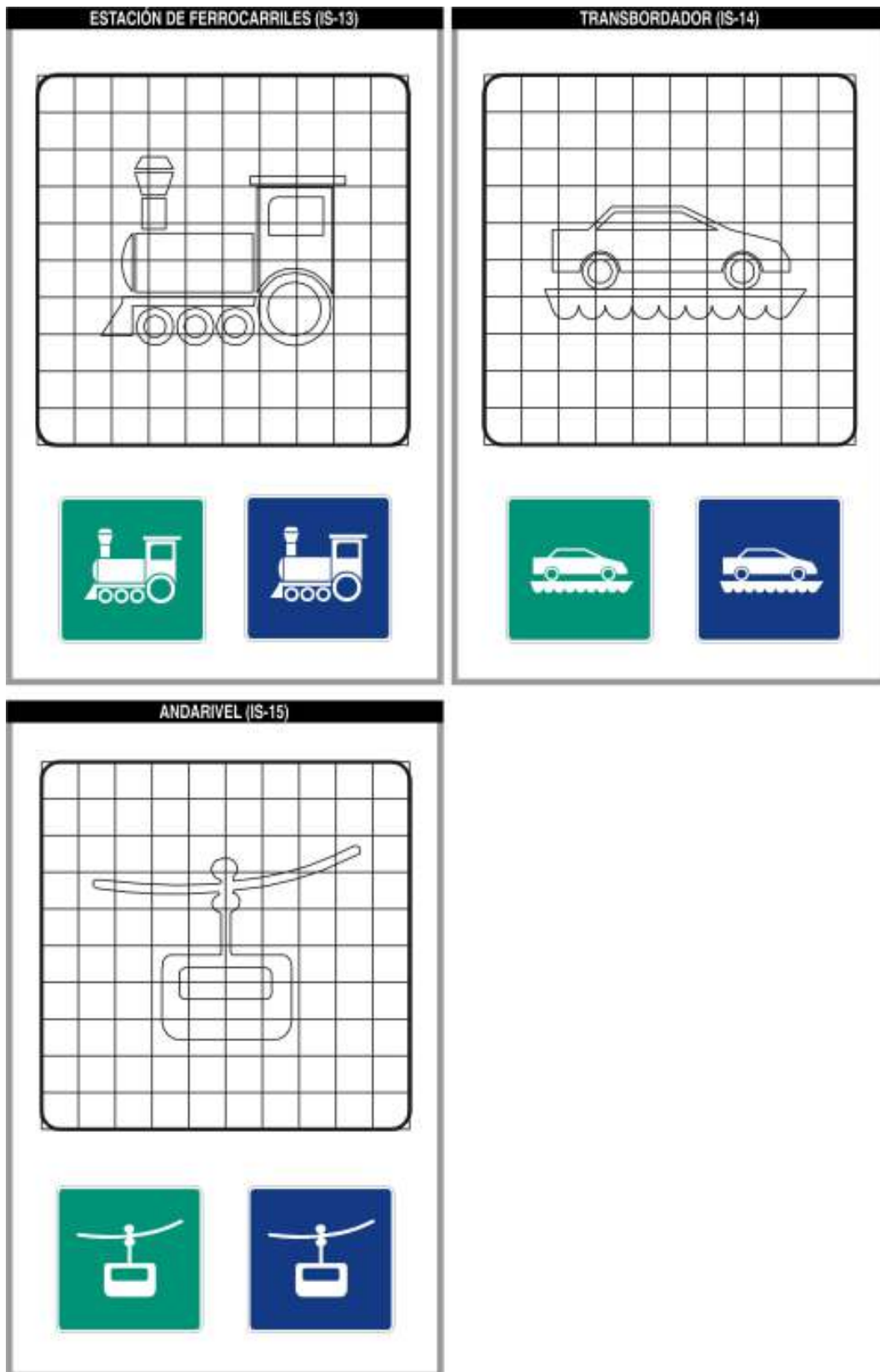
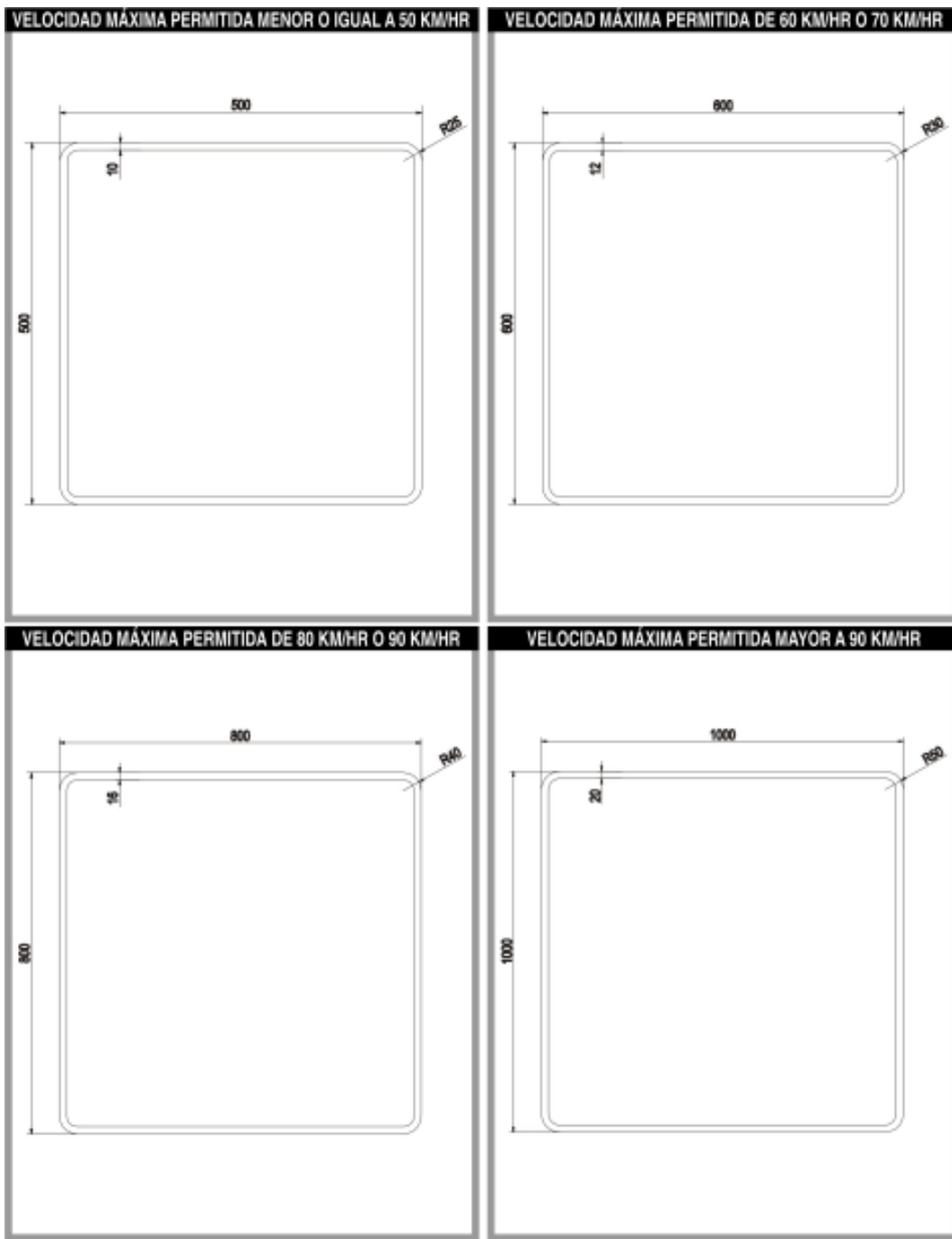


FIGURA 1.9-34 SEÑALES DE SERVICIO (IS 13 a 15)

1.9.8.7 Señales de atractivo turístico (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)
- Volcán (IT-2)
- Glaciar (IT-3)
- Caverna (IT-4)
- Monumento Religioso (IT-5)
- Obra de Ingeniería (IT-6)
- Museo (IT-7)
- Investigación (IT-8)
- Excursión (IT-9)
- Escalamiento (IT-10)
- Ski (IT-11)
- Equitación o Hípica (IT-12)
- Pesca (IT-13)
- Caza (IT-14)
- Juegos Infantiles (IT-15)
- Termas (IT-16)
- Picnic (IT-17)
- Camping (IT-18)
- Casino (IT-19)
- Fotografía (IT-20)
- Mina (IT-21)



cotas en milímetros



FIGURA 1.9-35 TAMAÑO SEÑALES TURÍSTICAS

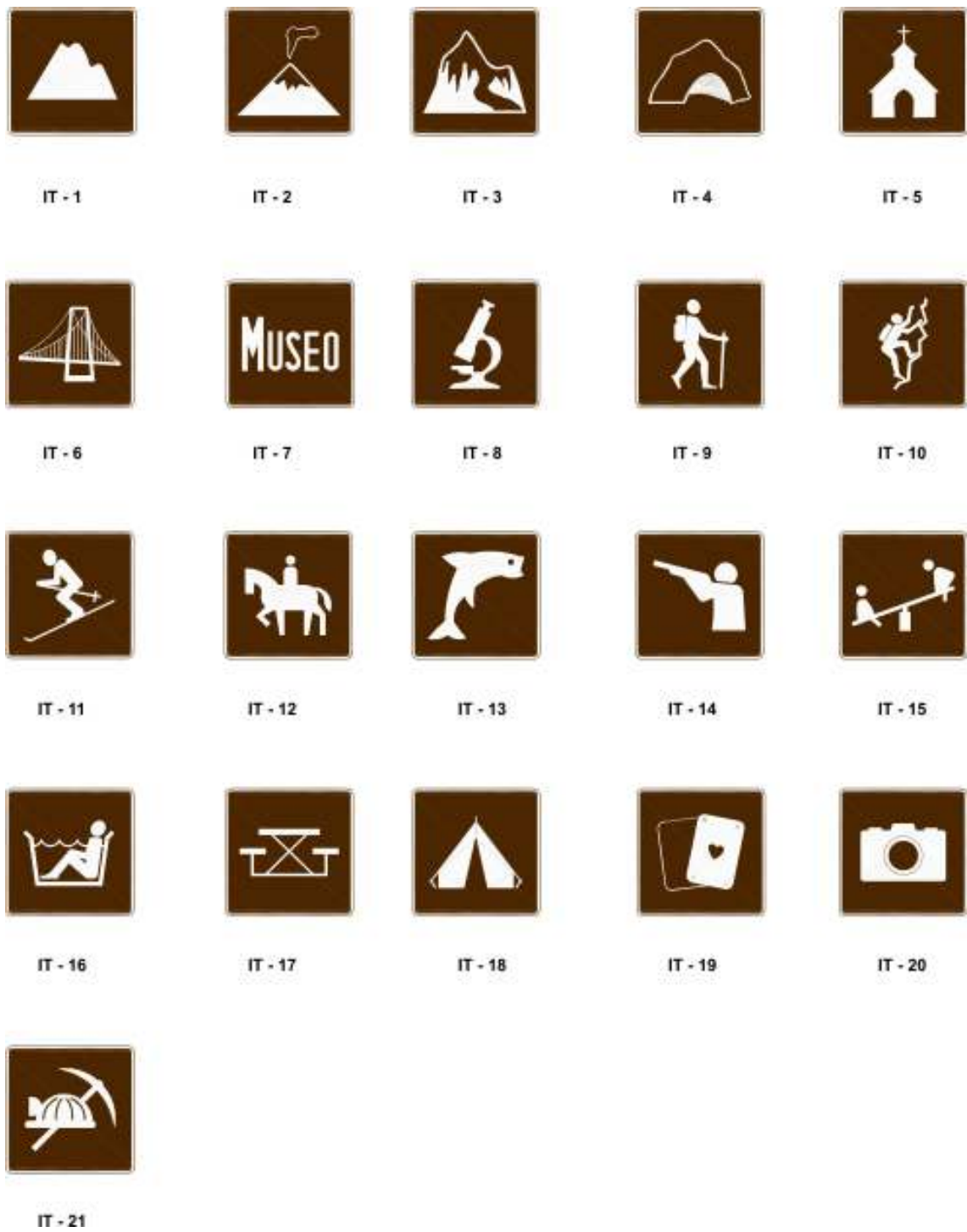
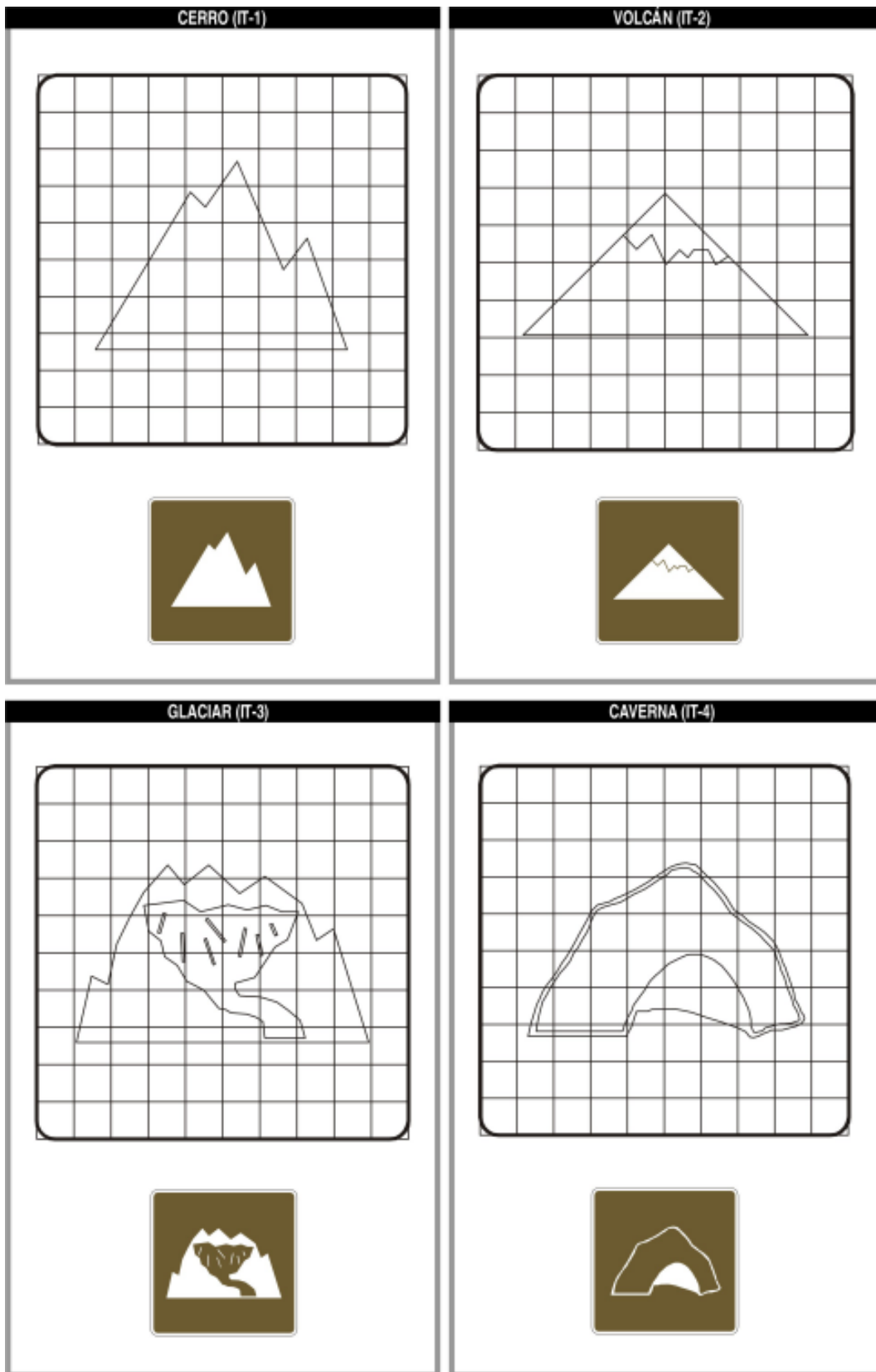
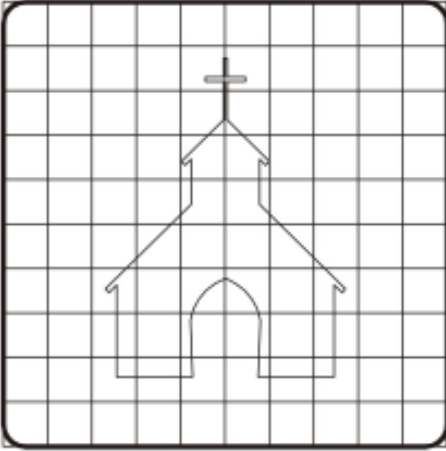

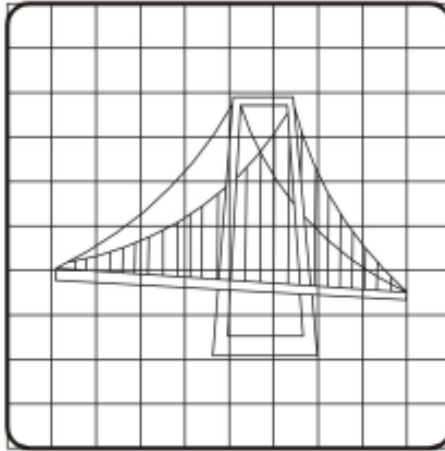



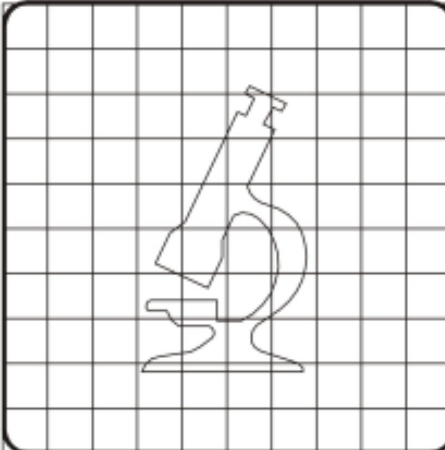



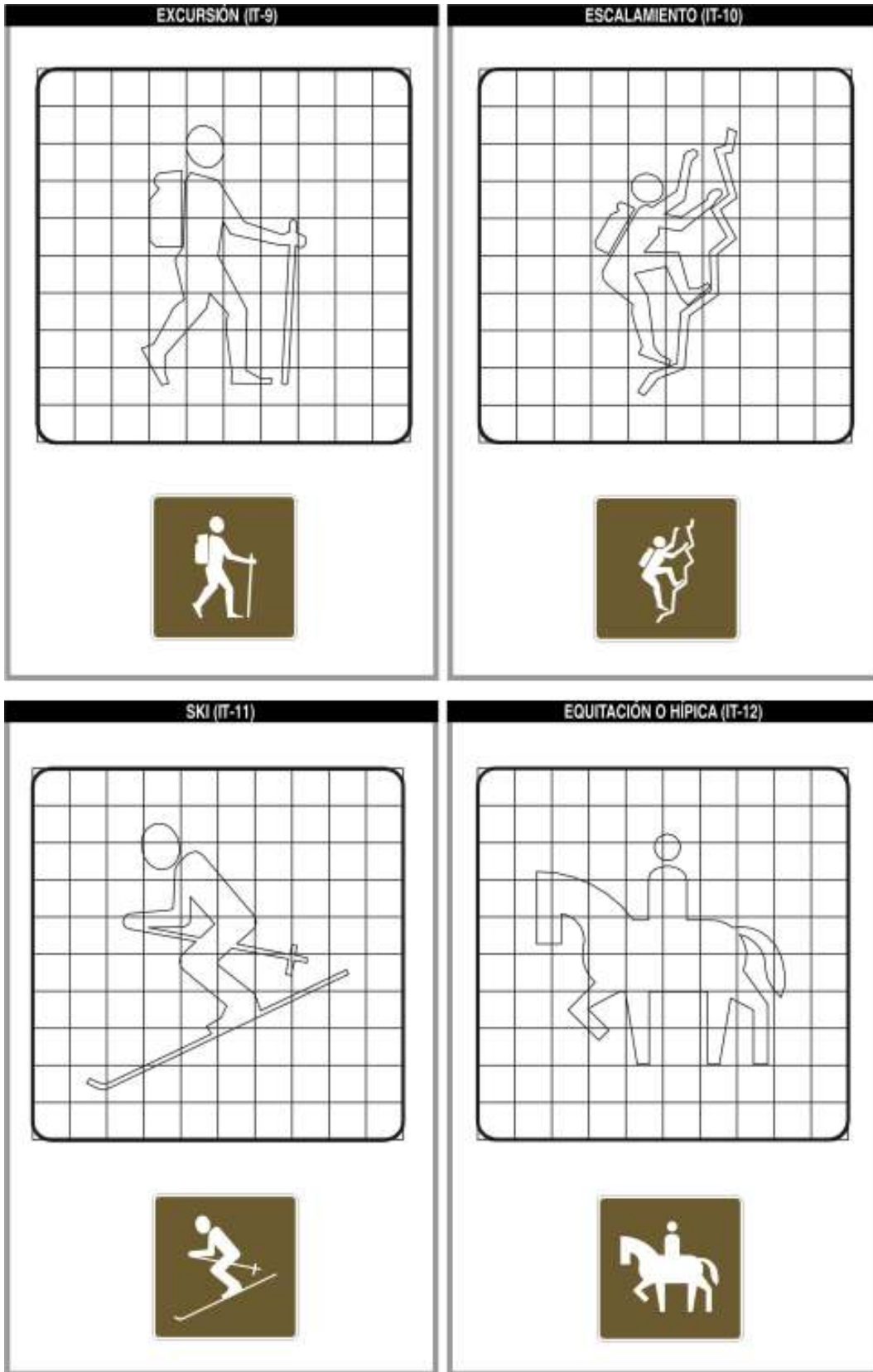
FIGURA 1.9-36 SEÑALES ATRACTIVO TURÍSTICO (IT-1 a IT-21)



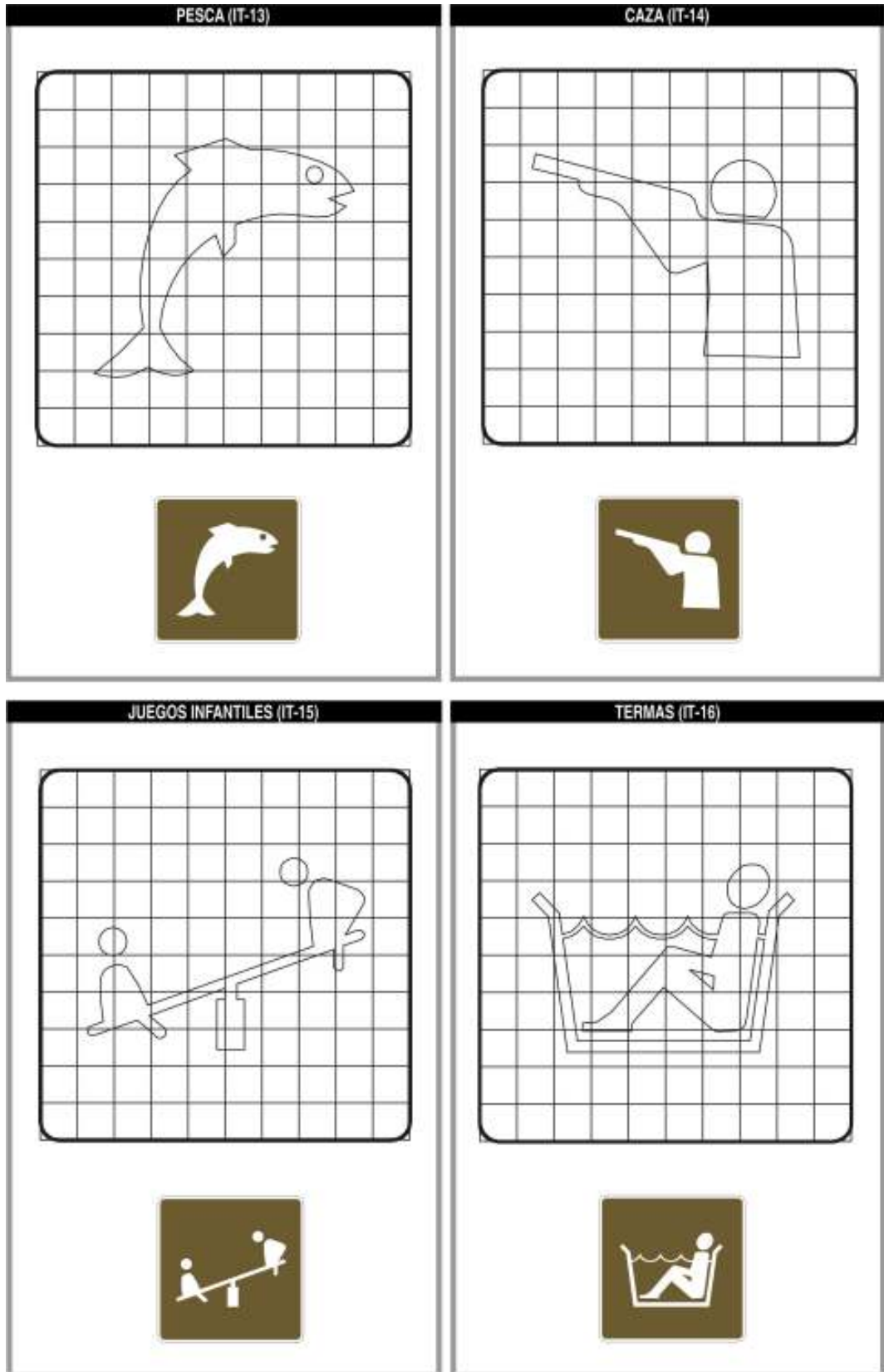
SEÑALES ATRACTIVO TURÍSTICO (IT 1 a IT-4)

<p>MONUMENTO RELIGIOSO (IT-5)</p>  	<p>OBRA DE INGENIERIA (IT-6)</p>  
<p>MUSEO (IT-7)</p>  	<p>INVESTIGACIÓN (IT-8)</p>  

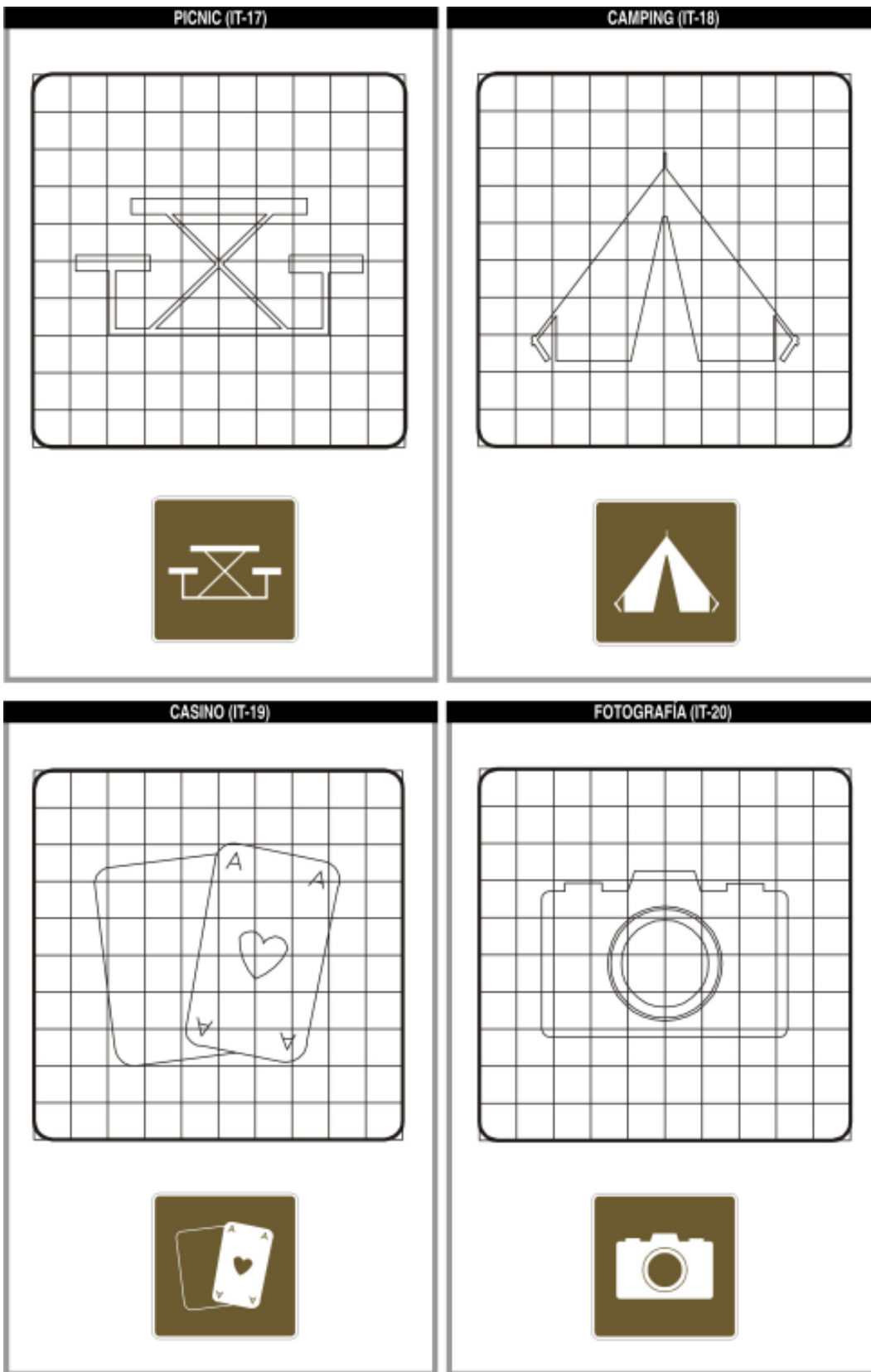
SEÑALES ATRACTIVO TURÍSTICO (IT 5 a IT-8)



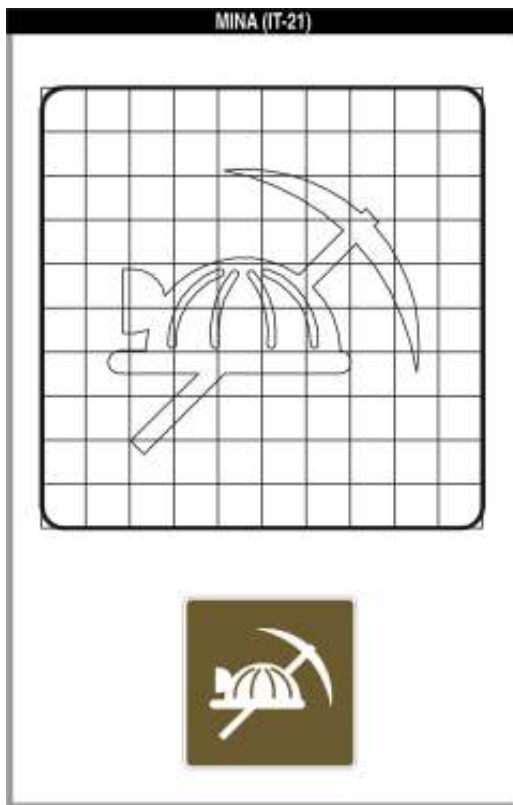
SEÑALES ATRACTIVO TURÍSTICO (IT-9 a IT-12)



SEÑALES ATRACTIVO TURÍSTICO (IT-13 a IT-16)



SEÑALES ATRACTIVO TURÍSTICO (IT-17 a IT-20)



SEÑAL ATRACTIVO TURÍSTICO (IT-21)

1.9.8.8 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)
- Fin de Autopista o Autovía (IAA-2)
- Indicación de Salida Lateral Derecha (IAA-3)
- Salida antes de Ingresar a Autopista (IAA-4)
- Retorno en Autopista o Autovía (IAA-5)
- Preseñalización de Lugar Habilitado para Estacionar (IAA-6)
- Teléfono de Emergencia (IAA-7)

a. 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

b. 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

c. 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.

d. 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.

e. 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.

f. 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.

g. 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"

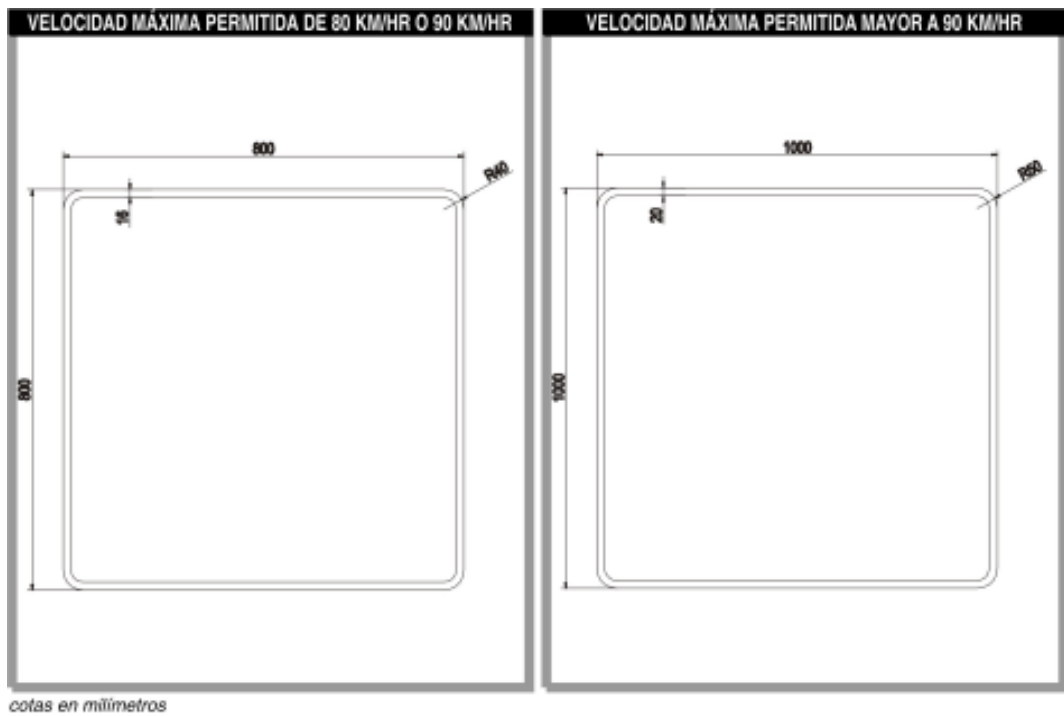


FIGURA 1.9-37 TAMAÑO DE SEÑALES INFORMATIVAS DE AUTOPISTAS (IAA)

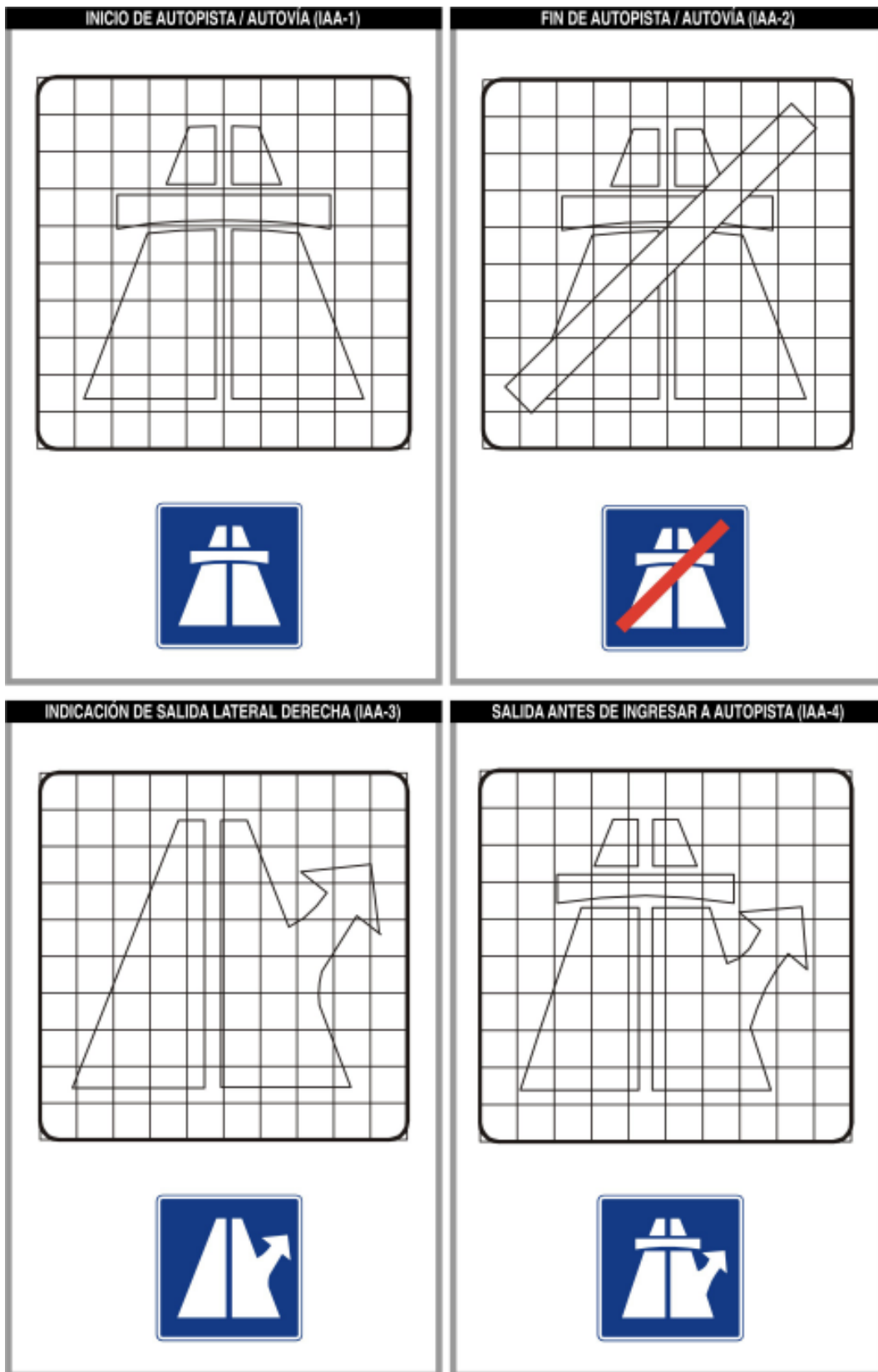


FIGURA 1.9-38 SEÑALES INFORMATIVAS DE AUTOPISTA (IAA-1 a IAA-4)

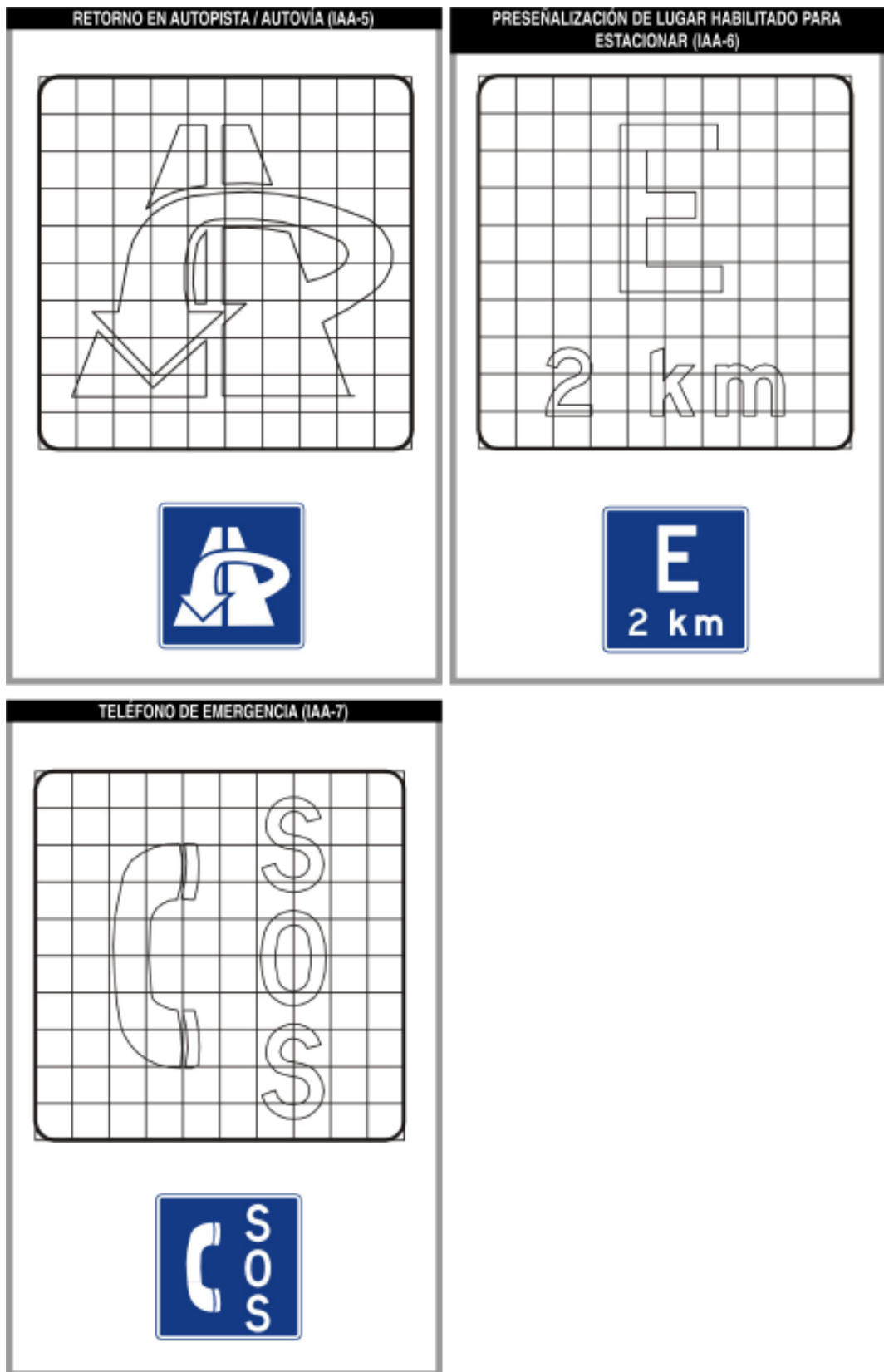


FIGURA 1.9-39 SEÑALES INFORMATIVAS DE AUTOPISTA (IAA-5 a IAA-7)

1.9.8.9 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)
Plaza de Pesaje (IO-2)
Parada de Buses (IO-3)
Control Fotográfico (IO-4)

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.

La señal “**Plaza de peaje o de Pesaje**” se instalará para advertir la presencia de cualquier plaza de peaje, pesaje que se emplace en la ruta, ubicándose aproximadamente 50 m antes del inicio de las instalaciones. Como preaviso se deberán colocar señales similares, pero con la leyenda adicional “A 700 m”

La señal “**Parada de Buses**” se ubicará dentro de la primera mitad del recorrido de la pista de parada de buses, de no existir la pista de parada, la señal deberá instalarse junto a la garita correspondiente.

La señal “**Control Fotográfico**” en la zona urbana debe instalarse a 60 m de la zona dispuesta para los controles y en la zona interurbana a 150 m. Se recomienda además, la colocación de una señal de preaviso a 300 m, con una placa de refuerzo en la parte inferior de la señal.

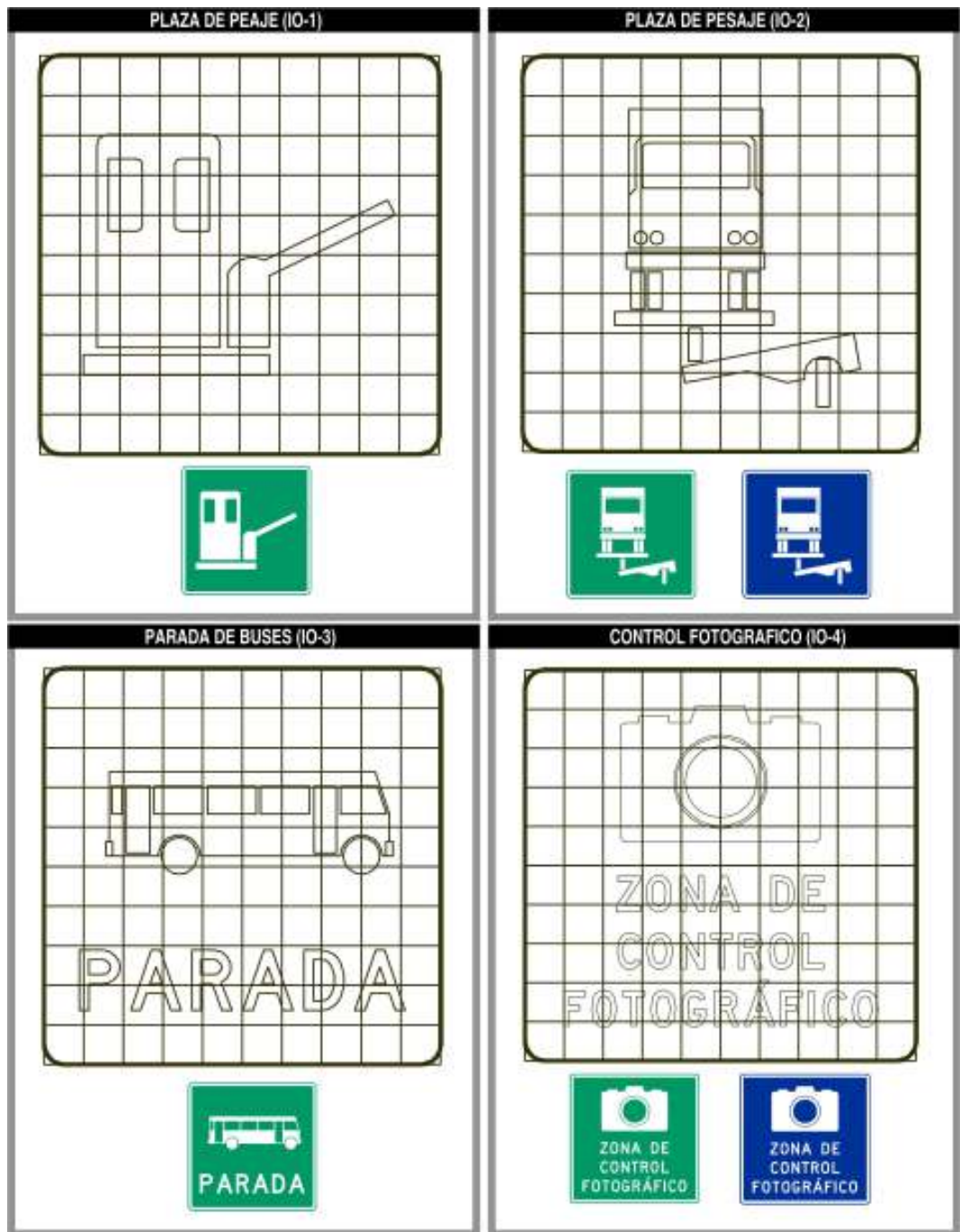


FIGURA 1.9-40 SEÑALES INFORMATIVAS (IO-1 a IO-4)

1.9.8.10 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.

- Policía Nacional (IG-1)
- Control Policial (A XXX m) (IG-2)
- Todo Vehículo Paga Peaje (IG-3)
- Pesaje 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)



IG - 1

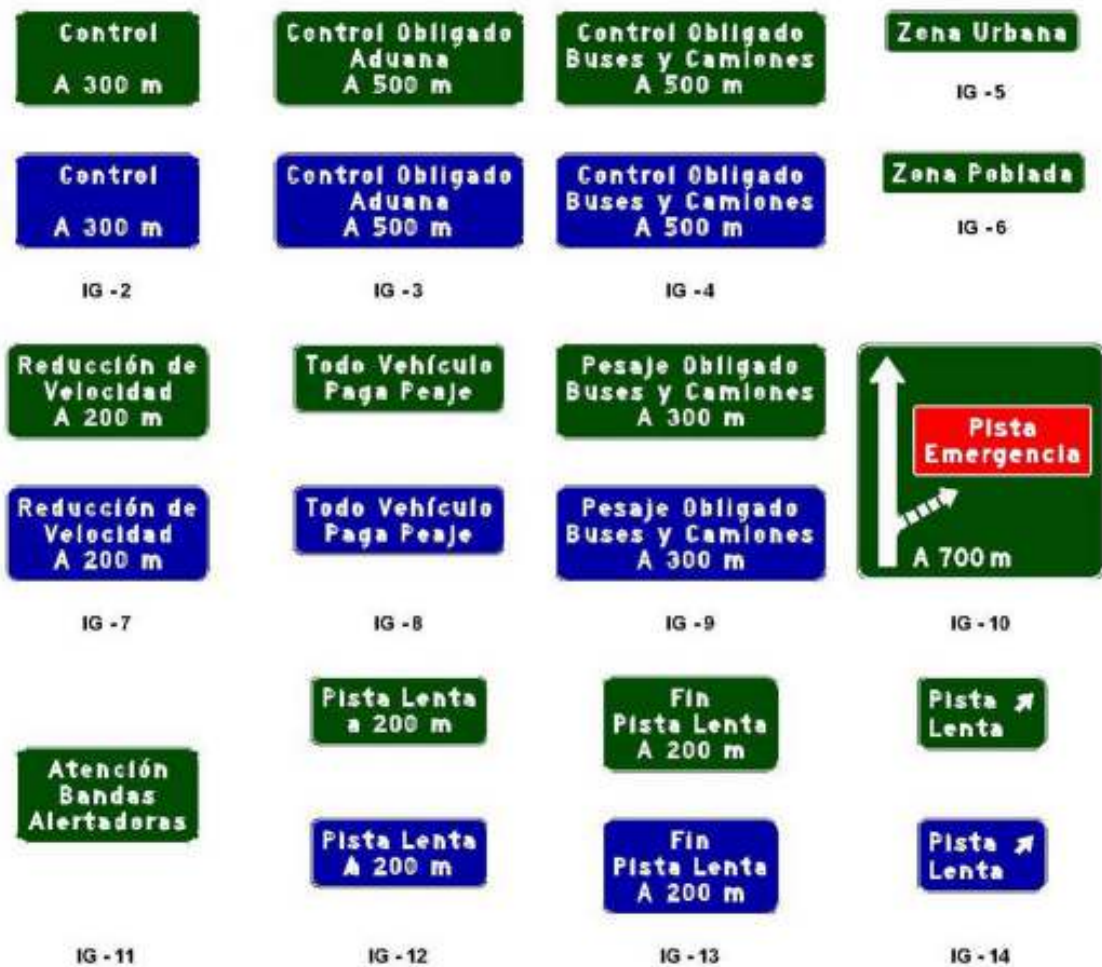


FIGURA 1.9-41 INFORMATIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Nota: Los valores de distancia indicados son sólo ilustrativos. En cada caso específico se debe señalar lo que proceda.

1.9.8.11 Señales informativas de tamaño especial (IT (E) – IS (E))

Las señales de SERVICIO y de INFORMACIÓN TURÍSTICA, se pueden mostrar agrupadas en placas paneles de señalización, con tres o seis pictogramas de información turística, en la proximidad de una localidad o ciudad, manteniendo siempre cada señal individual sus dimensiones mínimas.

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

El letrero llevará en su parte superior el nombre de la localidad o el área de servicio a la cual corresponden las señales informativas que se están destacando y en su parte inferior los tres o seis pictogramas de servicio o atracción turística.

La señal se ubicará siempre al lado derecho de la pista de circulación y se instalará entre 100 y 400 metros antes del inicio de la zona urbana o semi urbana.

Si una vez ubicada la señal existiese interferencia con otras señales o elementos del camino que hagan necesario su reubicación, se podrá desplazar ésta en +/- 50 m.

Cuando en un mismo panel se inscriban señales de servicio y de atracción turística, estas últimas pueden tener el color de fondo de las señales de servicio.



FIGURA 1.9-42 3 EJEMPLOS DE SEÑALES INFORMATIVAS DE TAMAÑO ESPECIAL

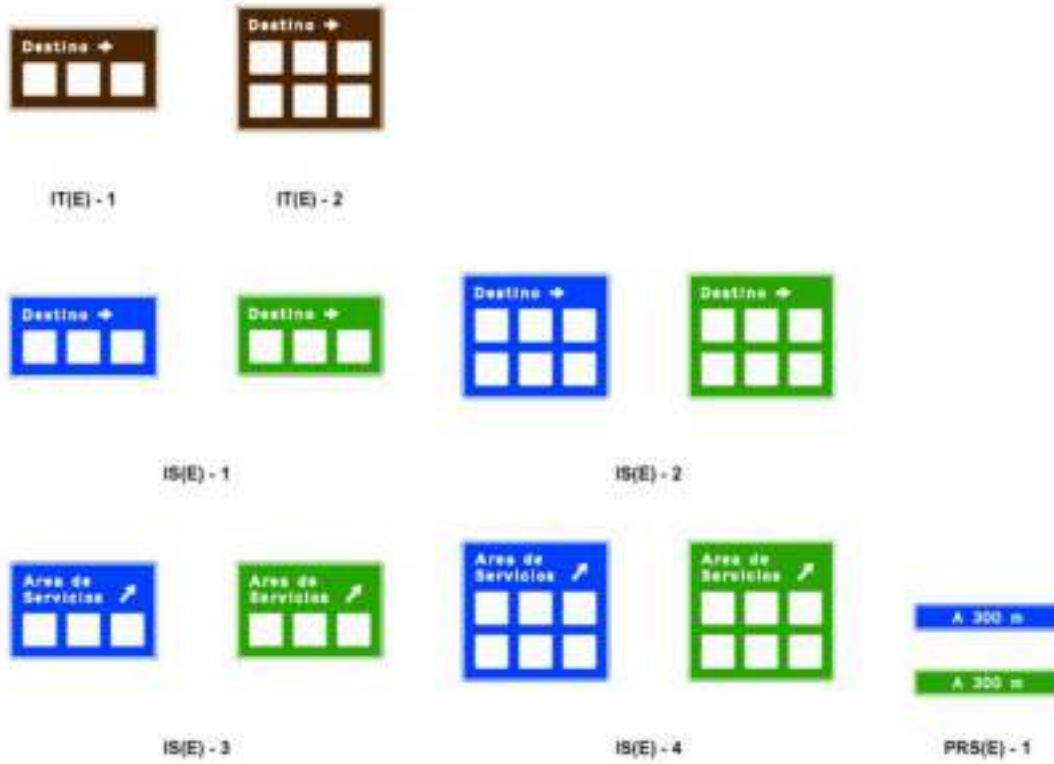
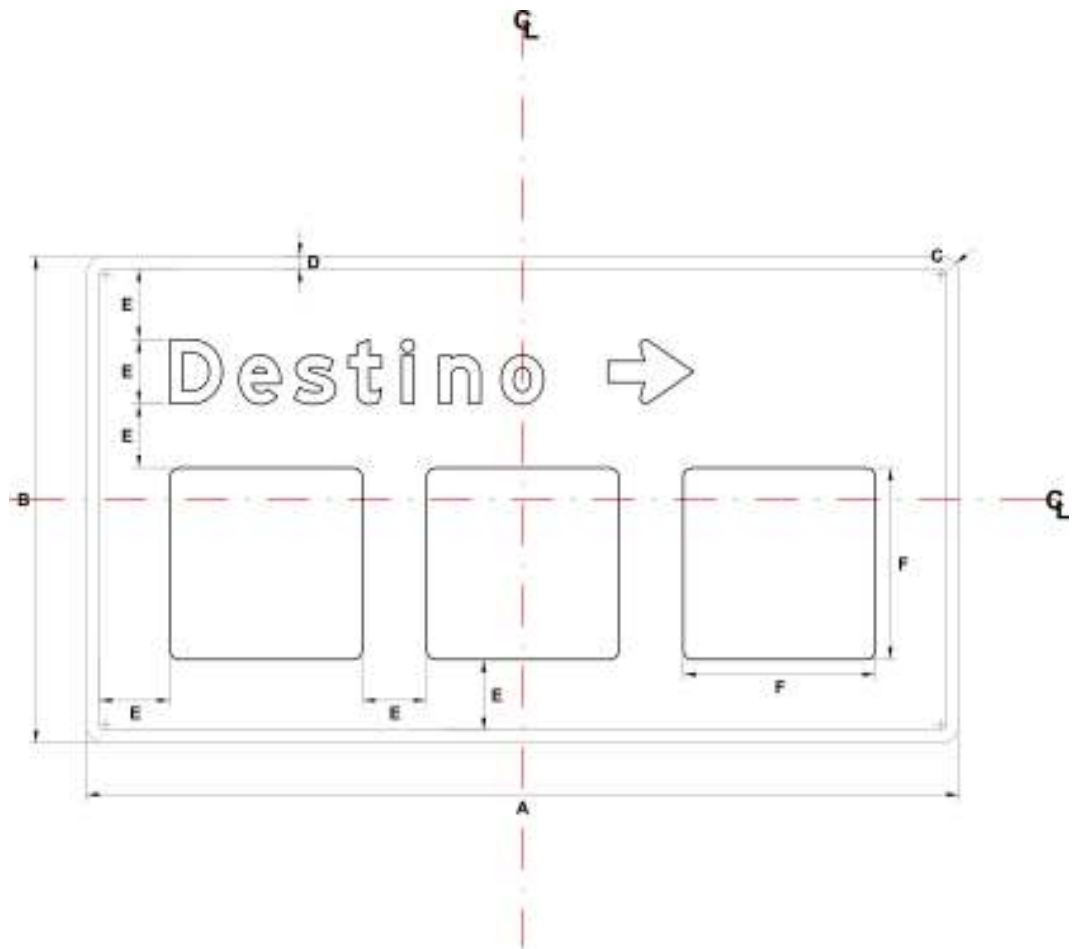


FIGURA 1.9-43 PLACAS PARA SEÑALES TURÍSTICAS Y E INFORMATIVAS ESPECIALES PARA 3 Y 6 SÍMBOLOS RESPECTIVAMENTE



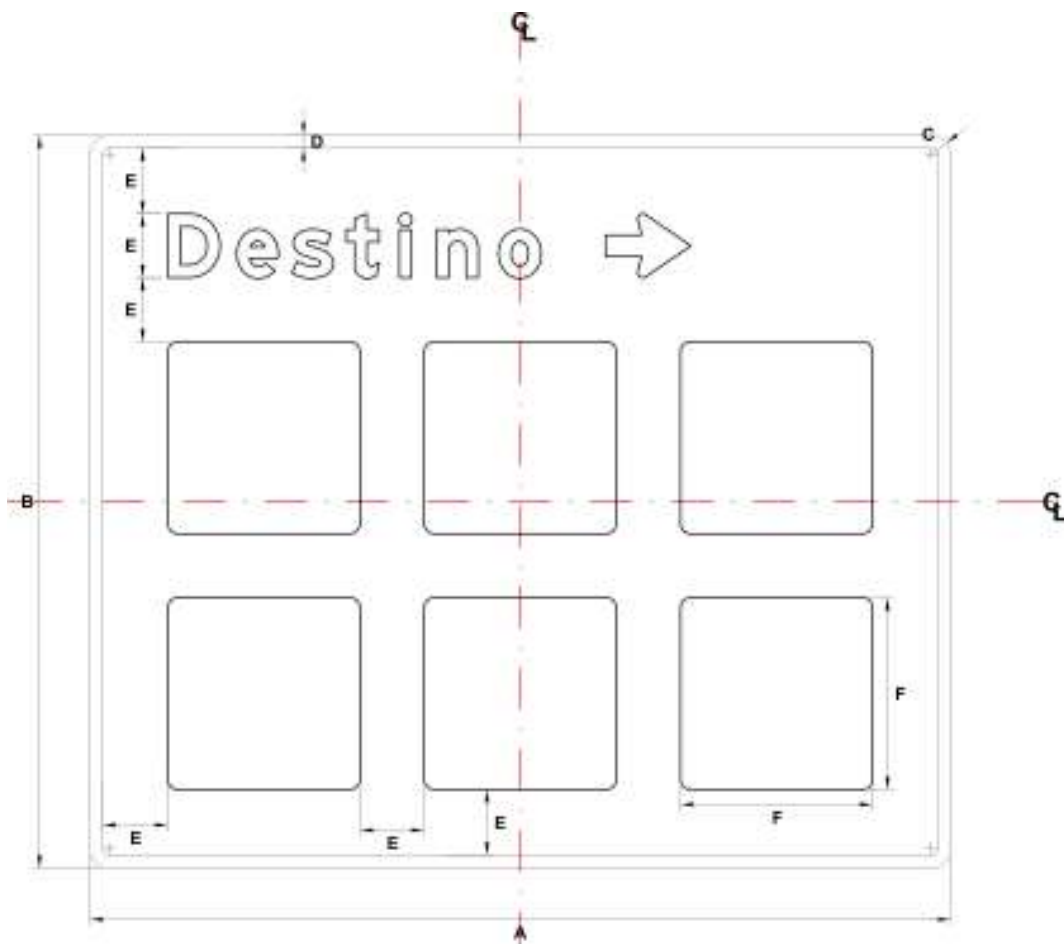
DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
E A 50 Km/h	2240	1240	50	33	167	300
60 A 70 Km/h	2680	1480	60	40	200	600
80 A 90 Km/h	3570	1980	80	53	267	800
> A 90 Km/h	4440	2470	100	66	333	1000



COLORES

LEYENDA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	CAFE	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-44 IT(E)-1 ATRACTIVO TURÍSTICO ESPECIAL PARA LOCALIDADES (3 SÍMBOLOS)



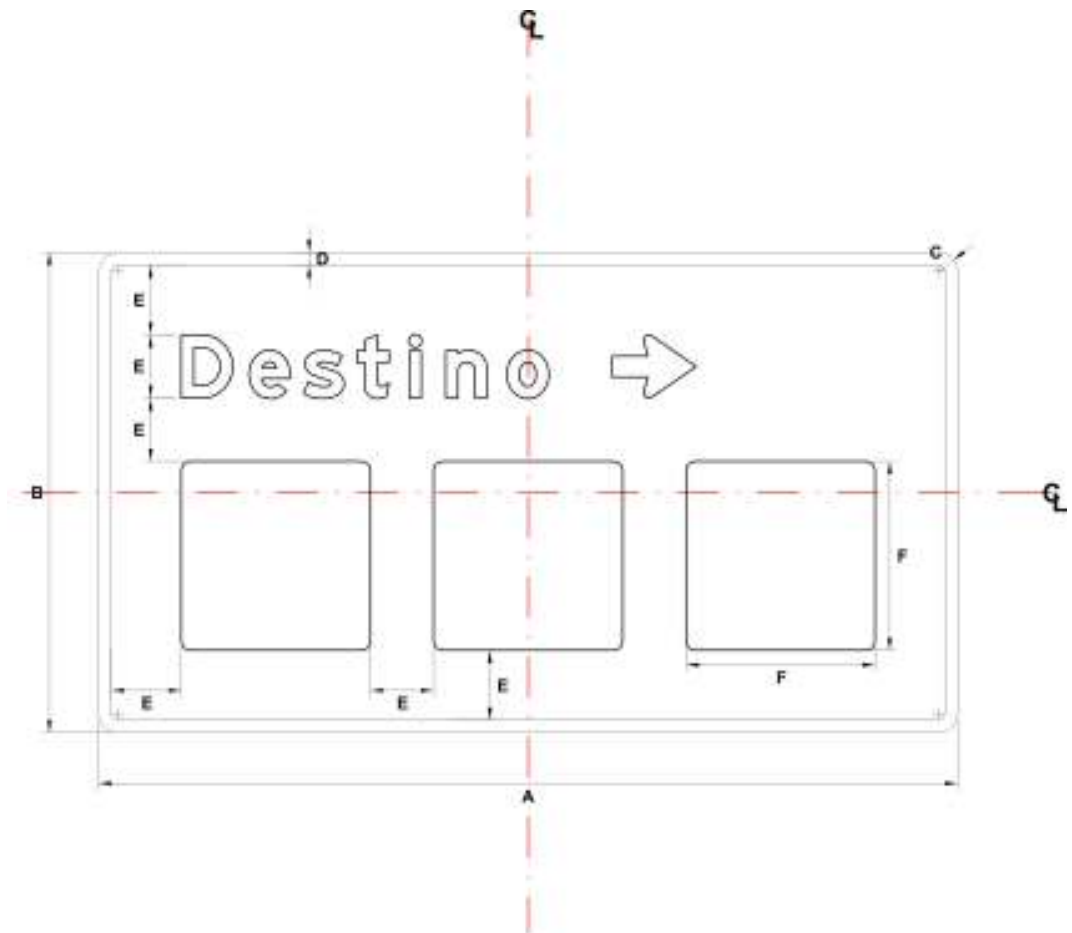
DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
E A 50 Km/h	2240	1910	50	33	167	500
60 A 70 Km/h	2680	2280	60	40	200	600
80 A 90 Km/h	3570	3050	80	53	267	800
> A 90 Km/h	4440	3800	100	66	333	1000



COLORES

LEYENDA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	CAFE	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-45 IT(E)-2 ATRACTIVO TURÍSTICO ESPECIAL PARA LOCALIDADES (6 SÍMBOLOS)



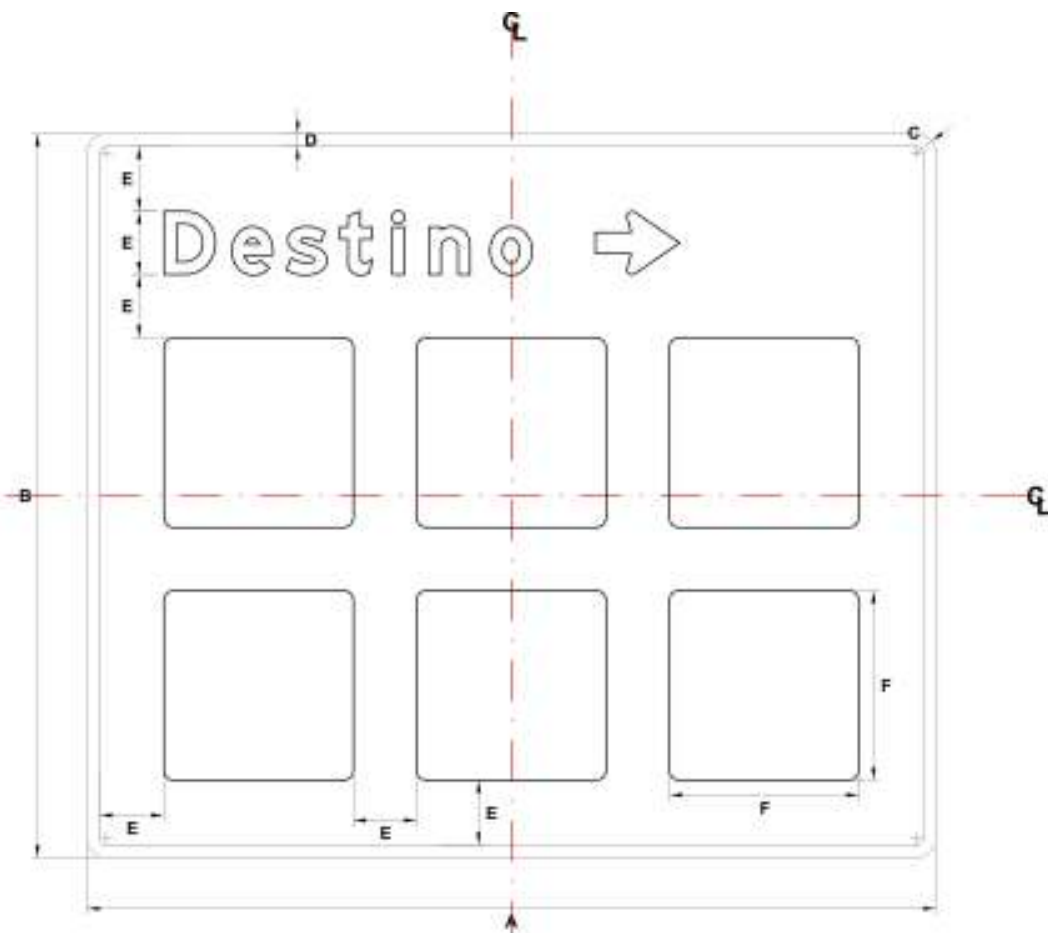
DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
5 A 50 Km/h	2240	1240	50	33	167	500
60 A 70 Km/h	2680	1480	60	40	200	600
80 A 90 Km/h	3570	1980	80	53	267	800
> A 90 Km/h	4440	2470	100	66	333	1000



COLORES

LEYENDA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	AZUL/VERDE	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-46 IS(E) -1. SERVICIO ESPECIAL PARA LOCALIDADES (3 SÍMBOLOS)



DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)					
	A	B	C	D	E	F
5 A 50 Km/h	2240	1910	50	33	167	500
60 A 70 Km/h	2680	2280	60	40	200	600
80 A 90 Km/h	3570	3050	80	53	267	800
> A 90 Km/h	4440	3800	100	66	333	1000



COLORES

LEYENDA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	AZUL/VERDE	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-47 IS(E)-2 SERVICIO ESPECIAL PARA LOCALIDADES (6 SÍMBOLOS)



DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)						
	A	B	C	D	E	F	G
5 A 50 Km/h	2240	1490	50	33	167	500	84
60 A 70 Km/h	2680	1780	60	40	200	600	100
80 A 90 Km/h	3570	2380	80	53	267	800	134
> A 90 Km/h	4440	2970	100	66	333	1000	167



COLORES

LEYENDA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	AZUL/VERDE	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-48 IS(E)-3 ÁREA DE SERVICIOS ESPECIAL (3 SÍMBOLOS)

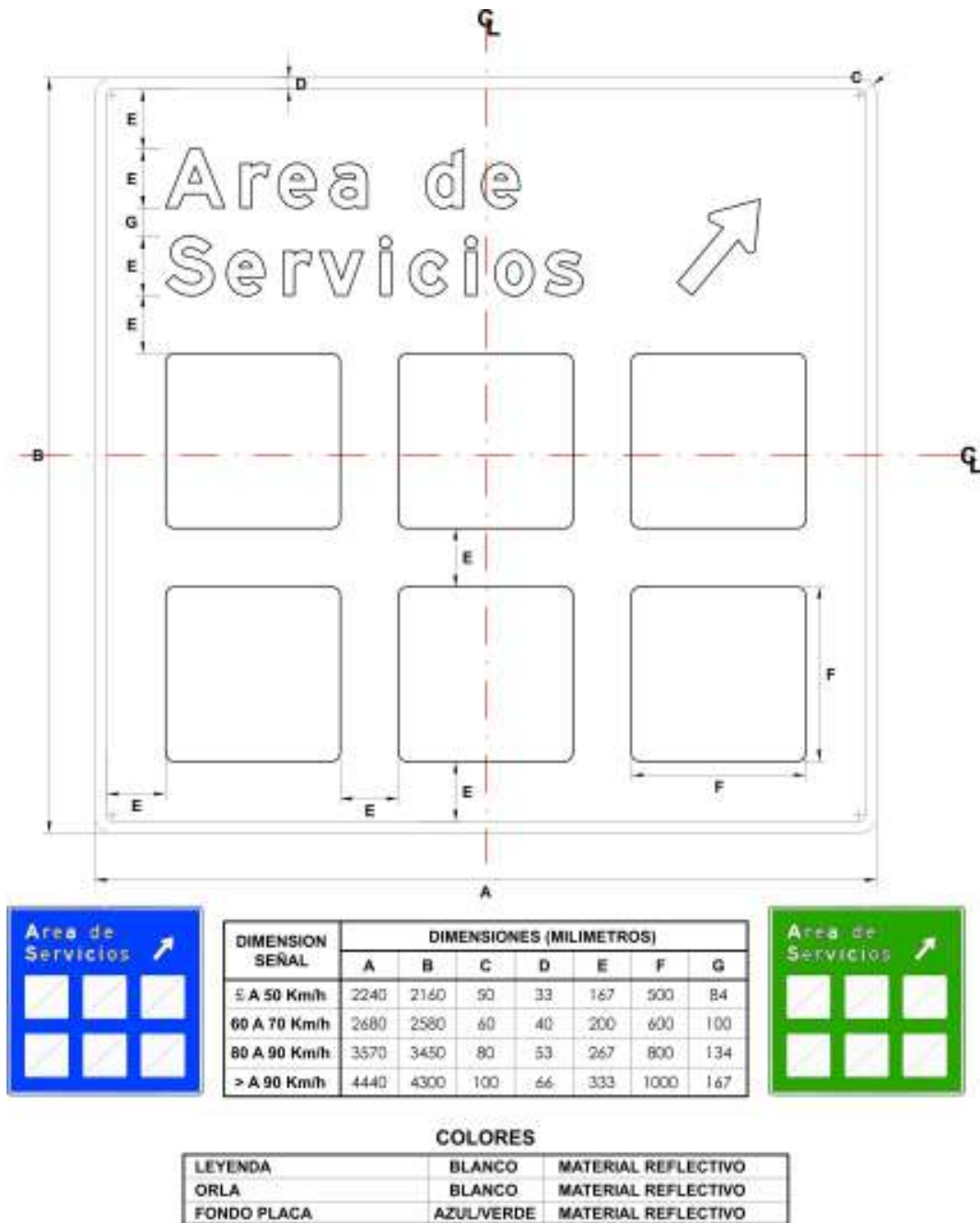
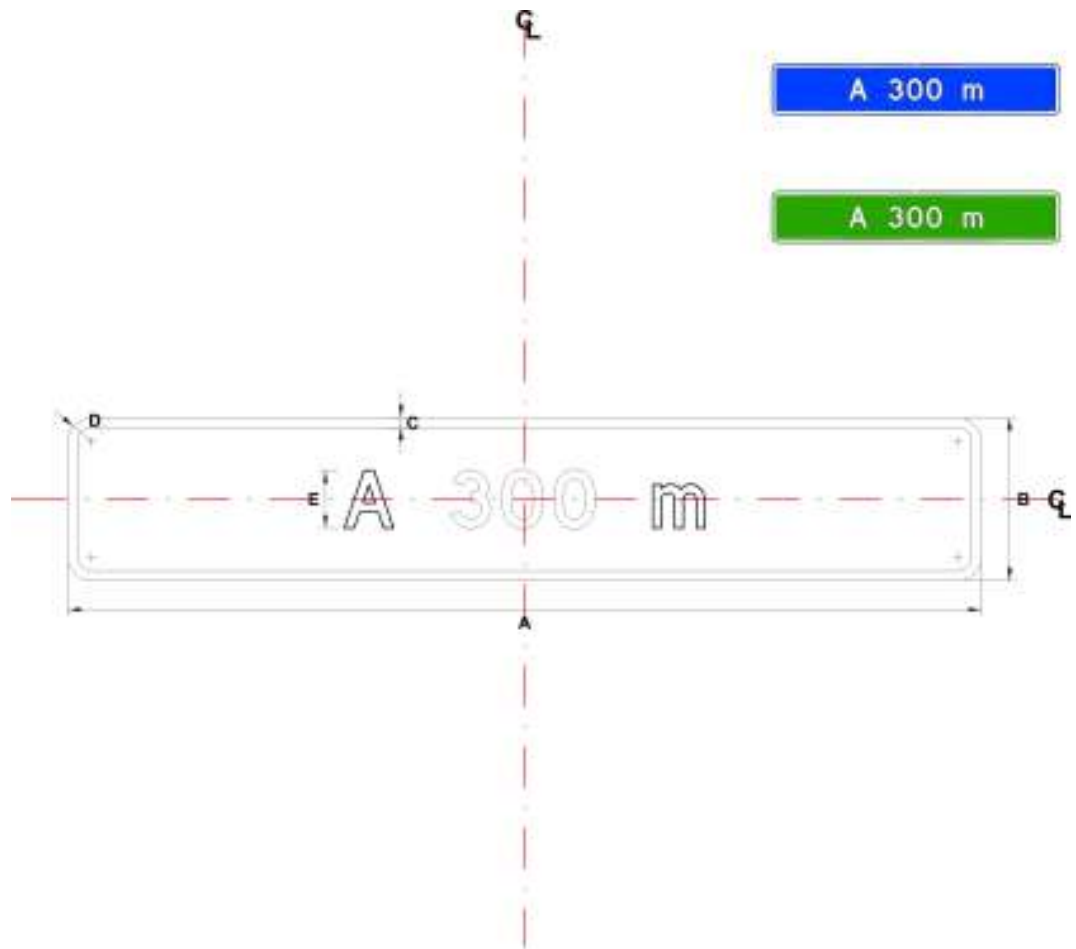


FIGURA 1.9-49 IS(E)-4 ÁREA DE SERVICIOS ESPECIAL (6 SÍMBOLOS)



DIMENSION SEÑAL	DIMENSIONES (MILIMETROS)				
	A	B	C	D	E
≤ A 50 Km/h	2240	400	50	33	167
60 A 70 Km/h	2680	480	60	40	200
80 A 90 Km/h	3570	640	80	53	267
> A 90 Km/h	4440	800	100	66	333

COLORES

LEYENDA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
ORLA	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO
FONDO PLACA	AZUL/VERDE	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.9-50 PRS(E)-1 PLACA DE REFUERZO PARA ÁREA DE SERVICIOS ESPECIAL

1.9.9 EJEMPLOS DE MENSAJES

En las señales informativas el mensaje se entrega a través de un sistema, cuya complejidad depende del tipo de vía que se señala y, en particular, de su velocidad de operación, de la magnitud del flujo vehicular, del número de vehículos que salen, entran o cruzan la vía, del nivel de peligrosidad de la intersección, de los movimientos peatonales existentes, del entorno y de otros factores.

A continuación se describen, en orden descendente de complejidad, 5 esquemas tipo de señalización informativa, que cubren desde autopistas y autovías hasta vías convencionales urbanas con bajos niveles de tránsito y bajas velocidades de operación, sin perjuicio de las señales de advertencia de peligro y/o reglamentarias que correspondan en cada caso y que ya se han descrito en este mismo Manual, las que no se incluyen en esta oportunidad.

1.9.9.1 Esquema 1: ejemplo de señalización en autopistas

En el caso de autopistas y autovías el sistema de señalización informativa está compuesto siempre por señales de preseñalización, que alertan sobre la proximidad de una salida; de dirección, que indican la naturaleza de las maniobras que es necesario realizar; BALIZAS DE ACERCAMIENTO (ID-2), que muestran la proximidad a 300 m, 200 m y 100 m de la salida; de SALIDA INMEDIATA (ID-1), que precisa el lugar y ángulo de la salida; de confirmación, que valida la maniobra realizada indicando destinos principales y distancias a ellos; y, de localización, que informan la ubicación de lugares o destinos específicos. Ver Figura 1.9-51.

Dadas las mayores velocidades de operación de este tipo de vías, en general las señales son de mayor tamaño y muchas de ellas se ubican sobre la calzada.

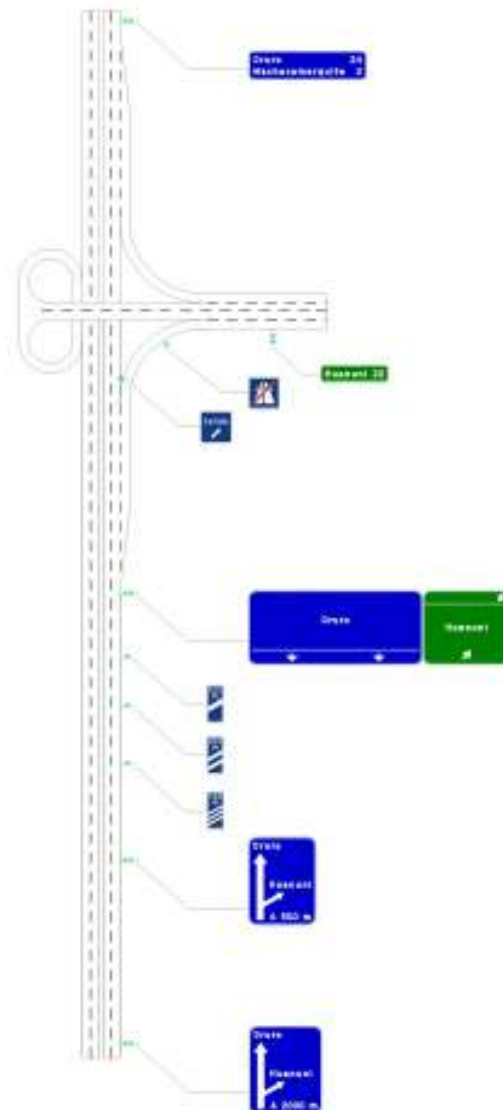


FIGURA 1.9-51 EJEMPLO SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA EN AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS

1.9.9.2 Esquema 2: ejemplo de señalización en vías rurales

En el caso de vías convencionales rurales el sistema de señalización informativa esta compuesto siempre por señales de preseñalización, que alertan sobre la proximidad de una salida; de dirección, que indican la naturaleza de las maniobras que es necesario realizar; de confirmación, que validan la maniobra realizada indicando destinos principales y distancias a ellos; y, de localización, que informan la ubicación de lugares o destinos específicos. Ver Figura 1.9-52.

Cuando existan bifurcaciones importantes con pista de desaceleración, puede ser necesario incorporar señales SALIDA INMEDIATA (ID-1), que precisan el lugar y ángulo de la salida.

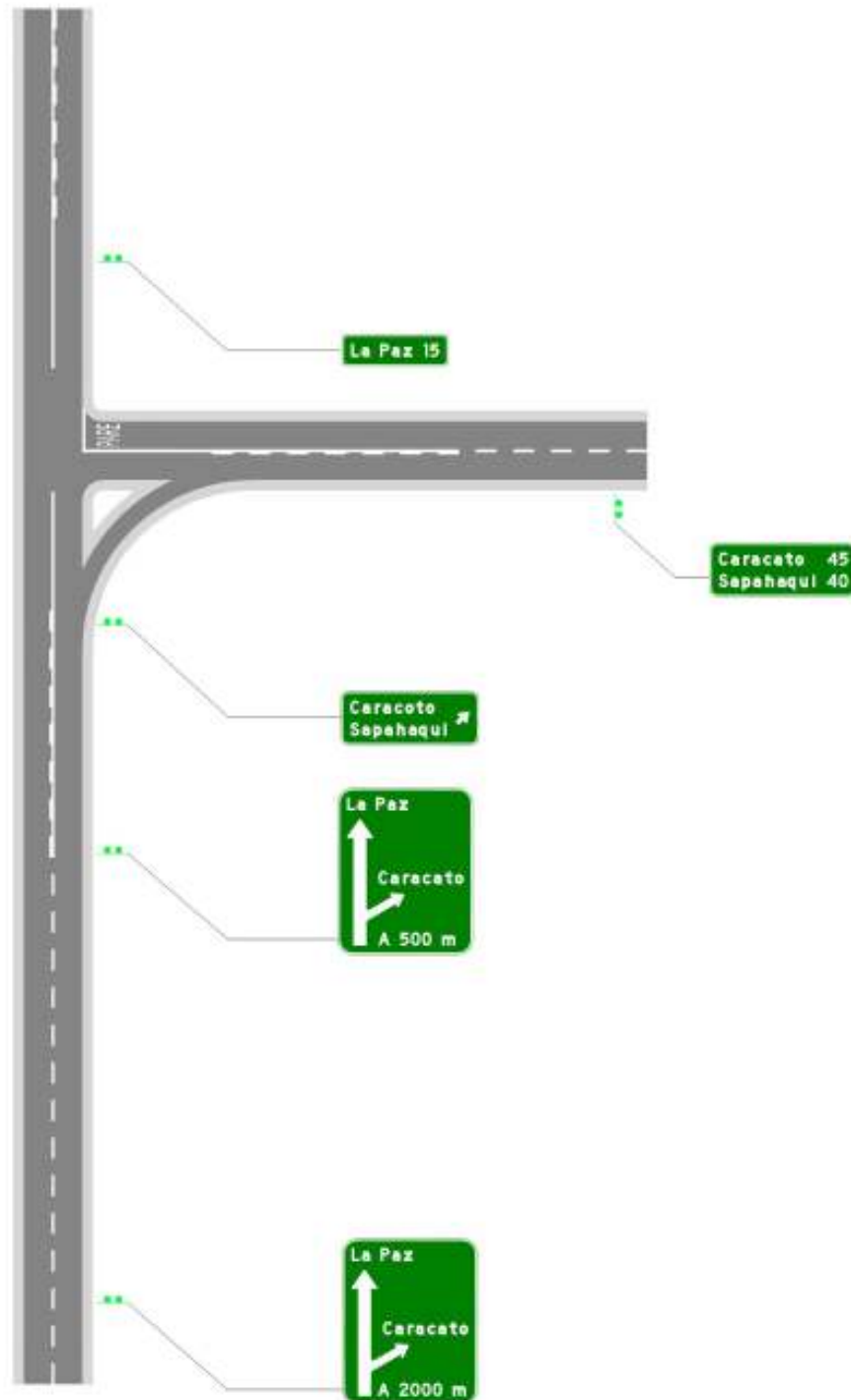


FIGURA 1.9-52 EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA EN VÍAS CONVENCIONALES RURALES

1.9.9.3 Esquema 3: ejemplo de señalización en vías urbanas

Cuando se requiere informar con anticipación la proximidad de una intersección o empalme complejo con vías que conducen a destinos importantes, se usan señales de preseñalización, que alertan sobre su cercanía, y de dirección, que indican la naturaleza de las maniobras que es necesario realizar.

En algunos casos, puede requerirse el uso de señales SALIDA INMEDIATA (ID-1) y de confirmación. Esta última no es necesaria cuando la señal SALIDA INMEDIATA (ID-1) contiene destinos, los que en ningún caso podrán ser más de 2. Es importante destacar que la inscripción de destinos en la señal SALIDA INMEDIATA (ID-1) sólo se acepta tratándose de vías convencionales urbanas. Ver Figura 1.9-53

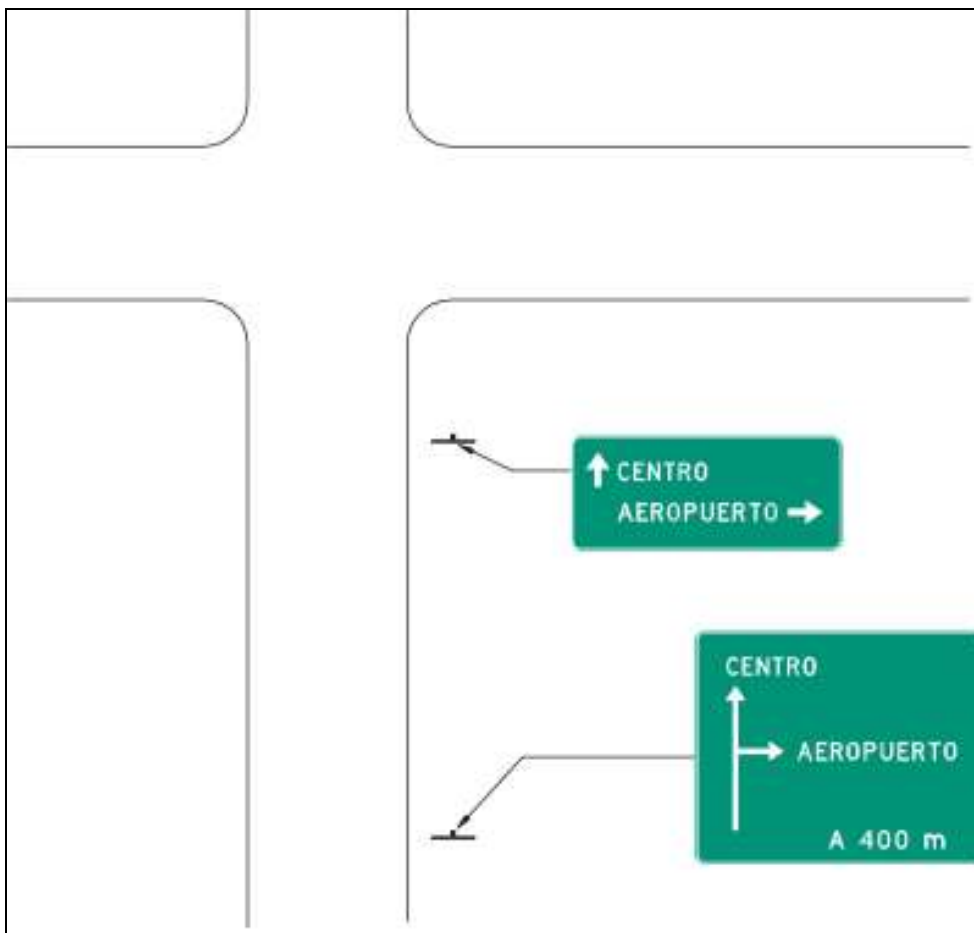


FIGURA 1.9-53 EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA EN VÍAS CONVENCIONALES URBANAS

1.9.9.4 Esquema 4: otro ejemplo de señalización en vías urbanas

En intersecciones de menor complejidad que las anteriores también puede ser necesario informar acerca de ellas al usuario con anticipación, pero sólo utilizando señales de dirección. Ver Figura 1.9-54.

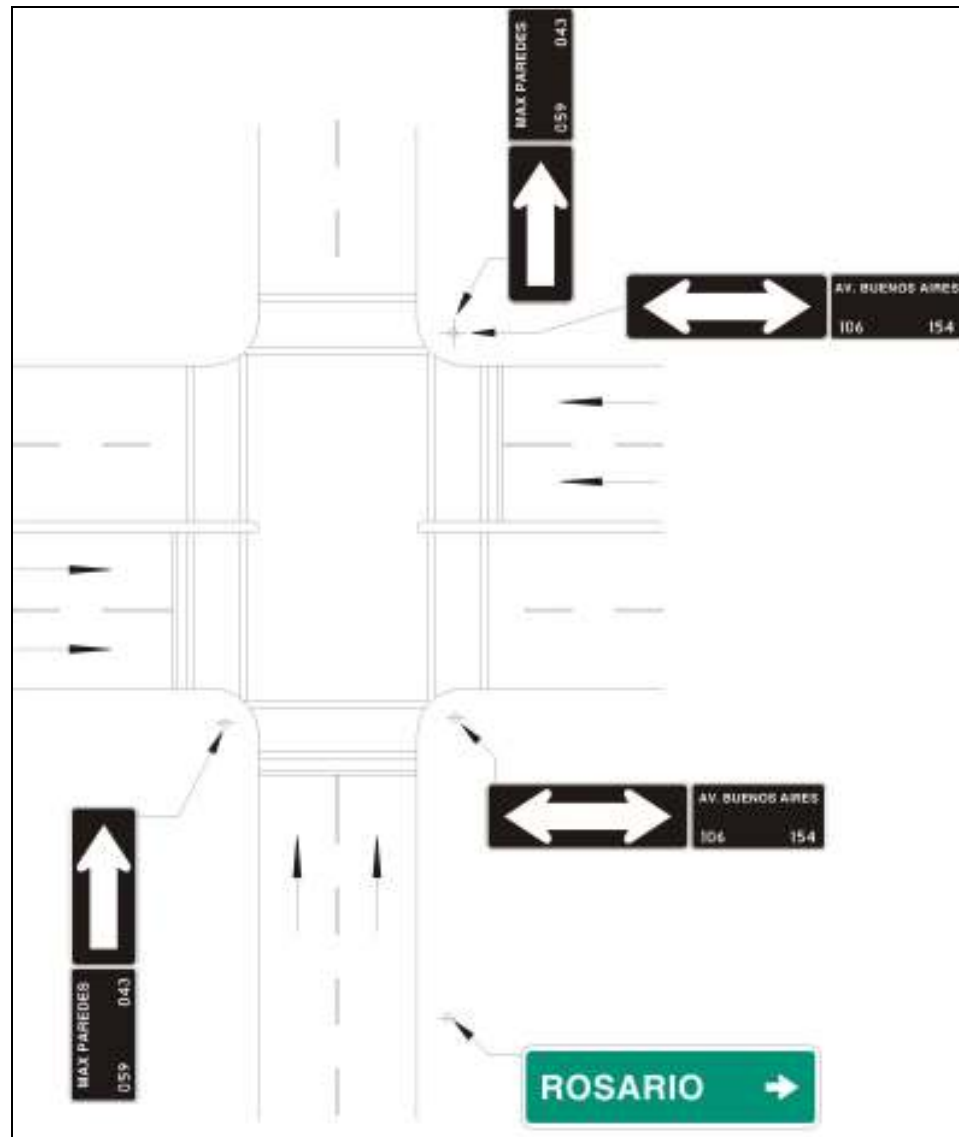


FIGURA 1.9-54 EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA DE DIRECCIÓN EN VÍAS URBANAS

1.9.9.5 Esquema 5: ejemplo de señalización de intersecciones urbanas

En cruces donde el nivel de conflictos de tránsito es bajo, se puede indicar la existencia de la vía que intercepta, con las señales TRÁNSITO EN UN SENTIDO (SR-38) o TRÁNSITO EN AMBOS SENTIDOS (SR-39) y NOMBRE Y NUMERACIÓN DE CALLE (IV-5) En el contexto urbano, la gran mayoría de las intersecciones se señaliza de esta manera.

Cuando se trata de vías anchas, es aconsejable utilizar señales sobredimensionadas para asegurar una adecuada visibilidad. Ver Figura 1.9-55.

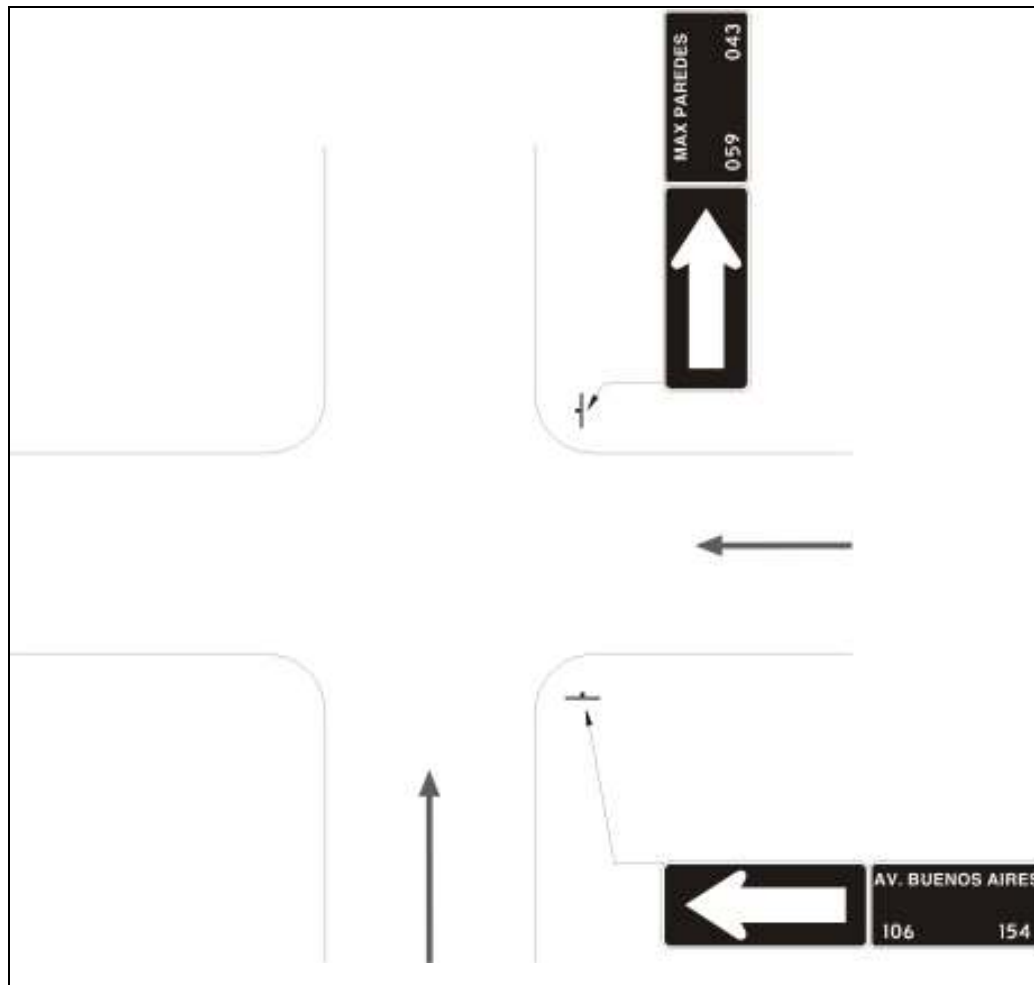


FIGURA 1.9-55 EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN INTERSECCIONES URBANA SEÑALES DE SENTIDO DE TRÁNSITO Y DE NOMBRE Y NUMERACIÓN DE CALLE (IV-5)

1.10	DISPOSITIVOS DE CANALIZACIÓN	199
1.10.1	DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO.....	200
1.10.1.1	Hitos de arista	200
1.10.1.2	Delineadores	206

1.10 DISPOSITIVOS DE CANALIZACIÓN

Estos elementos tienen por objetivo guiar y advertir al usuario en la conducción, respecto de los bordes de la plataforma de un camino durante la noche o en condiciones de escasa visibilidad, o mostrar dos direcciones divergentes posibles de circulación en una vía unidireccional, o mostrar la dirección de una curva, cuya geometría imponga una restricción en la velocidad de circulación. Los elementos de canalización son los siguientes:

- Hito de Arista Doble Cara (DC – 1)
- Hito de Arista Derecho (DC – 2a)
- Hito de Arista Izquierdo (DC – 2b)
- Hito de Vértice (DC – 3)
- Hito Delineador (DC – 4)
- Delineador Direccional Simple Derecho (DC – 5a)
- Delineador Direccional Simple Izquierdo (DC – 5b)
- Delineador Direccional Doble Derecho (DC – 6a)
- Delineador Direccional Doble Izquierdo (DC – 6b)
- Delineador Vertical Derecho (DC – 7a)
- Delineador Vertical Izquierdo (DC – 7b)

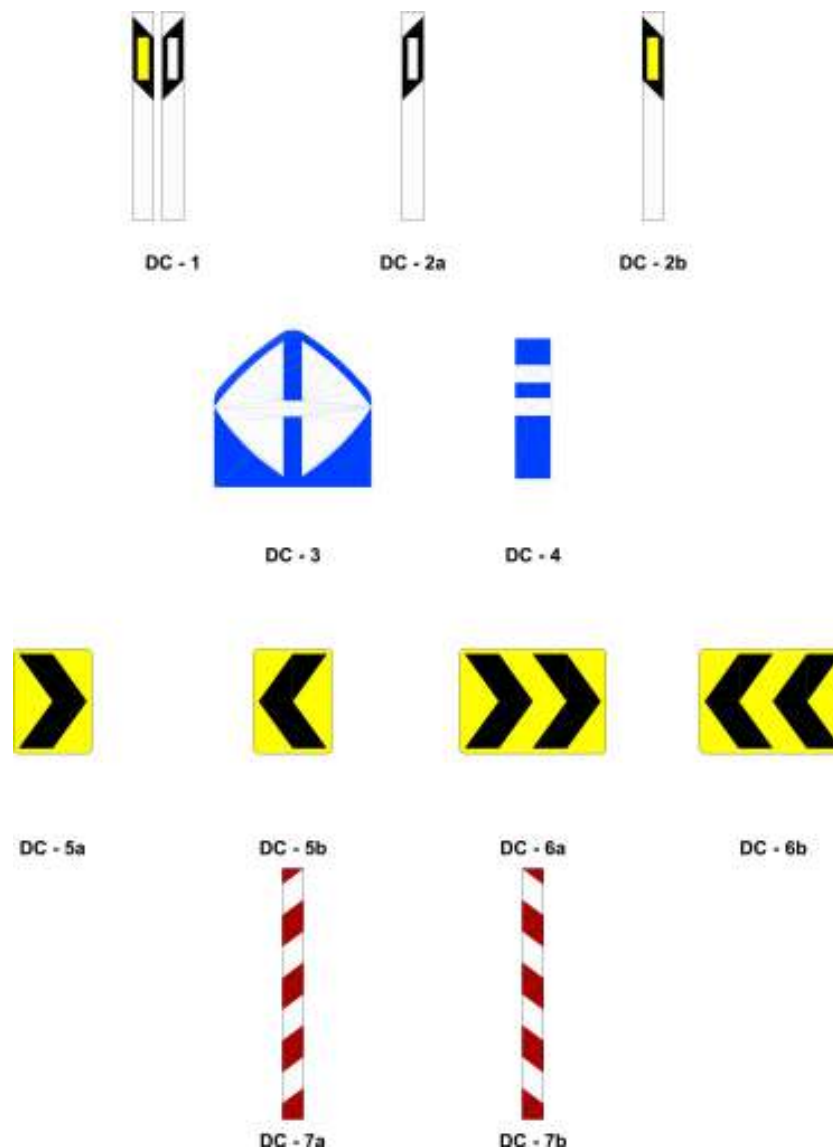


FIGURA 1.10-1 DC DISPOSITIVOS DE CANALIZACIÓN

1.10.1 DIAGRAMAS Y CRITERIOS DE USO

1.10.1.1 Hitos de arista

Longitudinalmente, estos hitos de arista se instalarán cada 50 m, excepto en aquellos tramos rectos demarcados con línea discontinua que tenga una longitud mayor o igual a 300 m, donde se dispondrán cada 100 m.

En curvas amplias de gran desarrollo que no cuenten con barreras de contención o delineadores se podrán instalar a distancias de 25 m.

El emplazamiento transversal de estos hitos de arista en terraplenes y cortes sin cuneta, se realizará al término del sobreebanco de compactación. En aquellos sectores con cuneta profunda o no montable el hito se instalará en la berma, inmediatamente antes de la cuneta. En cambio, cuando se presenten soleras o soleras con zarpa montables, el hito de arista se instalará inmediatamente tras la solera.

En túneles estos hitos de arista se dispondrán en ambos márgenes de la calzada cada 5 m los primeros 25 m y luego cada 10 m los siguientes 50 m, para continuar en el resto del túnel cada 20 m. Igual tratamiento se deberá hacer en el sentido opuesto en calzada bidireccional.

Los hitos de arista se instalarán de tal forma que, la distancia entre los planos horizontales generados por la cota de rasante y el punto central del elemento retroreflectante esté comprendida entre 0,50 y 0,60 m.

Se instalarán con un ángulo convergente hacia el camino. Este será de 165° para el hito del lado derecho y 15° para el hito del lado izquierdo.

Los hitos de arista se podrán instalar directamente en el terreno mediante excavación, colocación del pasador transversal, relleno y compactación, o utilizando un bloque de fundación de hormigón prefabricado. También se podrán instalar mediante perforación y adhesivo, o apernados sobre una base especial.

Sólo se usarán hitos de arista del tipo flexible (tubular, nervada, etc.) y excepcionalmente, se podrán usar del tipo no flexible cuando el camino tenga controlado el acceso de los peatones.

a. Hito de arista doble cara (DC - 1)

Su principal objetivo es delinear los bordes de la plataforma de un camino bidireccional durante la noche o en condiciones de escasa visibilidad, mediante su elemento retroreflectante. También presta este servicio durante el día debido a que son de color blanco.

Estos hitos se instalarán verticalmente en los bordes de la plataforma, donde ésta no posea otro elemento que además de su función, cumpla la asignada a estos hitos. Es el caso de las barreras de contención con placas reflectantes, delineadores verticales y delineadores direccionales.

Estos hitos de arista estarán dotados con un elemento retroreflectante en la parte superior de cada cara. Uno será de color blanco y el otro será de color amarillo. La cara con el reflectante blanco se instalará al lado derecho de la plataforma y la cara con el reflectante amarillo en el lado izquierdo.

Altura del Hito direccional 1.05 m. (Ver Anexo B, Figura Construcción Señales Verticales)



FIGURA 1.10-2 HITO DOBLE CARA

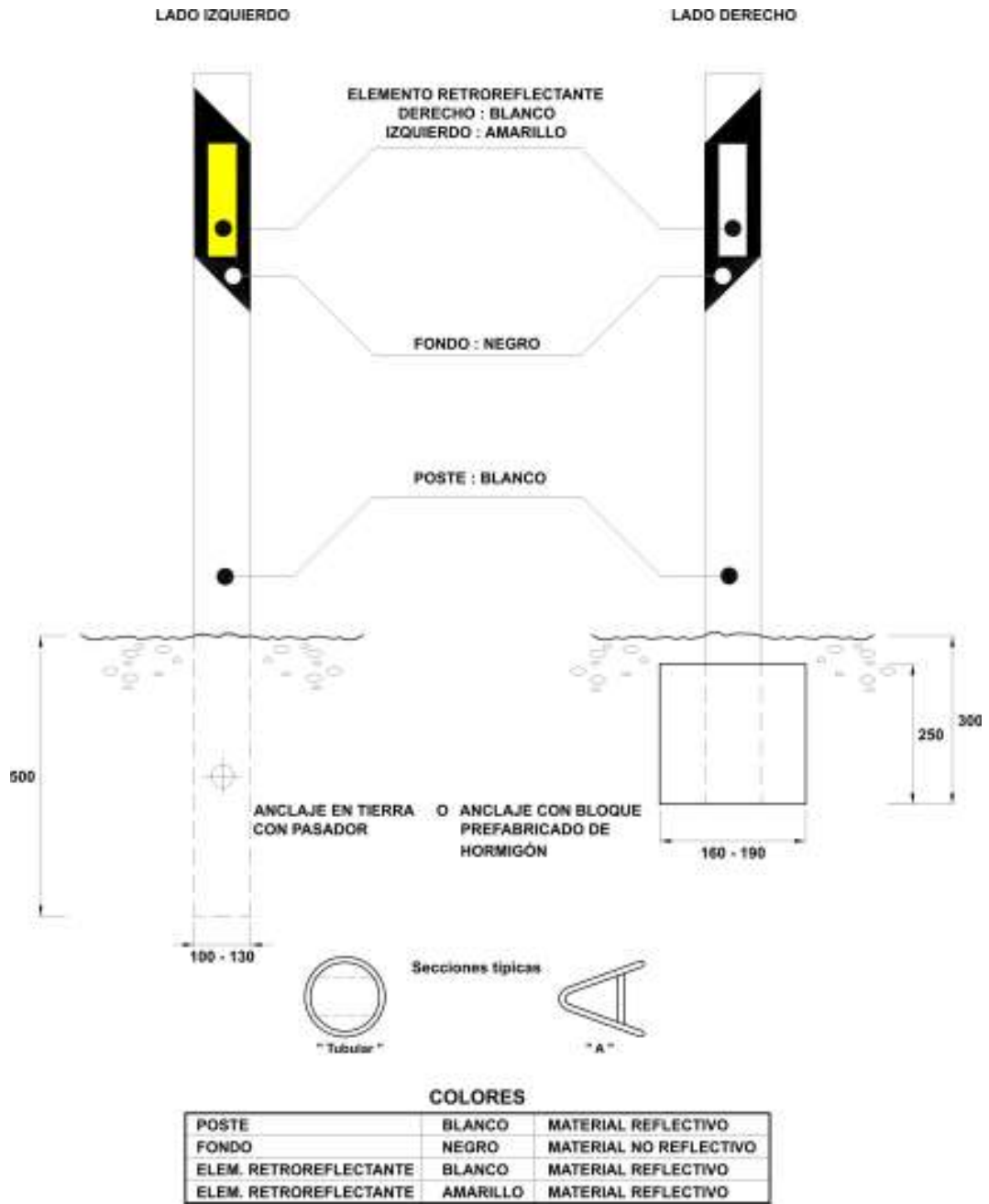


FIGURA 1.10-3 DISEÑO HITO DOBLE CARA

b. Hito de arista derecho (DC - 2a)

Su principal objetivo es delinear el borde derecho de la plataforma de un camino unidireccional durante la noche o en condiciones de escasa visibilidad, mediante su elemento retroreflectante. También prestan este servicio durante el día debido a que son de color blanco.

Estos hitos se instalarán verticalmente en el borde derecho de la plataforma, donde ésta no posea otro elemento que además de su función, cumpla la asignada a estos hitos. En el caso de las barreras de contención con placas reflectantes, delineadores verticales y delineadores direccionales.

Estos hitos de arista estarán dotados con un elemento retroreflectante de color blanco en la parte superior de la cara que ven los conductores.



FIGURA 1.10-4 HITO DE ARISTA DERECHO

Altura del Hito direccional 1.05 m. (Ver Anexo B, Figura Construcción Señales Verticales)

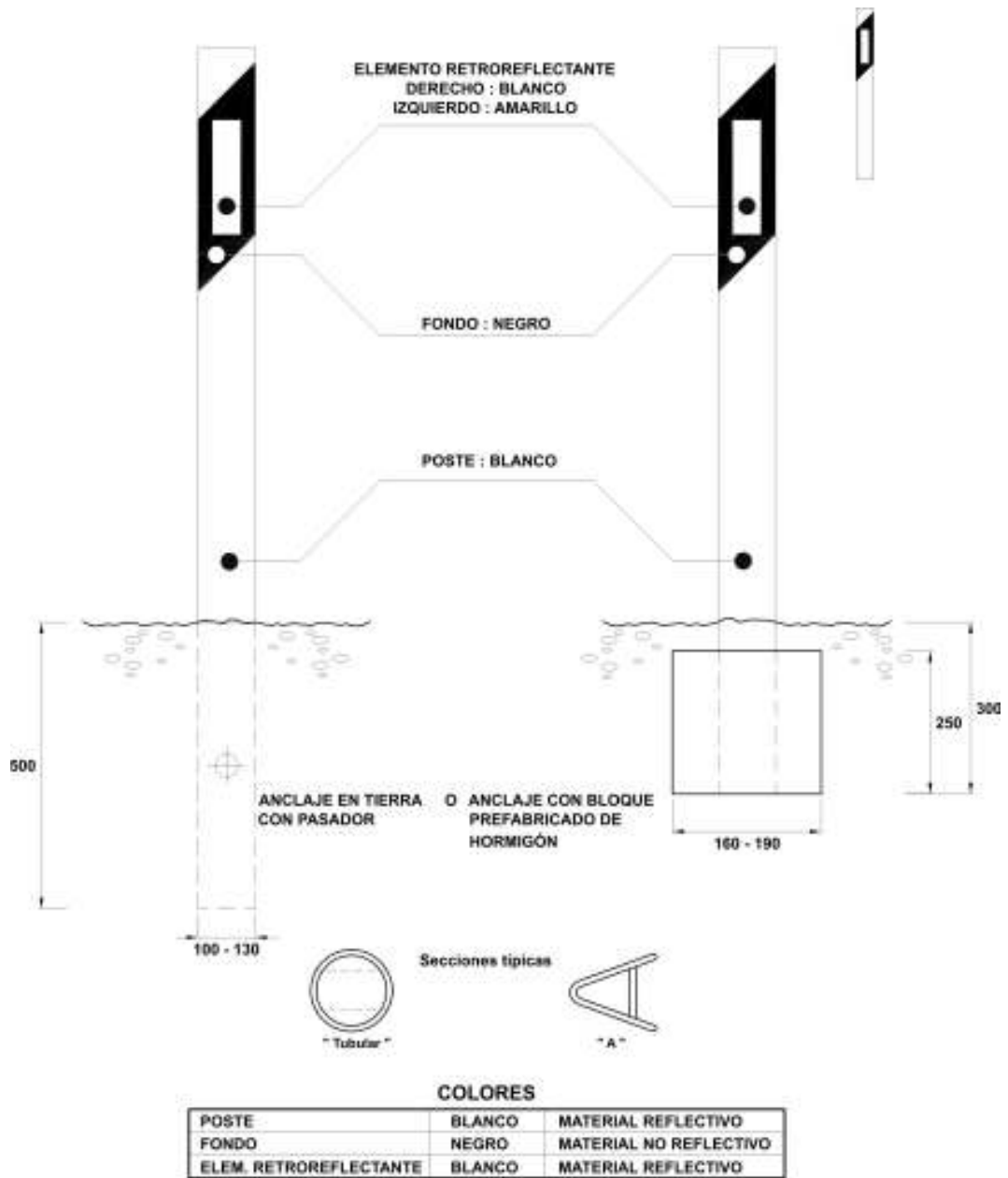


FIGURA 1.10-5 DISEÑO HITO DE ARISTA DERECHO

c. Hito de arista izquierdo (DC - 2b)



FIGURA 1.10-6 HITO DE ARISTA IZQUIERDO

Su principal objetivo es delinear el borde izquierdo de la plataforma de un camino unidireccional durante la noche o en condiciones de escasa visibilidad, mediante su elemento retroreflectante. También prestan este servicio durante el día debido a que son de color blanco.

Estos hitos se instalarán verticalmente en el borde izquierdo de la plataforma, donde ésta no posea otro elemento que además de su función, cumpla la asignada a estos hitos. En el caso de las barreras de contención con placas reflectantes, delineadores verticales y delineadores direccionales. Estos hitos de arista estarán dotados con un elemento retroreflectante de color amarillo en la parte superior de la cara que ven los conductores. Altura del Hito direccional 1.05 m. (Ver Anexo B, Figura Construcción Señales Verticales)

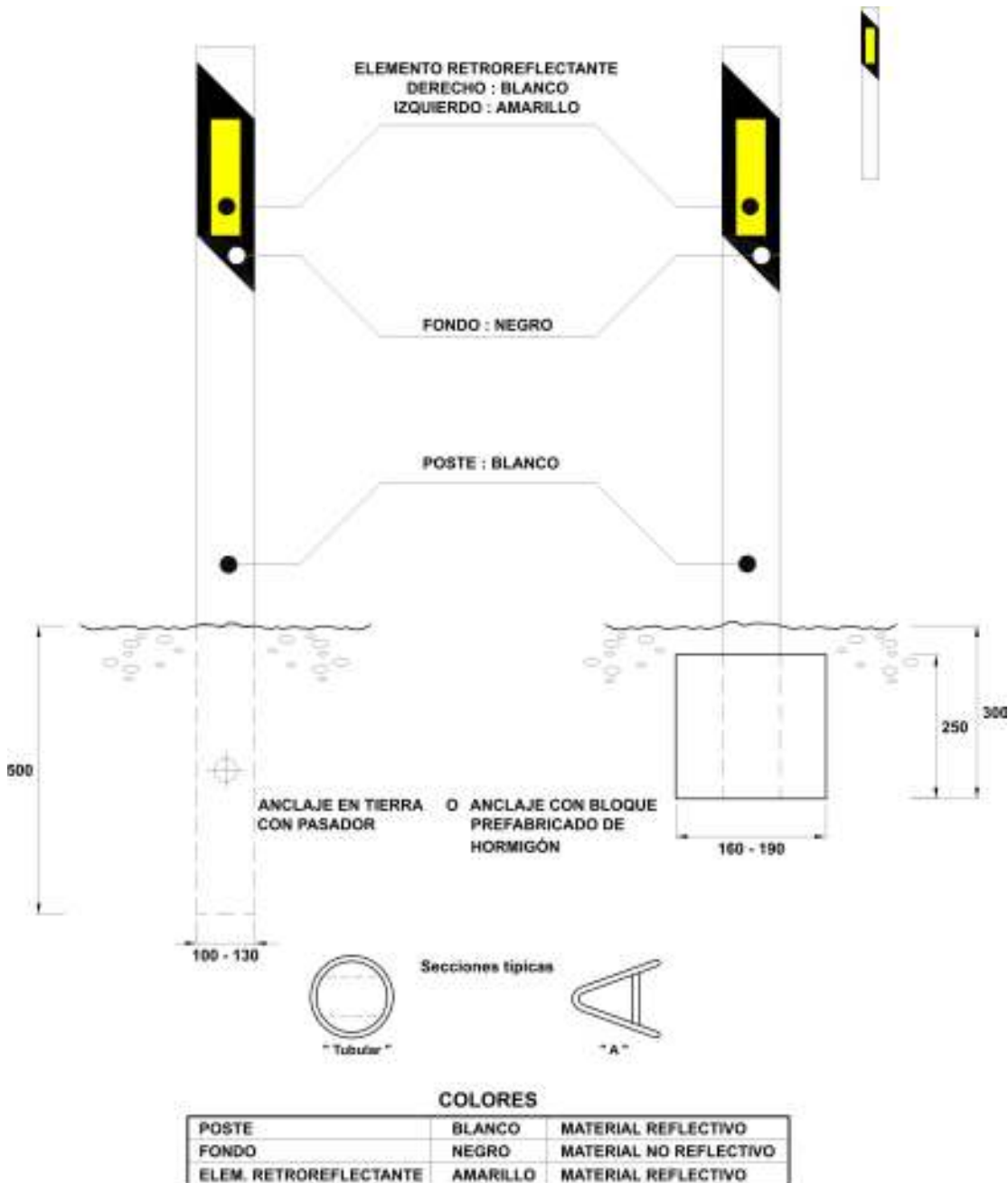


FIGURA 1.10-7 DISEÑO HITO DE ARISTA IZQUIERDO

d. Hito de vértice (DC - 3)

Los hitos de vértice tienen como propósito mostrar al conductor las dos direcciones divergentes posibles de circulación, en una vía unidireccional. De cuerpo de color azul y pictograma de color blanco retroreflectante

Se instalarán en todas las divergencias de pistas paralelas unidireccionales, al término de la demarcación tipo achurado en V divergente, debe quedar emplazado simétricamente sobre la proyección de la línea imaginaria que une los vértices del achurado en V.

La selección de la dimensión del hito de vértice debe realizarse según la importancia geométrica de la divergencia, para autopista serán de diámetro 1,5 – 2,0 m y para caminos Tipo 1 de 0,8 – 1,0 m.

Los hitos de vértice deberán quedar estables y bien afianzados, pudiendo para este fin rellenarse con arena. En el caso que estos elementos sean metálicos éstos podrán afianzarse mediante tres postes metálicos ubicados dos en los extremos y uno en el centro. Estos postes serán tipo ángulo de 1 ½" x 1 ½" x 3/16".

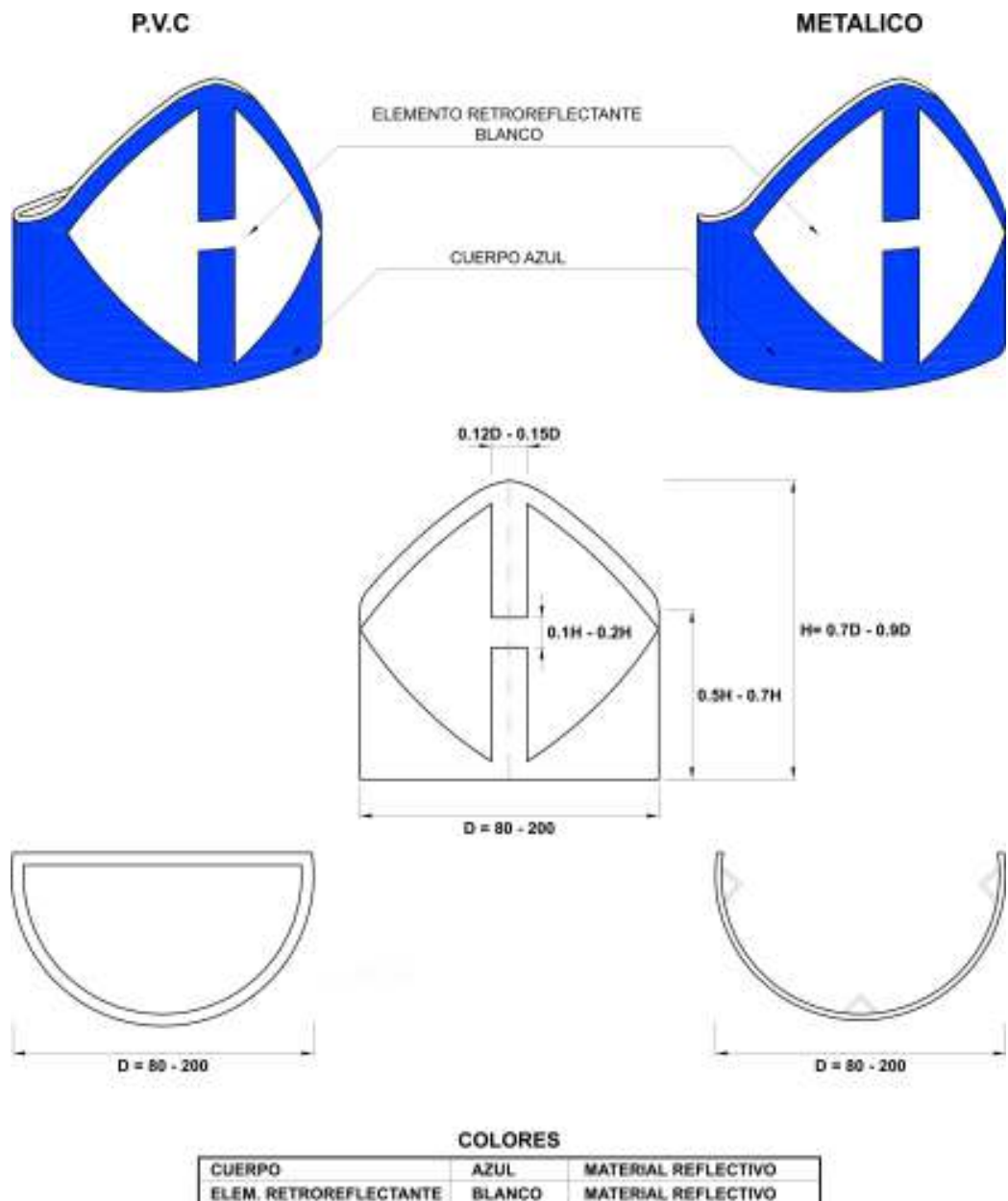


FIGURA 1.10-8 DISEÑO HITO DE VÉRTICE

1.10.1.2 Delineadores

a. Hito delineador (DC - 4)

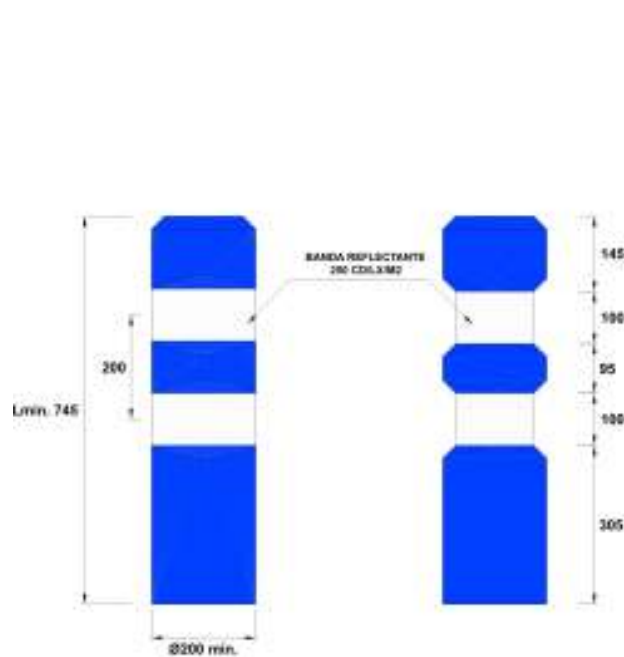
El propósito de los hitos delineadores es ayudar al conductor en la visualización de elementos o demarcaciones dispuestas para la canalización de los flujos en igual sentido u obstáculos adyacentes que signifiquen peligro. Se recomienda instalar hitos delineadores en aquellas islas cuya visualización no sea fácil y oportuna, ya sea por su diseño o por condiciones geométricas propias del camino. Estos hitos se instalarán preferentemente sobre el borde de la isla, cuidando de disponer el número suficiente de hitos que en los emplazamientos escogidos, permitan al usuario, sin duda alguna, reconocer su contorno y la canalización señalada.

Igual criterio se utilizará al emplazar estos hitos delineadores junto o sobre los bordes de obstáculos que signifiquen peligro a los conductores, por ejemplo, desniveles en convergencias de pistas, bordes de bandejones en plazas de peaje, etc.

Excepcionalmente, estos hitos se podrán instalar como complemento a la demarcación tipo achurado en V, definida para las divergencias, sólo si estos elementos no constituyen un obstáculo visual para el hito de vértice. Si su instalación es aplicable, el primer hito delineador se dispondrá en el vértice de la primera V, para luego continuar su emplazamiento en ambos extremos de las V impares.

También se recomienda la instalación de los hitos delineadores, en demarcaciones tipo achurado en separación de flujos, cuidando que su disposición señalice claramente el contorno de la demarcación horizontal.

Se podrán utilizar hitos delineadores del tipo flexible o eyectable, que cumplan con las dimensiones que se indican.



COLORES

CUERPO	AZUL	MATERIAL REFLECTIVO
ELEM. RETROREFLECTANTE	BLANCO	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.10-9 DISEÑO HITO DELINEADOR

b. Direccional simple

Los delineadores direccionales simples, cuya disposición siempre se realiza en grupo, tienen como propósito guiar al usuario en la conducción por una curva restringida con respecto a la geometría imperante en un tramo de vía.

Los delineadores direccionales simples se dispondrán para ayudar al usuario a visualizar el desarrollo de toda curva, a la derecha o a la izquierda, cuya geometría imponga una restricción en la velocidad de circulación desde 5 km/h y hasta 20 km/h, respecto a la velocidad asociada a las condiciones generales del tramo donde se ubica la curva.

También se dispondrán estos elementos en aquellas curvas, cuya relación radio - desarrollo o pendiente de acceso, motive una conducción forzada, a pesar que el radio de la curva sea mayor o corresponda con aquel que establece la velocidad señalizada para el tramo donde se ubica la curva, de acuerdo a los siguientes criterios de instalación.

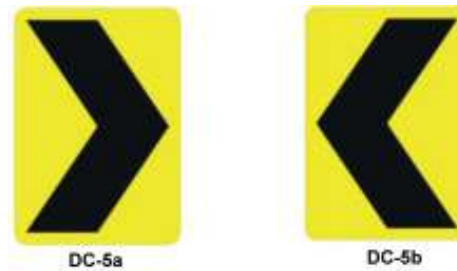


FIGURA 1.10-10 DELINEADOR DIRECCIONAL SIMPLE

Se instalarán delineadores direccionales simples, en aquellas curvas cuyo ángulo de deflexión sea mayor a 40g y el radio de curvatura sea menor o igual a los indicados en la Tabla 1.10-1.

TABLA 1.10-1 CRITERIOS DE INSTALACION DELINEADORES SIMPES

Velocidad del Tramo (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100
Radio (m) ≤	65	80	105	150	205	240	330	400

No obstante lo anterior, se instalarán delineadores direccionales simples en aquellas curvas cuyo ángulo de deflexión sea mayor a 30g y sean antecedidas por una pendiente cuya magnitud sea mayor a 4%, y además, se verifique la siguiente condición:

$$L \times i \geq 20$$

Donde:

L: Longitud del tramo adyacente con pendiente uniforme (m)

i: Pendiente del tramo adyacente (en tanto por uno)

En estos casos (verificación por pendientes), deberán colocarse delineadores direccionales en aquellas curvas cuyo radio sea menor o igual a los indicados en tabla anterior, pero considerando el valor correspondiente a la velocidad del tramo incrementado en 10 km/h. Los delineadores proyectados según este criterio deberán colocarse sólo enfrentados al sentido de la pendiente.

Los delineadores direccionales simples se instalarán en el borde externo de la curva, al término de la berma o tras las soleras o cunetas si las hay, con su placa perpendicular a la visual del conductor. Se dispondrán, a lo largo de la curva de tal forma que la visual del conductor siempre aprecie como mínimo tres delineadores, a una altura aproximada de 0,75 m para la base de la placa.

Cuando estos delineadores deban instalarse en una curva que cuente con barrera de contención, éstos se ubicarán tras la barrera, cuidando que no se afecte la visibilidad de ningún elemento.

La cantidad de delineadores a instalar será el calculado por el cociente entre el desarrollo de la curva circular y el espaciamiento, aproximado al entero superior.

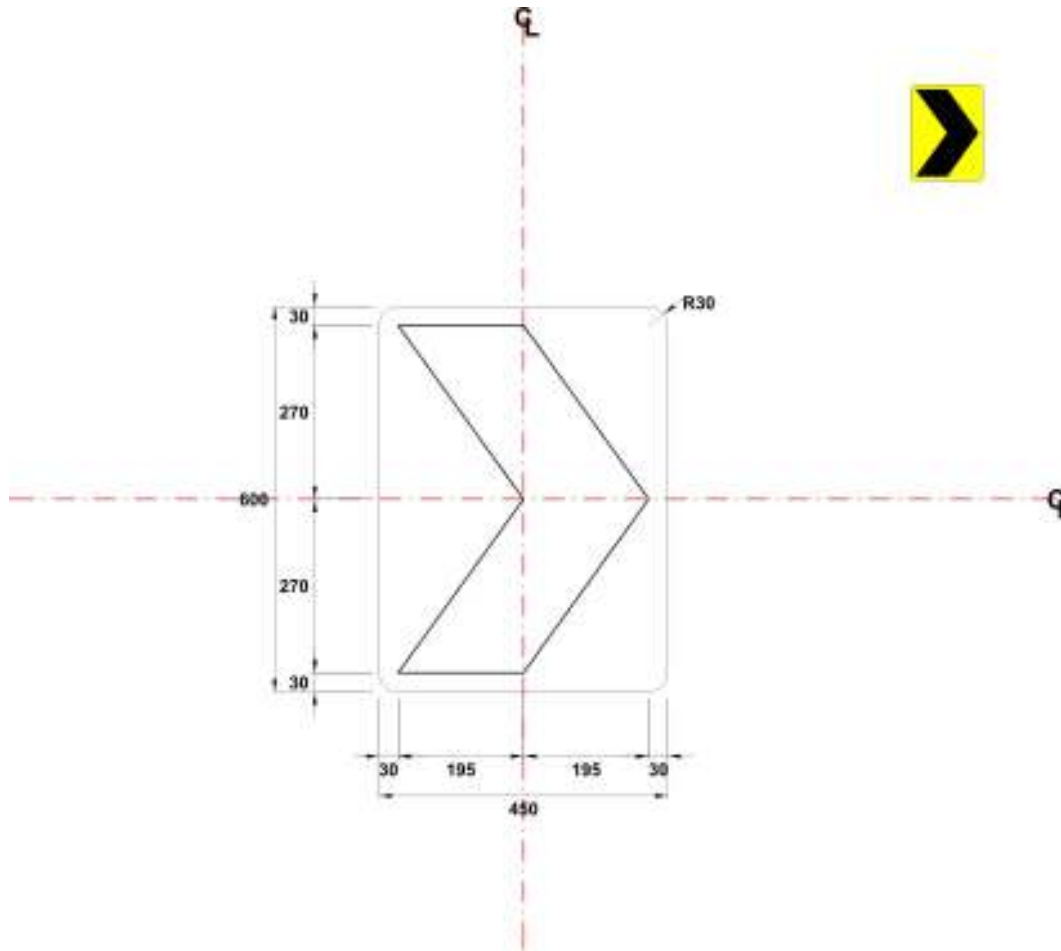
El espaciamiento se obtendrá de la relación:

$$E = 2,68 \sqrt{R}$$

Donde: R: radio de curvatura.

La cantidad de delineadores calculados será distribuida de forma tal, que el primero se ubicará en el P.C. y el último en el F.C. de la curva circular, instalando los restantes en forma equidistante entre estos dos puntos. Se aceptará una tolerancia de hasta 25% en el distanciamiento entre delineadores direccionales, debiendo siempre quedar visibles para el conductor a lo menos 3 de ellos.

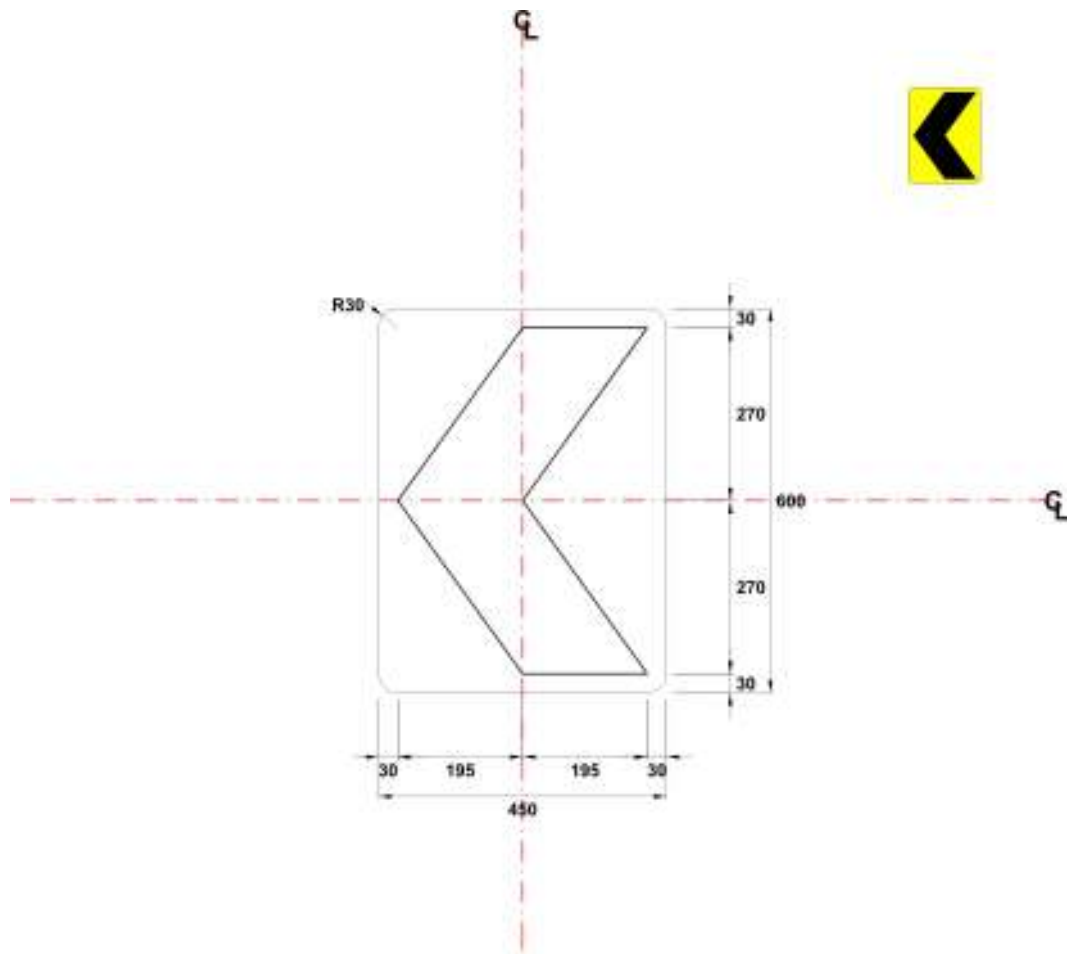
En el caso de curvas con enlaces clotoidales, la cantidad de delineadores será calculada por el mismo procedimiento anterior, salvo que se adicionará un delineador antes del P.C. y otro después del F.C., manteniendo el mismo espaciamiento de los dispuestos en el desarrollo de la curva circular.



COLORES

PICTOGRAMA	NEGRO	MATERIAL NO REFLECTIVO
FONDO PLACA	AMARILLO	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.10-11 DISEÑO DELINEADOR DIRECCIONAL SIMPLE DERECHO



COLORES

PICTOGRAMA	NEGRO	MATERIAL NO REFLECTIVO
FONDO PLACA	AMARILLO	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.10-12 DISEÑO DELINEADOR DIRECCIONAL SIMPLE IZQUIERDO

c. Direccional doble

Los delineadores direccionales dobles, cuya disposición siempre se realiza en grupo, tienen como propósito guiar al usuario en la conducción por una curva de peligrosidad.

Los delineadores direccionales dobles derechos e izquierdos, sólo se dispondrán para advertir y ayudar al usuario a visualizar el desarrollo de toda curva, señalizada como curva cerrada o que imponga una restricción en la velocidad de circulación de más de 20 km/h, respecto a la velocidad asociada a las condiciones generales del sector donde se ubica la curva. Sus dimensiones están definidas en la Figura 1.10-14 de este volumen.



FIGURA 1.10-13 DELINEADOR DIRECCIONAL DOBLE

Los delineadores direccionales dobles se instalarán en el borde externo de la curva, al término de la berma o tras las soleras o cunetas si las hay, con su placa perpendicular a la visual del conductor. Se dispondrán, a lo largo de la curva de tal forma que la visual del conductor siempre aprecie como mínimo tres delineadores, a una altura de 0,75 m para la base de la placa.

Cuando estos delineadores deban instalarse en una curva que cuente con barrera de contención, entonces estos se ubicarán tras la barrera, cuidando que no se afecte la visibilidad de ningún elemento. La cantidad de delineadores a instalar se calculará de manera similar a lo indicado en Criterios de Instalación de Delineadores Direccionales Simples.

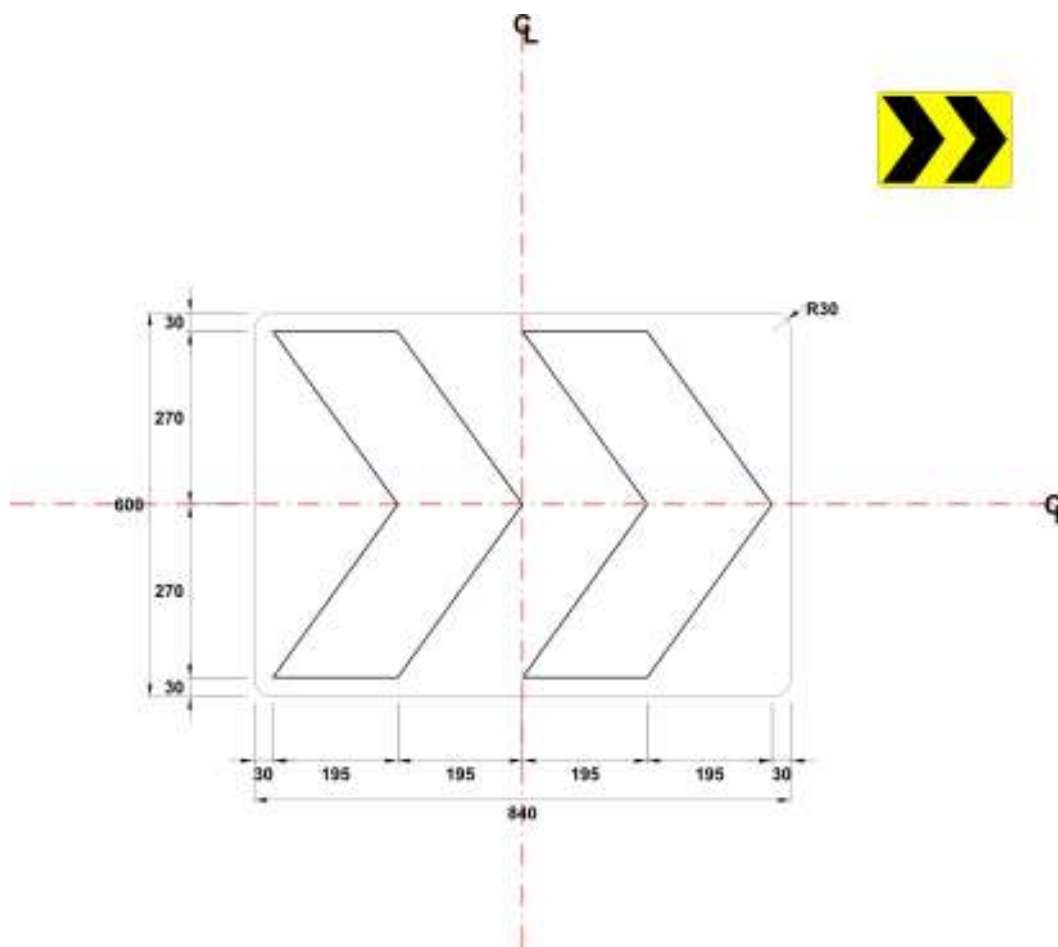
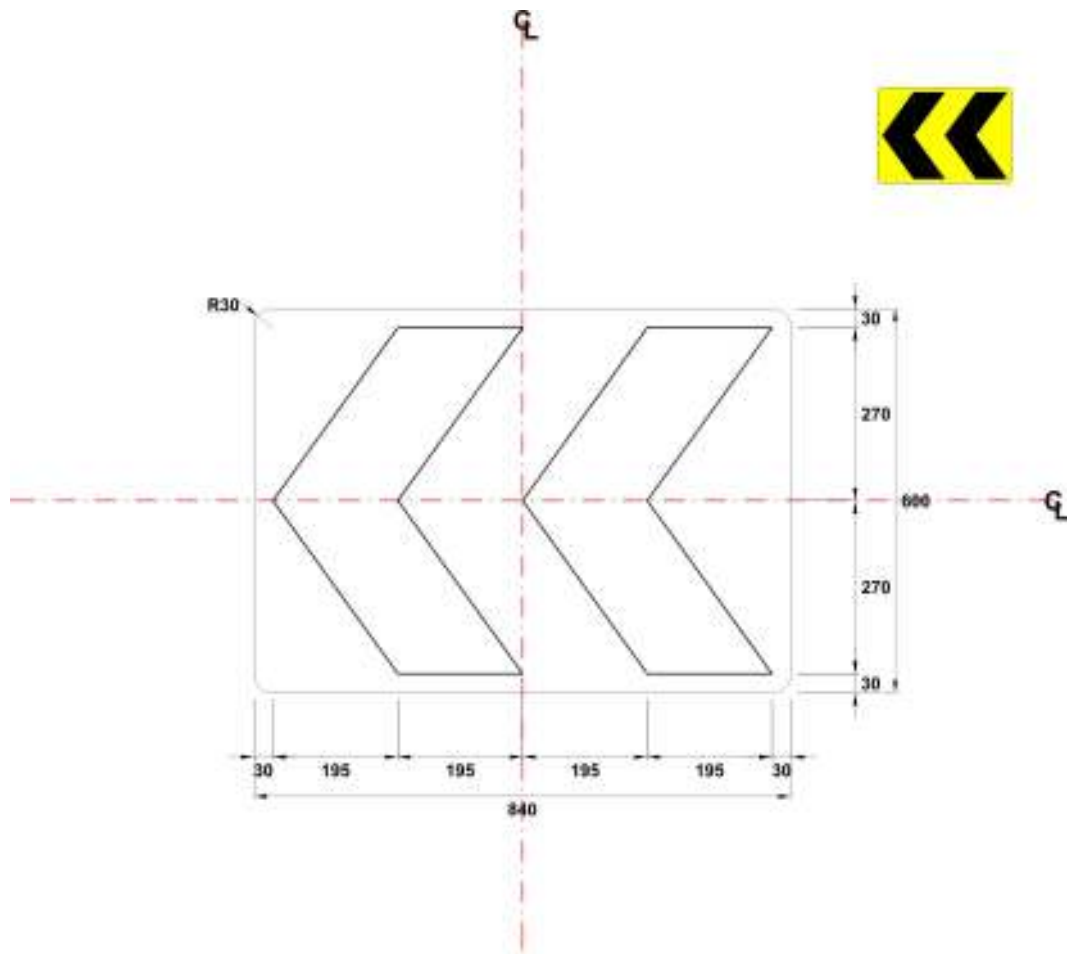


FIGURA 1.10-14 DISEÑO DELINEADOR DIRECCIONAL DOBLE DERECHO



COLORES

PICTOGRAMA	NEGRO	MATERIAL NO REFLECTIVO
FONDO PLACA	AMARILLO	MATERIAL REFLECTIVO

FIGURA 1.10-15 DISEÑO DELINEADOR DIRECCIONAL DOBLE IZQUIERDO

d. Delineadores verticales

Los delineadores verticales tienen como propósito advertir y guiar al usuario cualquier singularidad que haya al lado derecho o izquierdo y dentro de la plataforma, que pudiera significar algún riesgo en su conducción. Los delineadores verticales serán del tipo flexible y se instalarán junto al elemento que constituye el obstáculo adyacente, por ejemplo: muros, guardaruedas, pasillos de puentes, muros de túneles, bandejones en plazas de peaje o pesaje, postación, etc.

También se podrán instalar estos delineadores, cuando el camino a pesar de contar con una adecuada geometría, que no obligue al emplazamiento de elementos de contención, presente condiciones que conlleven peligro para la conducción, tales como terraplenes de mediana altura en trazados rectos, terraplenes situados en zonas inundadas, etc.. En estos casos su instalación se realizará cada 25 m, reemplazando la colocación de los correspondientes hitos de arista.

Si en el tramo donde se dispongan estos delineadores verticales, correspondiera ubicar el balizado de la ruta, esta información se pondrá sobre uno de estos elementos, debiendo por consiguiente, ajustarse el emplazamiento del conjunto de delineadores para cumplir además con el distanciamiento indicado.

Estos delineadores también se instalarán en las transiciones correspondientes a término de pistas de circulación, a 0,50 m del borde externo de la berma o del borde de la calzada.

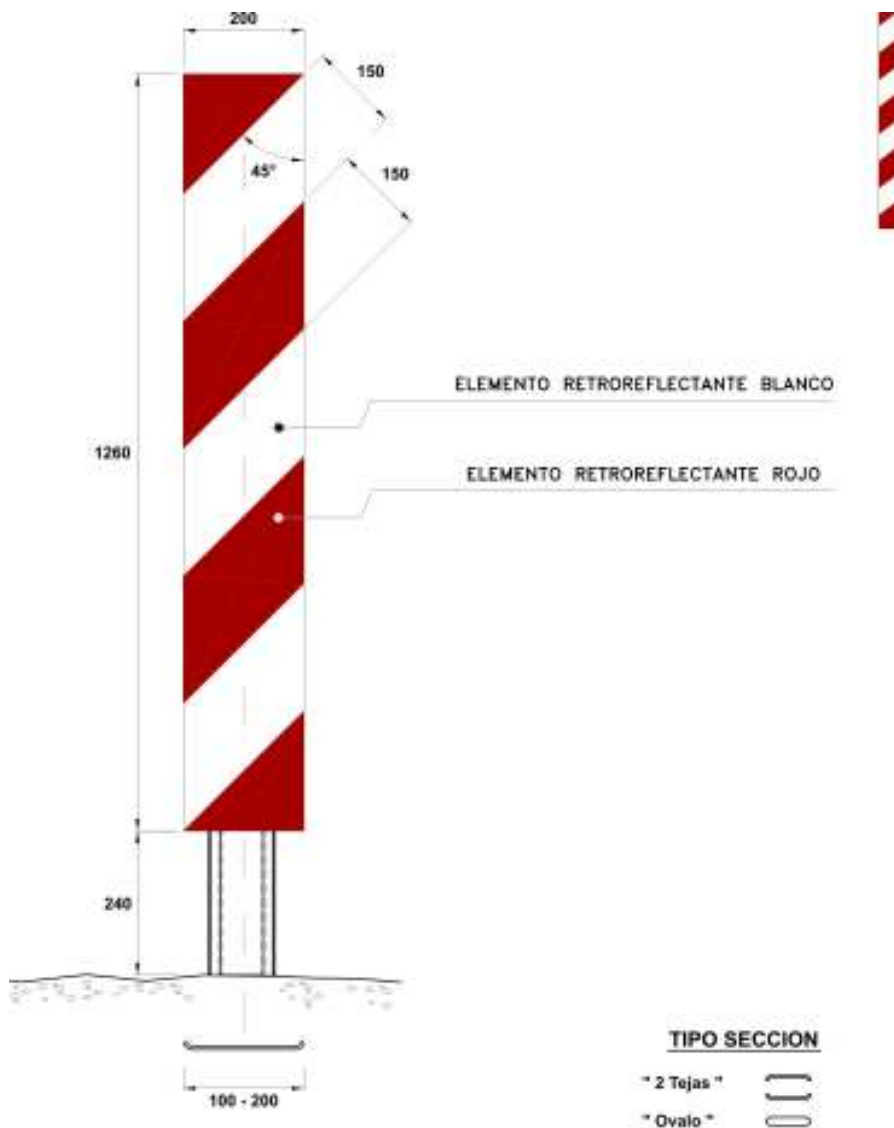


FIGURA 1.10-16 DC-7A DELINEADOR VERTICAL DERECHO

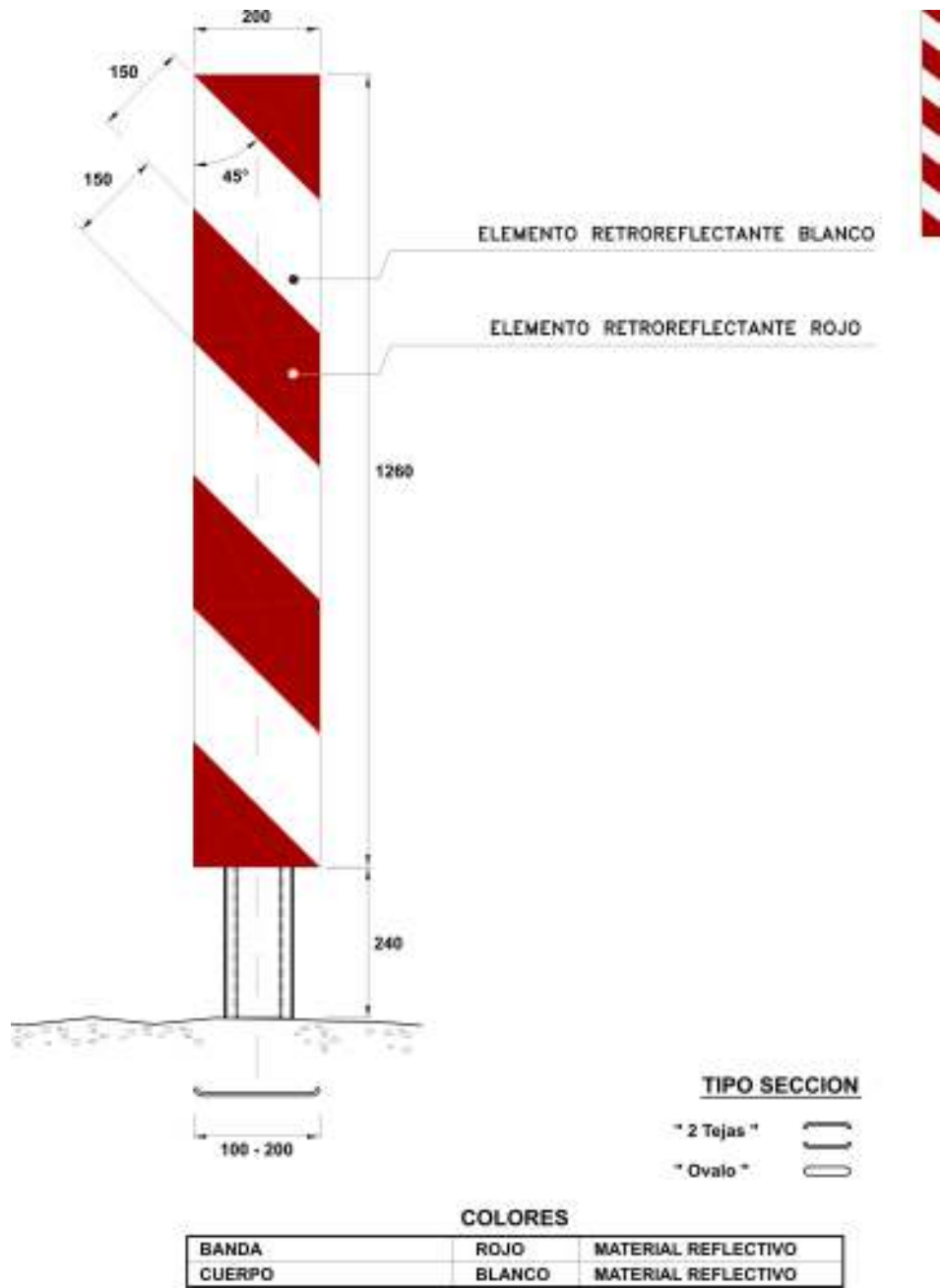


FIGURA 1.10-17 DC-7B DELINEADOR VERTICAL IZQUIERDO

ÍNDICE DE CONTENIDO

2.	SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO HORIZONTAL (DEMARCACIÓN).....	2-1
2.1	FUNCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	2-1
2.2	AUTORIDAD LEGAL.....	2-2
2.3	USO.....	2-2
2.4	COLOR Y RETROREFLECTANCIA.....	2-3
2.4.1	VISIBILIDAD NOCTURNA (RETROREFLECTANCIA).....	2-3
2.4.1.1	Demarcaciones planas.....	2-3
2.4.1.2	Demarcaciones elevadas.....	2-3
2.4.2	VISIBILIDAD DIURNA (COLOR Y FACTOR DE LUMINANCIA).....	2-4
2.4.2.1	Color demarcaciones planas.....	2-4
2.4.2.2	Demarcaciones elevadas.....	2-4
2.4.2.3	Contraste con el pavimento.....	2-5
2.4.3	RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (PÉNDULO DE FRICCIÓN).....	2-5
2.5	CLASIFICACIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES.....	2-5
2.5.1	CLASIFICACIÓN SEGÚN ALTURA.....	2-5
2.5.1.1	Planas.....	2-5
2.5.1.2	Elevadas.....	2-5
2.5.2	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FORMA.....	2-5
2.5.2.1	Líneas longitudinales.....	2-6
2.5.2.2	Líneas transversales.....	2-6
2.5.2.3	Líneas de detención.....	2-6
2.5.2.4	Líneas de sendas.....	2-6
2.5.2.5	Símbolos y leyendas.....	2-6
2.5.2.6	Composiciones.....	2-6
2.6	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS DEMARCACIONES.....	2-7
2.6.1	LÍNEAS LONGITUDINALES.....	2-7
2.6.1.1	Líneas de eje.....	2-7
2.6.2	DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE EJE (DISEÑO DE ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO).....	2-8
2.6.3	LÍNEAS DE CARRIL.....	2-12
2.6.3.1	Línea blanca discontinua.....	2-12
2.6.3.2	Línea blanca continua.....	2-15
2.6.4	OTRAS LÍNEAS LONGITUDINALES.....	2-16
2.6.4.1	Líneas de prohibición de estacionamiento.....	2-16
2.6.4.2	Líneas de transiciones para reducción de pistas.....	2-16
2.7	LÍNEAS TRANSVERSALES.....	2-19
2.7.1	LÍNEAS DE DETENCIÓN.....	2-19
2.7.1.1	Cruce controlado por señal ceda el paso.....	2-19
2.7.1.2	Cruce controlado por señal pare.....	2-21
2.7.1.3	Cruce regulado por semáforo.....	2-22
2.7.2	LÍNEAS DE CRUCE.....	2-23
2.7.2.1	Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra.....	2-23
2.7.2.2	Líneas para cruce peatonal semaforizado.....	2-24
2.8	SÍMBOLOS Y LEYENDAS.....	2-25
2.8.1	FLECHAS.....	2-25
2.8.1.1	Flecha recta.....	2-26
2.8.1.2	Flecha de viraje.....	2-27
2.8.1.3	Flecha recta y de viraje.....	2-28
2.8.1.4	Flecha recta y de salida.....	2-29
2.8.1.5	Flecha de incorporación.....	2-30
2.8.1.6	Flecha de incorporación a pista de tránsito lento.....	2-31
2.8.1.7	Velocidad máxima.....	2-32
2.8.1.8	Prohibido estacionar.....	2-33
2.8.1.9	Estacionamiento exclusivo para personas minusválidas.....	2-34
2.8.1.10	Cruce de ferrocarril.....	2-35
2.8.1.11	Zonas peatonales.....	2-36
2.8.1.12	Zonas de escuela.....	2-37

2.9	OTRAS DEMARCACIONES	2-38
2.9.1	ACHURADOS.....	2-38
2.9.1.1	Bloqueo de cruces.....	2-40
2.9.1.2	Resaltos.....	2-41
2.9.1.3	Resalto tipo cojín.....	2-42
2.9.1.4	Bordes y bandas alertadoras.....	2-45
2.9.1.5	Franjas sonoras.....	2-47
2.9.1.6	Distanciadores.....	2-48
2.9.1.7	Tachas.....	2-49

2. SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO HORIZONTAL (DEMARCACIÓN)

En esta capítulo se abordan los conceptos involucrados en la señalización horizontal de tránsito, la que corresponde a demarcaciones tipo líneas, símbolos, letras u otras, entre las que se incluyen las tachas retroreflectantes complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito. Lo que se indica constituye el estándar mínimo aceptable, pudiendo aumentarse atendiendo a las particularidades que la vía pudiere presentar.

Considerando que la señalización horizontal se ubica sobre la calzada, presenta la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención de la pista en que circula. Desde este punto de vista, el lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo, alto tránsito y otros. Por lo tanto, frente a maniobras de alto riesgo tales como zonas de no adelantar, o de detención PARE, deben siempre ser reforzadas con la señalización vertical correspondiente.

Por otro lado, un requisito importante al momento de decidir el material a emplear en la demarcación, será su duración y funcionalidad en climáticas adversas. Esta condición dependerá de las siguientes variables: características del material; el tipo de sustrato sobre el cual se aplica; tipo y cantidad de tránsito; clima y condiciones ambientales en el entorno a la vía.

Las especificaciones que se entregan en Anexo C, tienen por objeto unificar los materiales a utilizar en las demarcaciones a utilizar en la nación, de modo tal que cuenten con las características que aseguren su duración y visibilidad, tanto diurna como nocturna.

Todas las vías pavimentadas deberán contar con señalización horizontal, la cual deberá cumplir una función prioritaria en vías interurbanas y/o de apoyo a la señalización vertical en las vías urbanas.

2.1 FUNCIÓN Y CLASIFICACIÓN

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.

La demarcación mediante líneas de pista, de eje y de borde otorga un mensaje continuo al usuario, definiendo inequívocamente el espacio por el cual debe circular, otorgando al conductor la seguridad de estar transitando por el espacio destinado para tal efecto. Por el contrario, la ausencia de demarcación, genera comportamientos erráticos e inesperados en los conductores.

De acuerdo con la función que cumplen, las demarcaciones se clasifican en:

- **Líneas Longitudinales:** Las líneas longitudinales se emplean para delimitar pistas y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, pistas exclusivas de bicicletas o buses.
- **Líneas Transversales:** Las líneas transversales tienen la función de definir puntos de detención y/o sendas de cruce de peatones y ciclistas, pueden ser de dos tipos; Líneas de Detención y Líneas de Cruce.
- **Símbolos y Leyendas:** Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como CEDA EL PASO y PARE y leyendas como LENTO, entre otras.
- **Otras demarcaciones:** Corresponden a demarcaciones como achurados, demarcaciones de tránsito divergente y convergente, distanciadotes, etc. En este caso no es posible agruparlas por sus características geométricas, dado a que ninguna de sus formas o líneas predomina sobre las otras.

Las señales no son necesarias ni deben ser usadas para confirmar prescripciones contempladas en la Ley; por el contrario, deben ser instaladas previo análisis técnico, solo en aquellos lugares donde estas se justifiquen.

2.2 AUTORIDAD LEGAL

Bolivia ingresa a las Naciones Unidas el año 1945, suscribiendo el año 1949 la primera versión de la denominada “Convención sobre Circulación por Carretera”. El año 1971, la Organización de Estados Americanos (OEA) publica el documento denominado “Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras” base de desarrollo para la primera reglamentación vial del país.

Basado en los documentos mencionados, el año 1977 el entonces Servicio Nacional de Caminos, publica el “Manual Técnico de Señalización Vial”, documento que establece las normas sobre señalización que regirán a nivel nacional por los próximos 27 años.

En atención a la necesidad de actualización, el año 2004 es publicado el “Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Carreteras” el cual busca, en proceso de actualización por etapas, poner al día los temas técnicos en materias de Señalización Vial.

Continuando con dicho propósito, el año 2006, la Administradora Boliviana de Carreteras, se plantea una meta más ambiciosa: además de actualizar los contenidos ya existentes Señalización Vertical y Horizontal y de completar temas pendientes tales como la Señalización en Zonas de Obras y ciertos aspectos no abordados en el área de las demarcaciones, plantea el desarrollo de un Volumen completo dedicado a la Seguridad Vial.

De este modo surge el Volumen 3, denominado “Dispositivos de Control de Tránsito y Seguridad Vial”, del cual la Señalización Vertical es una parte, incorporando nuevos temas y criterios de diseño, permitiendo tanto la actualización como la incorporación de nuevas áreas acorde al estado de avance de la Seguridad Vial a nivel mundial.

Ahora corresponde a la Administradora Boliviana de Carreteras, adoptar las medidas necesarias, en orden a que la señalización de tránsito que exista en el país sea concordante con los criterios técnicos y demás disposiciones del presente Capítulo, procediendo el retiro de cualquier señal no oficial, así como también de cualquier otro letrero, signo, demarcación, propaganda o elemento que altere la señalización oficial o dificulte su percepción.

Por otra parte, corresponde a la autoridad responsable de la vía, Municipios en zonas urbanas y Departamentos en las vías sujetas a su cuidado, asegurar que la apertura al tránsito vehicular y/o peatonal de una nueva vía o desvío, sólo se lleve a cabo previa instalación de toda la señalización requerida.

Las señales de tránsito serán instaladas, únicamente, por las entidades oficiales responsables de la vía, por las autoridades que tengan delegada esta función o por quienes tengan una autorización legal previa para hacerlo.

En ningún caso la señal o su soporte podrán llevar mensajes diferentes a los previstos en este Manual. Toda señal no autorizada, no esencial o que no cumpla con las especificaciones contenidas en este Manual, que sea colocada en la acera o derecho de vía, deberá ser retirada por la autoridad competente.

2.3 USO

Toda demarcación, deberá cumplir con el propósito específico prescrito en este capítulo. Antes que una vía sea abierta al tránsito, deberá verificarse la presencia de todas las demarcaciones definidas en el proyecto y otras que pudiesen resultar necesarias. El uso de las demarcaciones debe estar apoyado en estudios realizados por profesionales con experiencia en el campo de la Ingeniería de Tránsito.

Modificaciones de las características operacionales y/o físicas de una vía, tales como cambios de sentido de tránsito o ensanchamientos, pueden requerir la eliminación o borrado de la demarcación existente, a fin de no confundir a los usuarios, no desacreditar otras señales y no generar accidentes. Las demarcaciones obsoletas deben ser removidas antes que las nuevas condiciones de operación y/o físicas se implementen.

Se puede utilizar cualquier proceso que elimine totalmente la demarcación obsoleta siempre que no dañe el medio ambiente y que no afecte la integridad del pavimento, tales como chorro de arena, cepillado, quemadura, aplicación de agentes químicos u otros, **no se permite el recubrimiento con pintura gris o negra**, ya que ésta se desgasta con el tiempo dejando visible la demarcación que se ha intentado eliminar. Las demarcaciones elevadas innecesarias deben ser removidas en su totalidad.

Es necesario tener en cuenta que las condiciones urbanas muchas veces difieren de las condiciones rurales.

2.4 COLOR Y RETROREFLECTANCIA

2.4.1 VISIBILIDAD NOCTURNA (RETROREFLECTANCIA)

2.4.1.1 Demarcaciones planas

Las demarcaciones deberán ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados, como pinturas que junto a micro-esferas de vidrio, se someten a procedimientos que aseguran su retroreflexión.

Esta propiedad, permitirá que las micro-esferas sean visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.

Estas demarcaciones deberán cumplir con los valores mínimos de retroreflexión indicados en Tabla 2.4-1.

TABLA 2.4-1 RETROREFLECTANCIA INICIAL A 30DÍAS (MCD/LUX/M²)

Ángulos		Colores	
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
3.5°	4.5°	300	180
1.24°	2.29°	200	120

Los valores mínimos de retroreflectancia que se deberán cumplir para que se deba ejecutar el repintado, corresponderán a los indicados en la Tabla 2.4-2.

TABLA 2.4-2 RETROREFLECTANCIA PARA REPINTADOS

Ángulos		Colores	
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
3.5°	4.5°	120	95
1.24°	2.29°	90	70

2.4.1.2 Demarcaciones elevadas

Tratándose de demarcaciones elevadas (tachas), la superficie retroreflectante debe ser siempre a lo menos de 10 cm². Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, se deberá retirar e instalar uno nuevo.

Se establece que los valores mínimos de retroreflexión serán los considerados en la Tabla 2.4-3.

TABLA 2.4-3 COEFICIENTE DE INTENSIDAD LUMINOSA RETROREFLEJADA R_L

Ángulo de Entrada "E"	Ángulo de Observación "α"	Mínimo Valor R _L ; Milicandelas por lux (mcd/lx)				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0°	0,2°	279	167	70	93	26
+20° - 20°	0,2°	112	67	28	37	10

Los ángulos de entrada y observación a que se refiere la tabla anterior, son representados en las figuras siguientes:

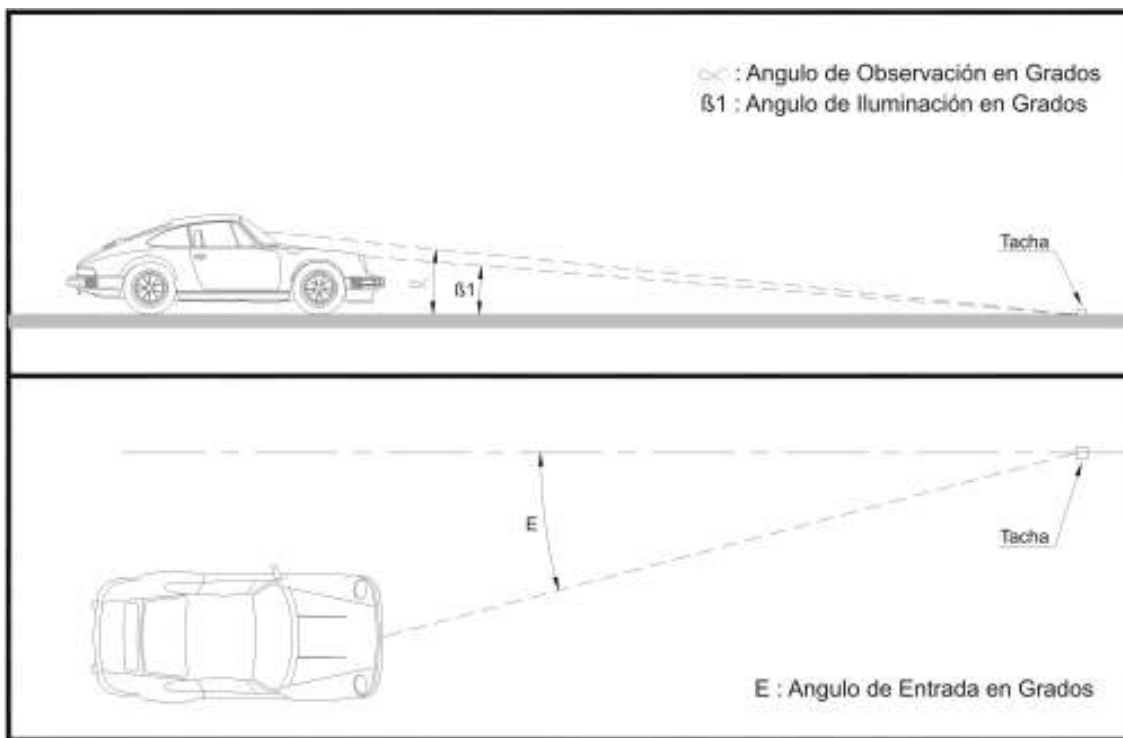


FIGURA 2.4-1 ÁNGULO DE ENTRADA Y DE OBSERVACIÓN

2.4.2 VISIBILIDAD DIURNA (COLOR Y FACTOR DE LUMINANCIA)

2.4.2.1 Color demarcaciones planas

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas.

Amarillo: El color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en caminos de doble sentido con calzadas de uno o varios carriles y líneas de barrera. Este color se utiliza también en las islas divisorias y en las marcas para prevenir el bloqueo de una intersección.

Blanco: El blanco define la separación entre tránsito en el mismo sentido y la demarcación de borde de calzada, pasos peatonales y espacios de estacionamiento. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco.

Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a 1/2 del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

Los colores están definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Normalizado CIE 1931, según Tabla 2.4-4, debiendo cumplir lo siguiente:

TABLA 2.4-4 COORDENADAS CROMÁTICAS DEMARCACIONES PLANAS

Color	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Blanco	0.355	0.355	0.305	0.305	0.285	0.325	0.335	0.375
Amarillo	0.494	0.427	0.545	0.455	0.465	0.535	0.427	0.483

2.4.2.2 Demarcaciones elevadas

Las demarcaciones elevadas (tachas) pueden ser blancas, amarillas o rojas, debiendo coincidir el color de la superficie o lámina retroreflectante con el del cuerpo del elemento que la contiene, con la excepción de las tachas bicolor. Se utiliza el blanco para indicar líneas que pueden ser traspasadas, el amarillo para señalar líneas que no pueden ser traspasadas.

2.4.2.3 Contraste con el pavimento

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

La relación de contraste mínima R_c es 1,7, donde:

$$R_c = (\beta_{\text{demarcación}} - \beta_{\text{pavimento}}) / \beta_{\text{pavimento}}$$

Donde β corresponde al factor de luminancia. Este factor, se determinará mediante equipos especiales (espectrofotómetro, integrador, colorímetro triestímulo, prensa mecánica para polvo).

Los valores mínimos correspondientes al factor de luminancia para la pintura de demarcación son:

Pintura blanca	$\beta = 0,40$
Pintura amarilla	$\beta = 0,20$

Para lograr el contraste entre la demarcación y el pavimento, existe la alternativa de aplicar un color negro como fondo de la demarcación, el cual deberá exceder el ancho de la demarcación en al menos 5 cm. en todas las direcciones.

2.4.3 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (PÉNDULO DE FRICCIÓN)

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 (TRRL).

2.5 CLASIFICACIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES

2.5.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN ALTURA

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

2.5.1.1 Planas

Son las de hasta 6 mm de altura.

2.5.1.2 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, aún en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente, la demarcación plana pierde eficacia.

2.5.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FORMA

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

- Líneas
- Símbolos
- Leyendas
- Otras Demarcaciones

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

- Líneas Longitudinales
- Líneas Transversales

2.5.2.1 Líneas longitudinales

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.
- Líneas de Transición (Reducción o ampliación de pistas).

2.5.2.2 Líneas 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.
- Líneas de Sendas.

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

2.5.2.3 Líneas de detención

Se tiene:

- Línea de Detención Cruce de Prioridad Estática CEDA EL PASO
- Línea de Detención Cruce de Prioridad Estática PARE.
- Línea de Detención Cruce de Prioridad Variable Semaforizado.

2.5.2.4 Líneas de sendas

Se tiene:

- Líneas de Sendas Cruce Peatonal Tipo CEBRA.
- Líneas de Sendas Cruce Peatonal Semaforizado.
- Líneas de Sendas Cruce Ciclista para Ciclo vías y/o Ciclo bandas.

2.5.2.5 Símbolos 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.
- Leyendas.

2.5.2.6 Composiciones

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).

2.6 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS DEMARCACIONES

2.6.1 LÍNEAS 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 traspasable por cualquier conductor.

2.6.1.1 Líneas de eje

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde 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.

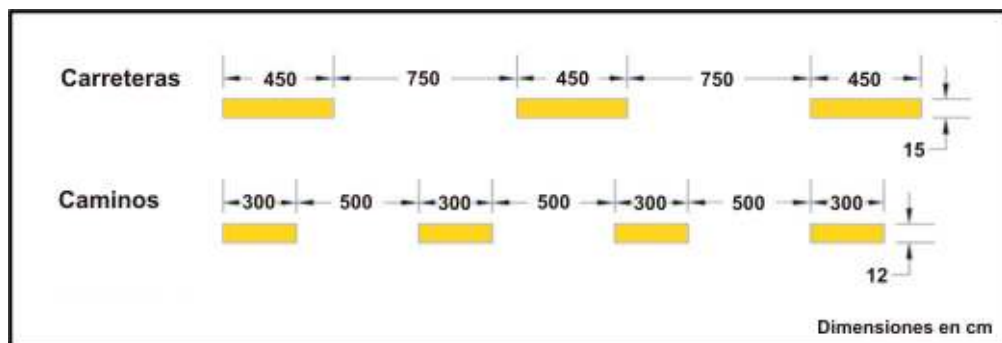


FIGURA 2.6-1 DISEÑO LÍNEA DISCONTINUA

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 "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 Figura 2.7-3.

Las líneas de eje central continuas dobles consisten en dos líneas blancas 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 sobreechanco 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 puede variar 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.

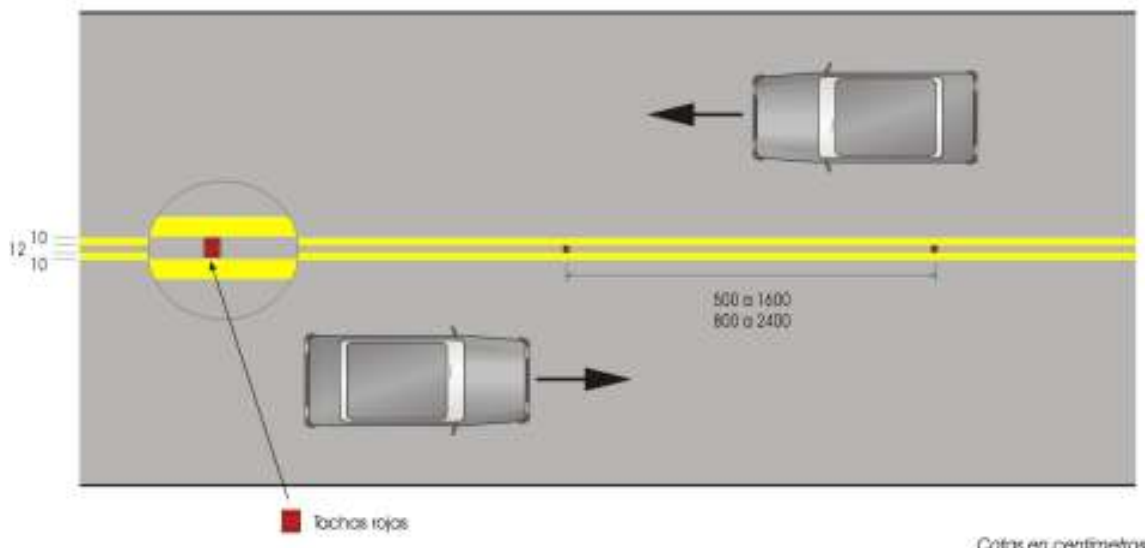


FIGURA 2.6-2 EJEMPLO DE LÍNEAS CONTINUAS DOBLES

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.

2.6.2 DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE EJE (DISEÑO DE ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO)

Dado que la maniobra de adelantamiento es la de mayor riesgo al conducir, las zonas de adelantamiento deben ser definidas cuidadosa y adecuadamente conforme a los criterios especificados a continuación.

Las zonas de No Adelantar deben ser establecidas, además de los lugares en que exista una distancia de visibilidad de adelantamiento menor a la distancia de adelantamiento mínima. Esta última distancia, es la necesaria para que el vehículo abandone su pista, pase al vehículo que lo precede y retome su pista en forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo que está adelantado, ni la de otro que se desplace en sentido contrario por la pista utilizada para el adelantamiento.

En los siguientes sectores de una vía se prohíbe adelantar, y por tanto debe considerarse una línea continua:

- Bermas
- Curvas horizontales sin visibilidad
- Puentes bidireccionales
- Pasos a nivel bidireccionales
- Cruces no regulados
- Cima de una cuesta (curvas verticales)

Dado que la maniobra de adelantamiento es la de mayor riesgo al conducir, las zonas de NO ADELANTAR deben ser definidas cuidadosamente conforme a los criterios especificados a continuación.

Tratándose de curvas verticales la distancia de visibilidad de adelantamiento es la máxima distancia a lo largo de la cual un objeto que se encuentra 1 m por encima de la superficie del pavimento puede ser visto desde un punto, también a 1 m por encima del pavimento, como se ilustra en la Figura 2.6-3.

La distancia de visibilidad de adelantamiento en una curva horizontal es aquella que se mide a lo largo del centro de la pista más a la derecha en el sentido de circulación, entre dos puntos que se encuentran 1,1 m sobre la superficie del pavimento, en la línea tangencial al radio interno u otra obstrucción que recorte la visibilidad dentro de la curva. Ver Figura 2.6-4 y Figura 2.6-5.

En la Tabla 2.6-1 se especifican las distancias de adelantamiento mínima según la velocidad máxima permitida en la vía.

TABLA 2.6-1 DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO MÍNIMA

Velocidad Máxima (Km./hr.)	Distancia de adelantamiento Mínima (m)
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350
100	430

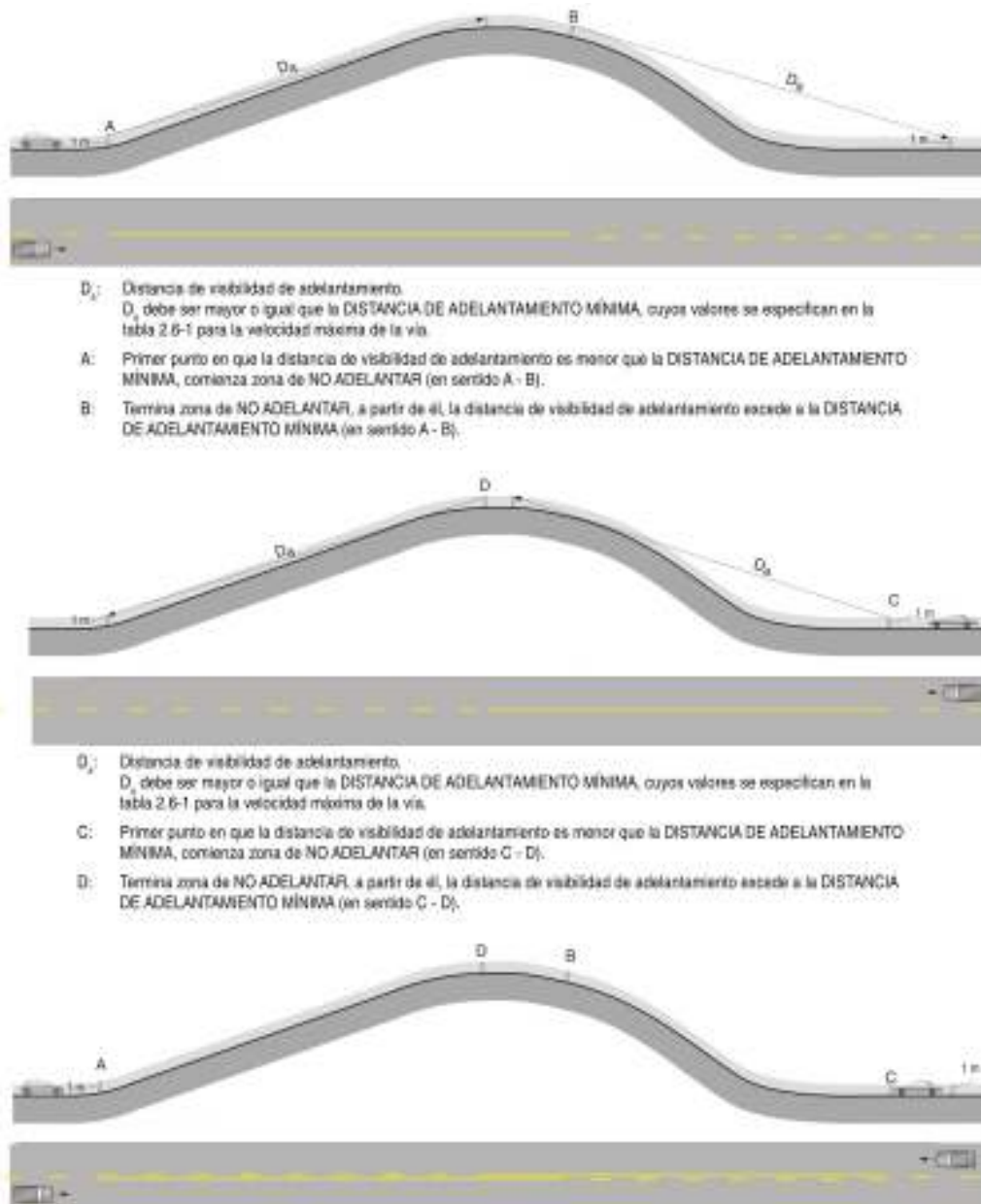


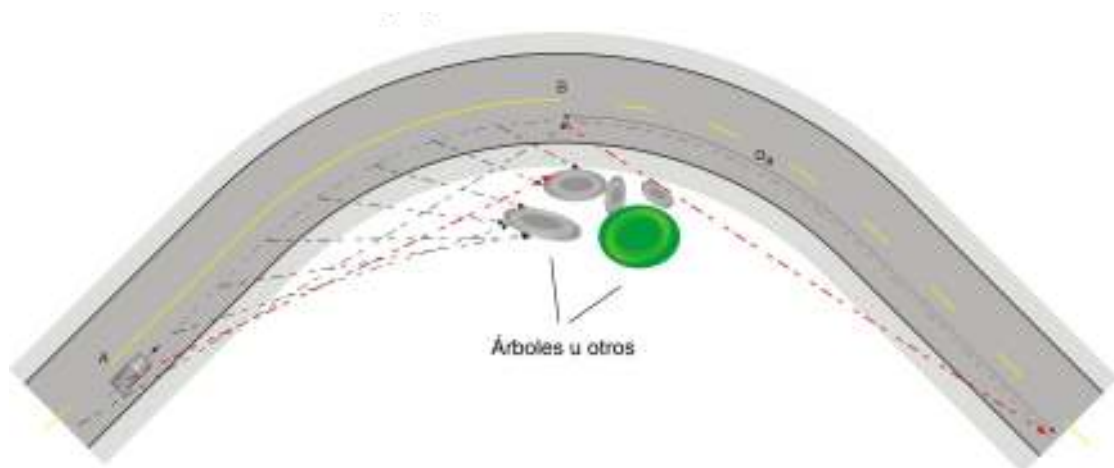
FIGURA 2.6-3 EJEMPLO DE ZONA DE NO ADELANTAR, RESTRICCIÓN VERTICAL

Una zona de NO ADELANTAR se justifica donde la distancia de visibilidad de adelantamiento es menor que la distancia de adelantamiento mínima señalada en la tabla anterior. Así por ejemplo, en vías con velocidad máxima de 90 km/hr, se debe prohibir el adelantamiento en todos aquellos tramos en que la distancia de visibilidad de adelantamiento sea menor a 350 m.

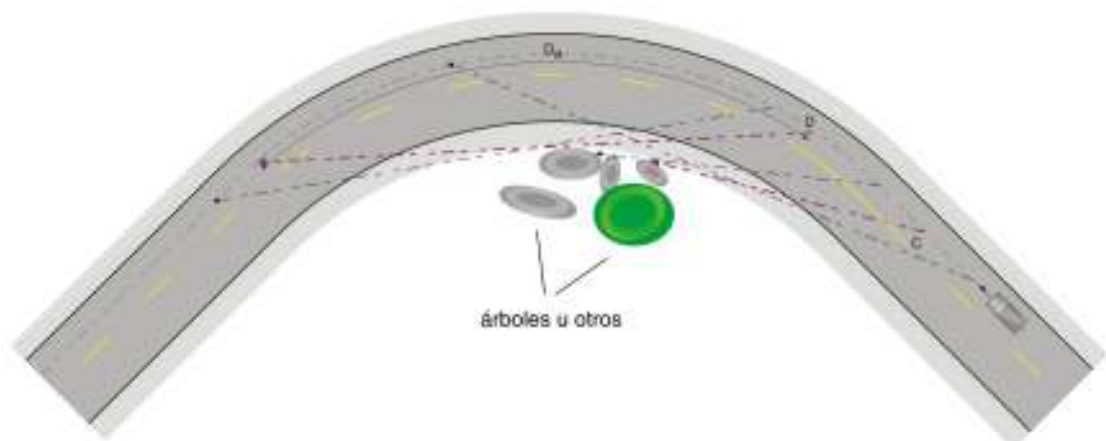
Las zonas de NO ADELANTAR deben ser indicadas mediante demarcación y señales verticales; la primera se extiende a lo largo de todo el tramo en que rige la prohibición y las segundas se instalan donde se inicia la restricción, como se señala en el Tópico 1.8.4 del Capítulo 1 de este Volumen.

Por razones de seguridad, en ningún caso la extensión de un tramo con prohibición de adelantar debe ser inferior a 150 m. Cuando dicha distancia resulta menor, la demarcación continua faltante debe agregarse al inicio de la zona para completar 150 m.

De igual manera, entre dos zonas de adelantamiento prohibido deben existir a lo menos 120 m que lo permitan; si esta distancia resulta menor se debe prolongar la línea doble continua, uniendo ambas zonas.



- D_v : Distancia de visibilidad de adelantamiento.
 D_v debe ser mayor o igual que la DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO MÍNIMA, cuyos valores se especifican en la tabla 2.6-1 para la velocidad máxima de la vía.
- A: Primer punto en que la distancia de visibilidad de adelantamiento es menor que la DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO MÍNIMA, por obstrucción visual de árboles u otros elementos comienza zona de NO ADELANTAR (en sentido A - B).
- B: Termina zona de NO ADELANTAR: a partir de él, la distancia de visibilidad de adelantamiento excede a la DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO MÍNIMA (en sentido A - B).



- D_v : Distancia de visibilidad de adelantamiento.
 D_v debe ser mayor o igual que la DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO MÍNIMA, cuyos valores se especifican en la tabla 2.6-1 para la velocidad máxima de la vía.
- C: Primer punto en que la distancia de visibilidad de adelantamiento es menor que la DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO MÍNIMA, por obstrucción visual de árboles u otros elementos comienza zona de NO ADELANTAR (en sentido C - D).
- D: Termina zona de NO ADELANTAR: a partir de él, la distancia de visibilidad de adelantamiento excede a la DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO MÍNIMA (en sentido C - D).

FIGURA 2.6-4 EJEMPLO DE NO ADELANTAR, RESTRICCIÓN EN PLANTA

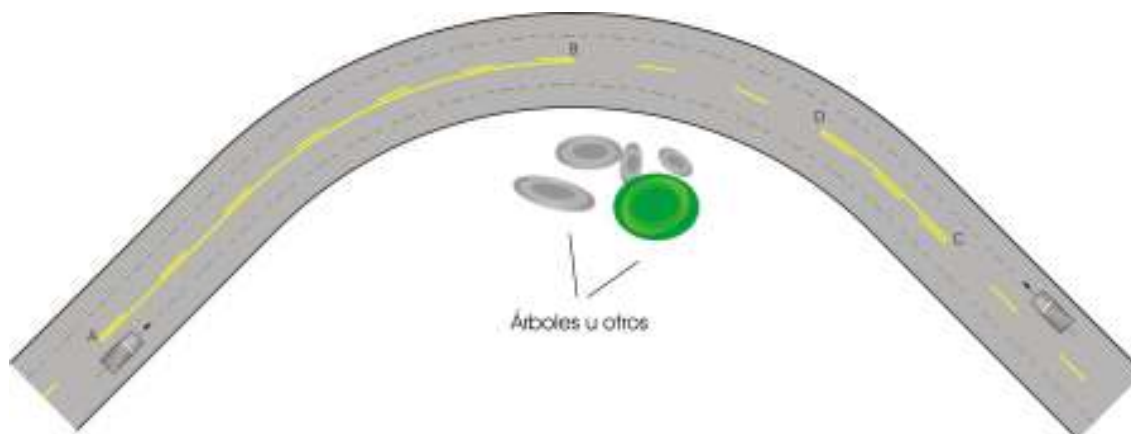


FIGURA 2.6-5 EJEMPLO DE NO ADELANTAR, RESTRICCIÓN EN PLANTA

2.6.3 LÍNEAS 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.

2.6.3.1 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 2.6-2, siguiente:

TABLA 2.6-2 RELACIÓN DEMARCACIÓN / BRECHA EN LÍNEA 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

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 2.6-6.

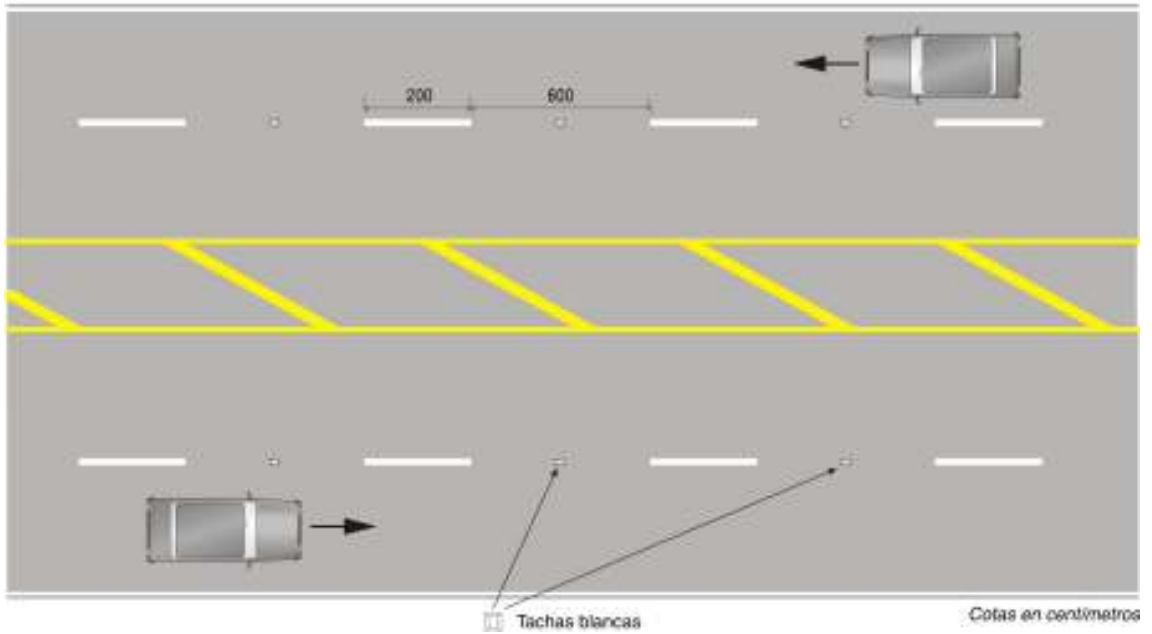


FIGURA 2.6-6 EJEMPLO DE LÍNEAS DE PISTAS SEGMENTADAS

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.

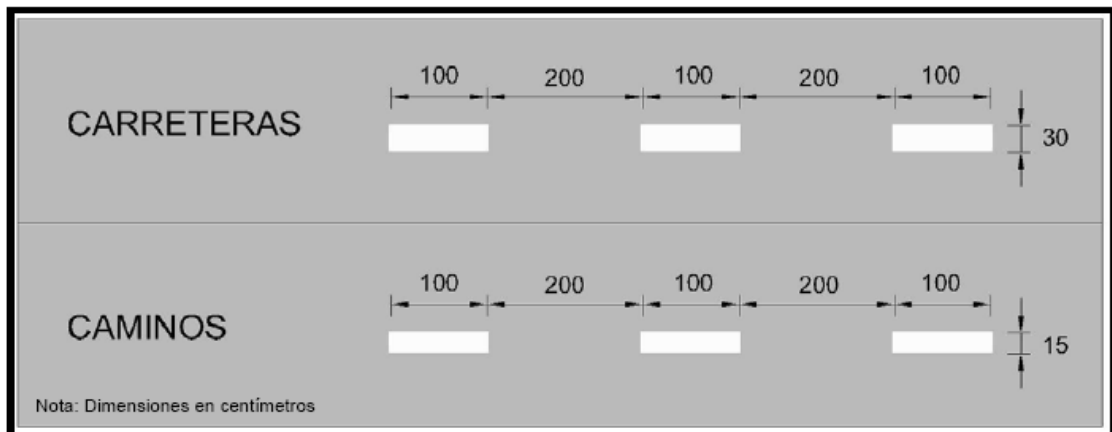


FIGURA 2.6-7 RELACIONES DE DEMARCACIÓN PARA PISTAS AUXILIARES DE INCORPORACIÓN Y/EGRESO

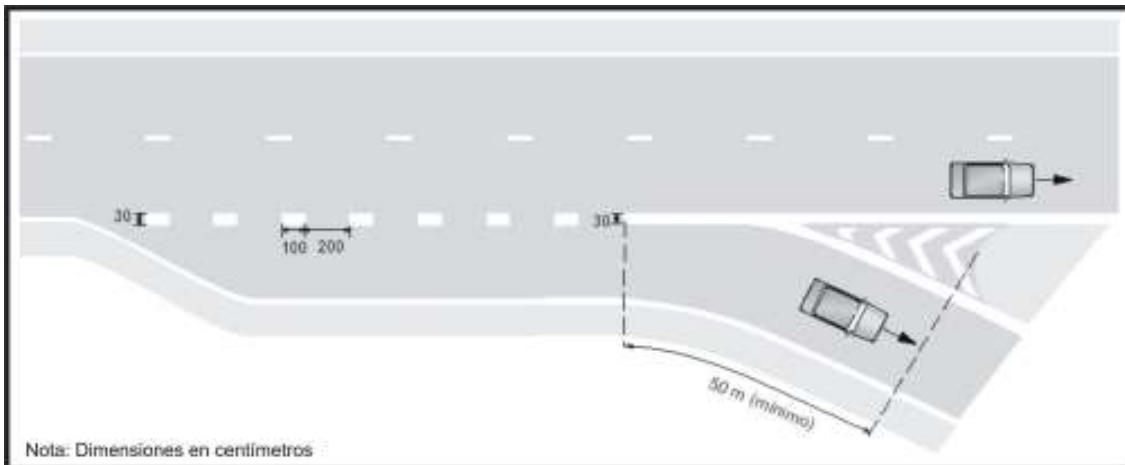


FIGURA 2.6-8 CASO PISTA DE EGRESO

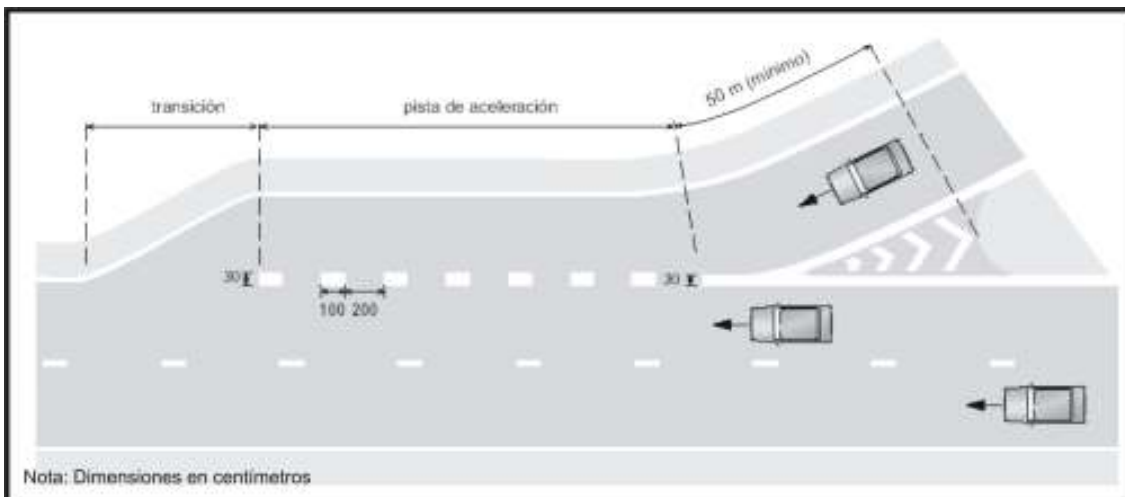


FIGURA 2.6-9 CASO PISTA DE INCORPORACIÓN

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 ese 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 2.6-2.

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 2.6-2.

2.6.3.2 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 anterior, 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. Ver Figura 2.7-3.

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 ésta.

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.

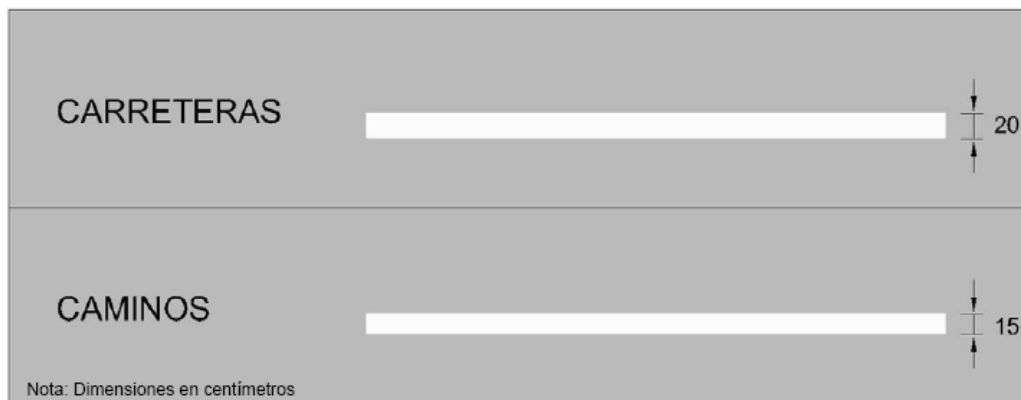


FIGURA 2.6-10 DIMENSIONES DEMARCACIÓN CONTINUA

2.6.4 OTRAS LÍNEAS LONGITUDINALES

2.6.4.1 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.

2.6.4.2 Líneas de transiciones para reducción de pistas

Cuando el ancho de la calzada se reduce disminuyendo el número de pistas disponibles, se debe demarcar una zona de transición con líneas de eje y de borde de calzada convergentes, que indiquen al conductor dicha reducción.

En la zona de transición siempre se debe señalar la prohibición de adelantar al flujo que circula en la dirección de la convergencia, demarcando con línea continua eje más próximo a dicho flujo.

La demarcación de la transición depende también del número y tipo de pistas que son eliminadas. Algunas de las situaciones posibles se muestran en la Figura 2.6-11.

En la zona de transición siempre se deberá señalar la prohibición de adelantar al flujo que circula en la dirección de la convergencia, demarcando con línea continua la línea de eje más próxima a dicho flujo.

El largo mínimo de la zona de transición queda determinado por las siguientes relaciones:

$$D = A \cdot V/1,6 \text{ (vías cuya velocidad máxima permitida sea mayor de 60 km/h)}$$

$$D = A \cdot V^2/150 \text{ (vías cuya velocidad máxima permitida sea igual o menor a 60 km/h)}$$

Donde:

D = Longitud de transición en metros. En todo caso D no debe ser nunca menor a 10 m.

A = Diferencia de ancho de la calzada, entre los extremos de la zona de transición, en metros.

V = Velocidad máxima permitida en el tramo previo a la transición (km/h).

d = Distancia entre la señal de advertencia de peligro y el inicio de la transición reductiva.

De las expresiones anteriores se obtiene la Tabla siguiente:

TABLA 2.6-3 LONGITUD MÍNIMA DE LA ZONA DE TRANSICIÓN

A (m)	Velocidad (Km/h) ^(*)								
	≤ 40	50	60	70	80	90	100	110	120
0,5	10	10	20	25	25	30	35	35	40
1,0	15	20	40	45	50	60	65	70	75
1,5	20	25	60	70	75	85	95	100	110
2,0	25	35	75	90	100	115	125	135	145
2,5	30	45	95	110	125	145	160	170	180
3,0	35	50	115	135	150	170	190	200	220
3,5	40	60	135	155	175	200	220	240	260

(*) Los valores se han aproximado al múltiplo de cinco inmediatamente superior.

Antes de la transición se debe instalar una señal de advertencia de peligro, a una distancia determinada de acuerdo a lo señalado en la Sección 1.7 de este capítulo. Las líneas de pista se deben interrumpir más allá de dicha señal, a un cuarto de la distancia que separa a la señal del inicio de la transición.

Dado el riesgo que involucran estas transiciones, es conveniente que las líneas de borde de calzada en estas zonas sean lo más anchas posibles, para garantizar su visibilidad en toda circunstancia. También es conveniente reforzarlas con demarcación elevada instalada uniformemente, manteniendo una distancia de 8 m a 12 m entre cada elemento.

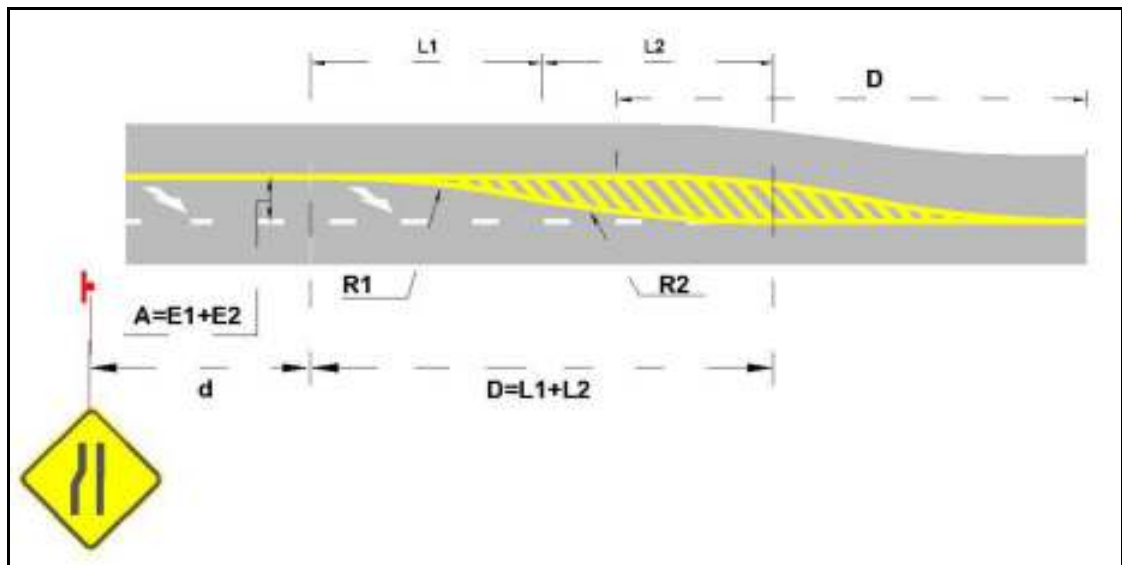
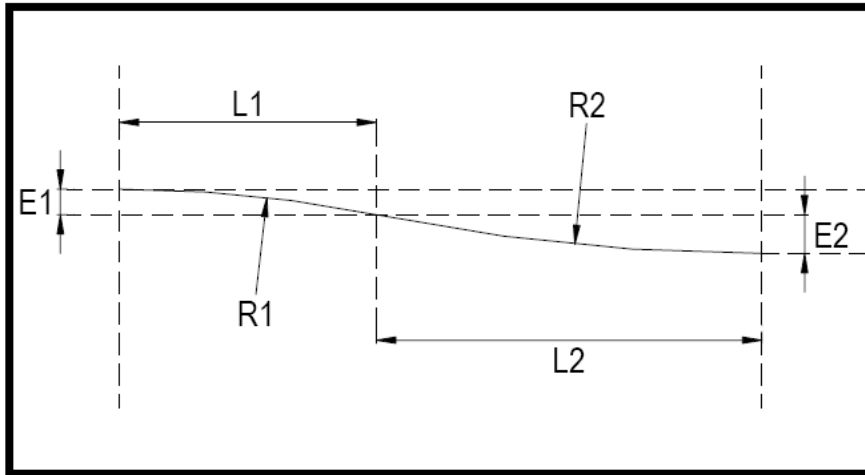


FIGURA 2.6-11 REDUCCIÓN DE PISTA

Donde el desarrollo geométrico para la zona de transición debe realizarse considerando los siguientes parámetros y fórmulas indicados en la Figura 2.6-12.



$$E_1 = \frac{A}{1 + R_2 / R_1}$$

$$E_2 = \frac{A}{1 + R_1 / R_2}$$

$$L_1 = \sqrt{2R_1E_1 - E_1^2}$$

$$L_2 = \sqrt{2R_2E_2 - E_2^2}$$

Caminos $V_p = 60$ km/h

	A(m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	D(m)
R1 = 270 m	3.00	1.27	1.73	26.16	35.74	61.90
	3.50	1.48	2.02	28.23	38.61	66.84
	4.00	1.69	2.31	30.16	41.28	71.44
	4.50	1.90	2.60	31.97	43.79	75.76
R2 = 370 m	5.00	2.11	2.89	33.69	46.15	79.84
	5.50	2.32	3.18	35.32	48.41	83.73
	6.00	2.53	3.47	36.88	50.55	87.43
	6.50	2.74	3.76	38.37	52.61	90.98
7.00	2.95	4.05	39.80	54.59	94.39	

Carreteras $V_p = 80$ km/h

	A(m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	D(m)
R1 = 550 m	3.00	1.00	2.00	33.15	66.30	99.45
	3.50	1.17	2.33	35.86	71.56	107.42
	4.00	1.33	2.67	38.23	76.60	114.83
	4.50	1.50	3.00	40.59	81.18	121.77
R2 = 1,100 m	5.00	1.67	3.33	42.83	85.53	128.36
	5.50	1.83	3.67	44.83	89.78	134.61
	6.00	2.00	4.00	46.86	93.72	140.58
	6.50	2.17	4.33	48.81	97.51	146.32
7.00	2.33	4.67	50.57	101.25	151.82	

Caminos $V_p = 70$ km/h

	A(m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	D(m)
R1 = 400 m	3.00	1.20	1.80	30.96	46.44	77.40
	3.50	1.40	2.10	33.44	50.16	83.60
	4.00	1.60	2.40	35.74	53.61	89.35
	4.50	1.80	2.70	37.90	56.86	94.76
R2 = 600 m	5.00	2.00	3.00	39.95	59.92	99.87
	5.50	2.20	3.30	41.89	62.84	104.73
	6.00	2.40	3.60	43.75	65.63	109.38
	6.50	2.60	3.90	45.53	68.30	113.83
7.00	2.80	4.20	47.25	70.87	118.12	

Carreteras $V_p = 100$ km/h

	A(m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	D(m)
R1 = 900 m	3.00	0.93	2.07	40.90	90.97	131.87
	3.50	1.09	2.41	44.28	98.15	142.43
	4.00	1.24	2.76	47.23	105.04	152.27
	4.50	1.40	3.10	50.18	111.31	161.49
R2 = 2,000 m	5.00	1.55	3.45	52.80	117.42	170.22
	5.50	1.71	3.79	55.45	123.07	178.52
	6.00	1.86	4.14	57.83	128.62	186.45
	6.50	2.02	4.48	60.27	133.79	194.06
7.00	2.17	4.83	62.46	138.91	201.37	

FIGURA 2.6-12 PARÁMETROS Y FORMULAS PARA TRANSICIÓN DE REDUCCIÓN DE PISTA

2.7 LÍNEAS TRANSVERSALES

Estas líneas tienen la función de definir puntos de detención y/o sendas de cruce de peatones y ciclistas, pueden ser de dos tipos; Líneas de Detención y Líneas de Cruce.

2.7.1 LÍNEAS DE DETENCIÓN

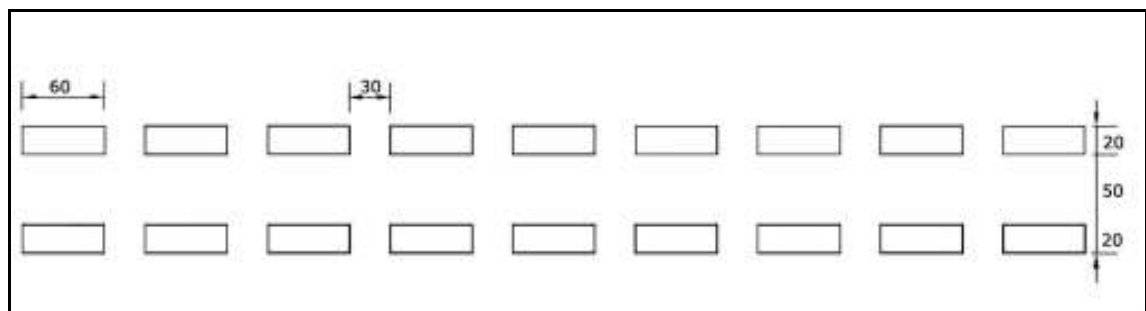
Corresponden a las líneas que indican el lugar, ante el cual, los vehículos que se aproximan a un cruce o paso para peatones, deben detenerse. En vías urbanas con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 60 km/h, y en caminos, el ancho mínimo debe ser de 20 cm. En cambio, cuando se trate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

2.7.1.1 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).

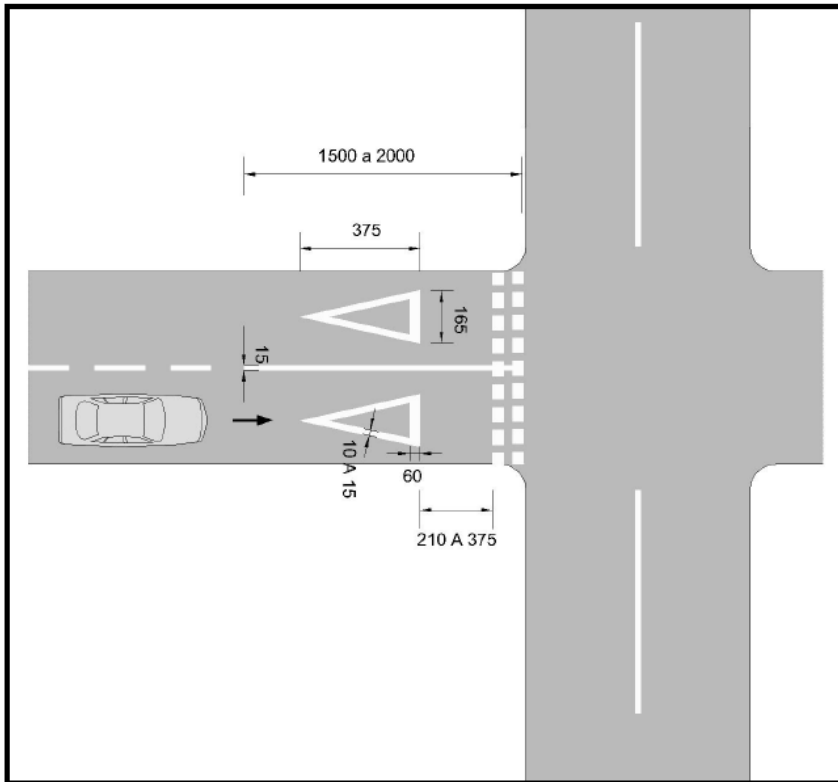
Las líneas de detención indican al conductor que enfrenta la señal CEDA EL PASO, el lugar más próximo a la intersección donde el vehículo deberá detenerse, buscando optimizar la visibilidad del conductor sobre la vía prioritaria.

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.



Nota: Dimensiones en centímetros

FIGURA 2.7-1 LÍNEA DE DETENCIÓN CEDA EL PASO



Nota: Dimensiones en centímetros

FIGURA 2.7-2 DEMARCACIÓN EN CRUCE REGULADO SEÑAL CEDA EL PASO

2.7.1.2 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 2.7-3 siguiente:

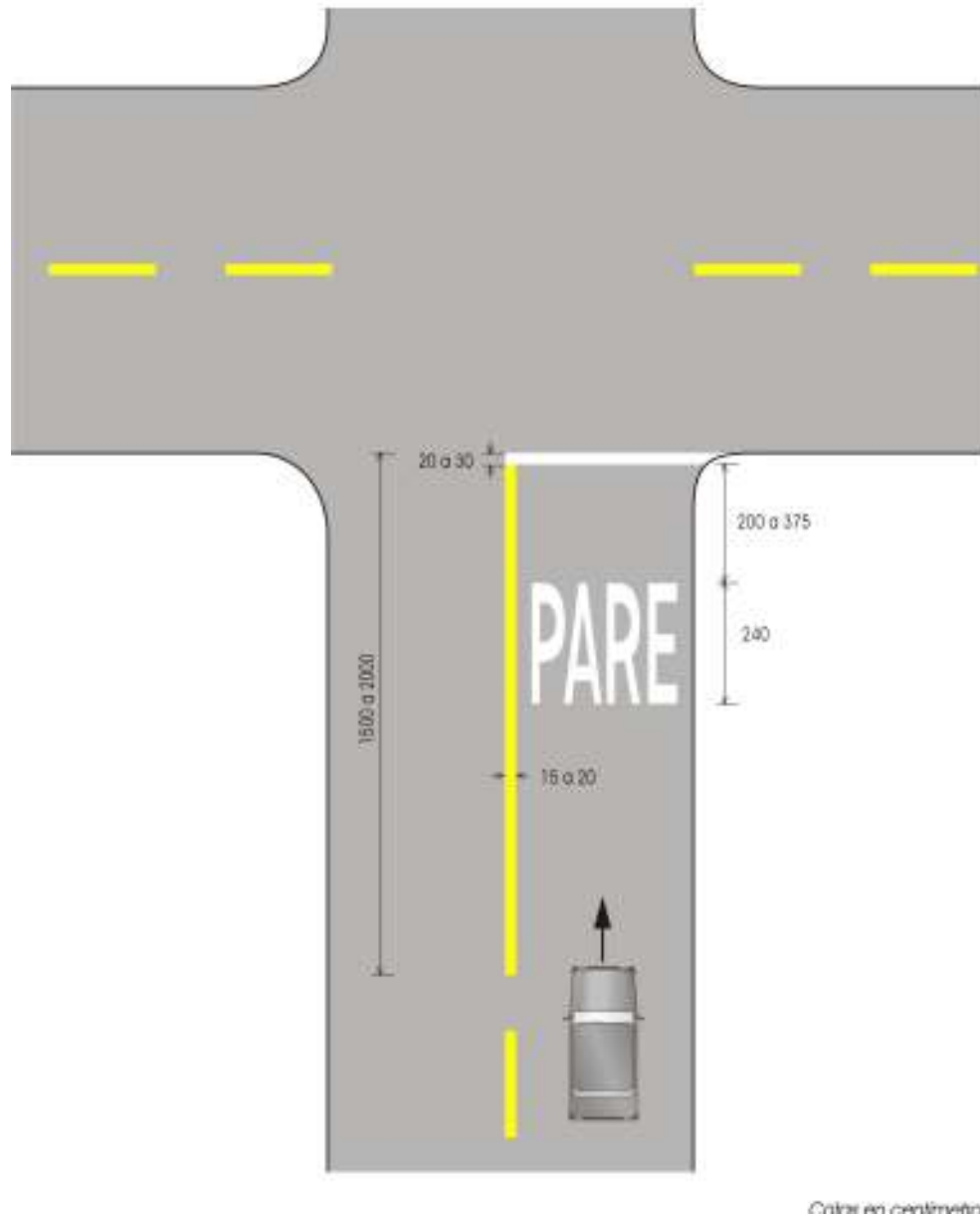


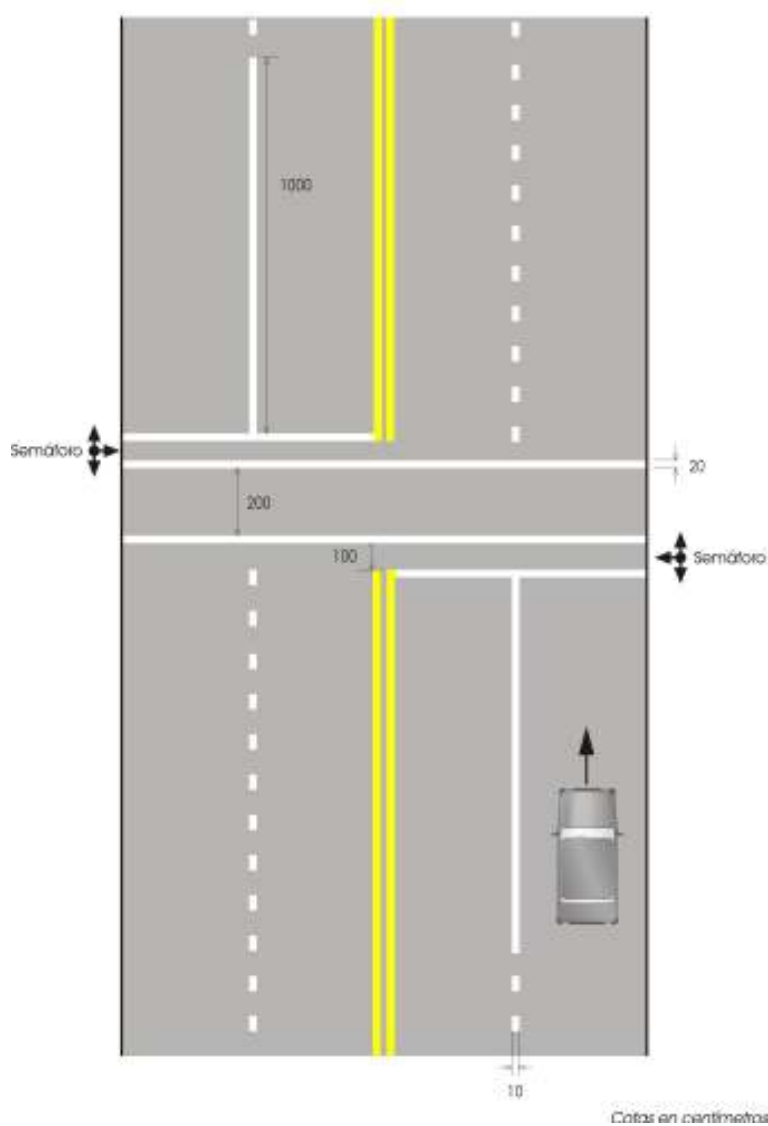
FIGURA 2.7-3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN CRUCE REGULADO SEÑAL PARE

2.7.1.3 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 debe demarcarse siempre, constituyendo una complementación al sistema de semáforos y deberá presentar las características, en cuanto a ancho, mostradas en la Figura 2.7-4.



A = Ancho Mínimo Paso Semaforizado: Según Figura 2.7-1

FIGURA 2.7-4 DEMARCACIÓN EN CRUCE PEATONAL REGULADO POR SEMÁFORO

2.7.2 LÍNEAS DE CRUCE

2.7.2.1 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 indicará al conductor que enfrenta un paso de cebra, el lugar más próximo al cruce donde el vehículo deberá detenerse, tal como se puede apreciar en la Figura 2.7-6. 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.

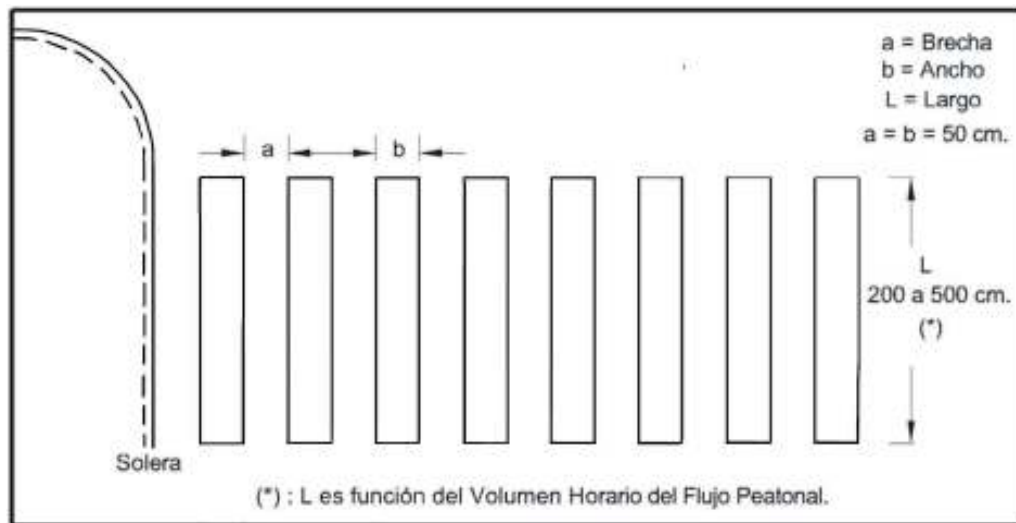


FIGURA 2.7-5 LARGO PASO PEATONES FRENTE A UN ALTO FLUJO PEATONAL

El ancho de la senda es función del flujo peatonal, de acuerdo a lo indicado en las Tabla 2.7-1.

TABLA 2.7-1 ANCHO SENDA PEATONAL

Flujo Peatonal (peatones/h)	Ancho Mínimo (m)
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

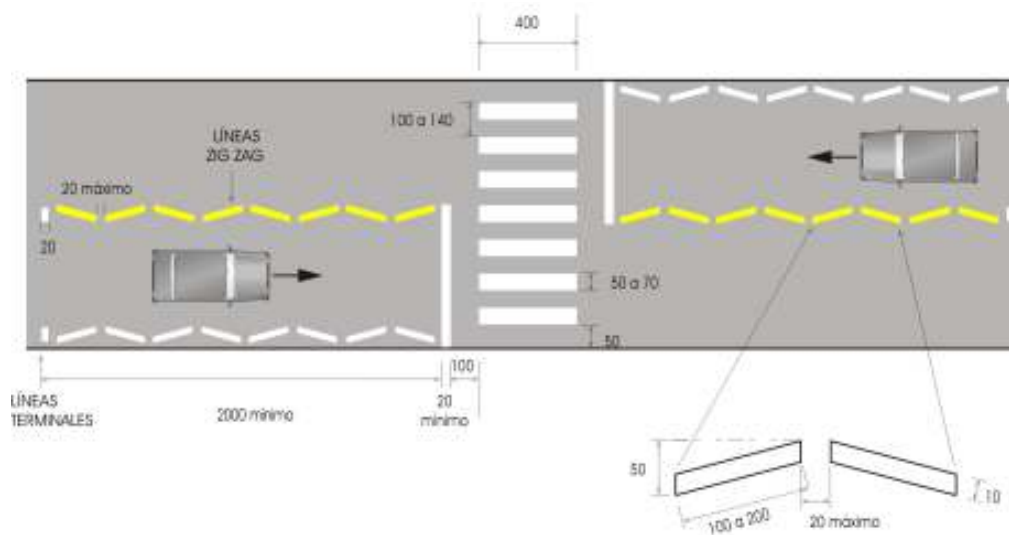


FIGURA 2.7-6 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN CRUCE PEATONAL TIPO PASO DE CEBRA

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 del Paso de Cebra, tal como se indica en la Figura 2.7-6. 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.

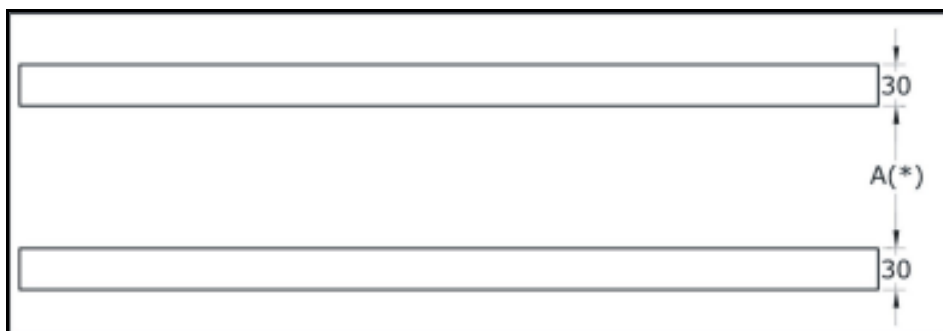
No obstante lo anterior, se deberá instalar un reductor de velocidad que obligue al conductor a bajar la velocidad de operación, para lo cual, se considerará un resalto, según se indica en la Sección 2.9, Párrafo 2.9.1.2 de este Volumen.

2.7.2.2 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 atraveso 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 aumentado en 0,5 metros por cada 250 peatones por hora, con un máximo de 5 metros (Ver Tabla 2.7-1). El flujo peatonal se calculará como el promedio de las 4 horas de mayor demanda peatonal.



Nota: Dimensiones en centímetros

FIGURA 2.7-7 DIMENSIONES DEMARCACIÓN CRUCE PEATONAL SEMAFORIZADO

El ancho de la senda (A) es función del flujo peatonal, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.7-1, anterior.

2.8 SÍMBOLOS Y LEYENDAS

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

Atendiendo a su tipo, estas señales se clasifican en:

- Flechas
- Leyendas
- 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 blanca, 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.

2.8.1 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.

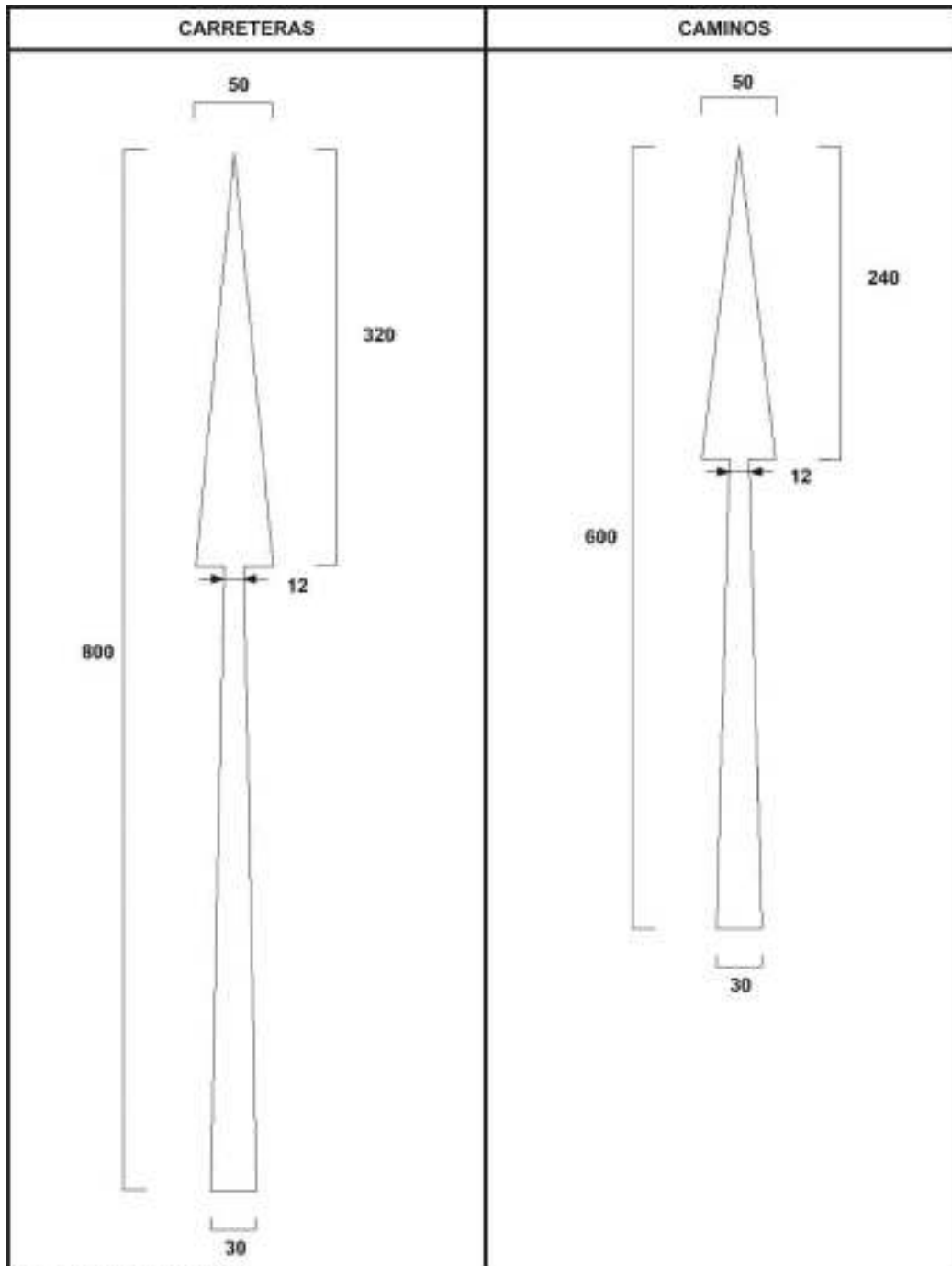
Según las maniobras asociadas a ellas se tienen los siguientes tipos de flechas:

- 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

2.8.1.1 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 2.8-1, siguiente:



Nota: Dimensiones en centímetros

FIGURA 2.8-1 FLECHA RECTA

2.8.1.2 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 2.8-2, siguiente:

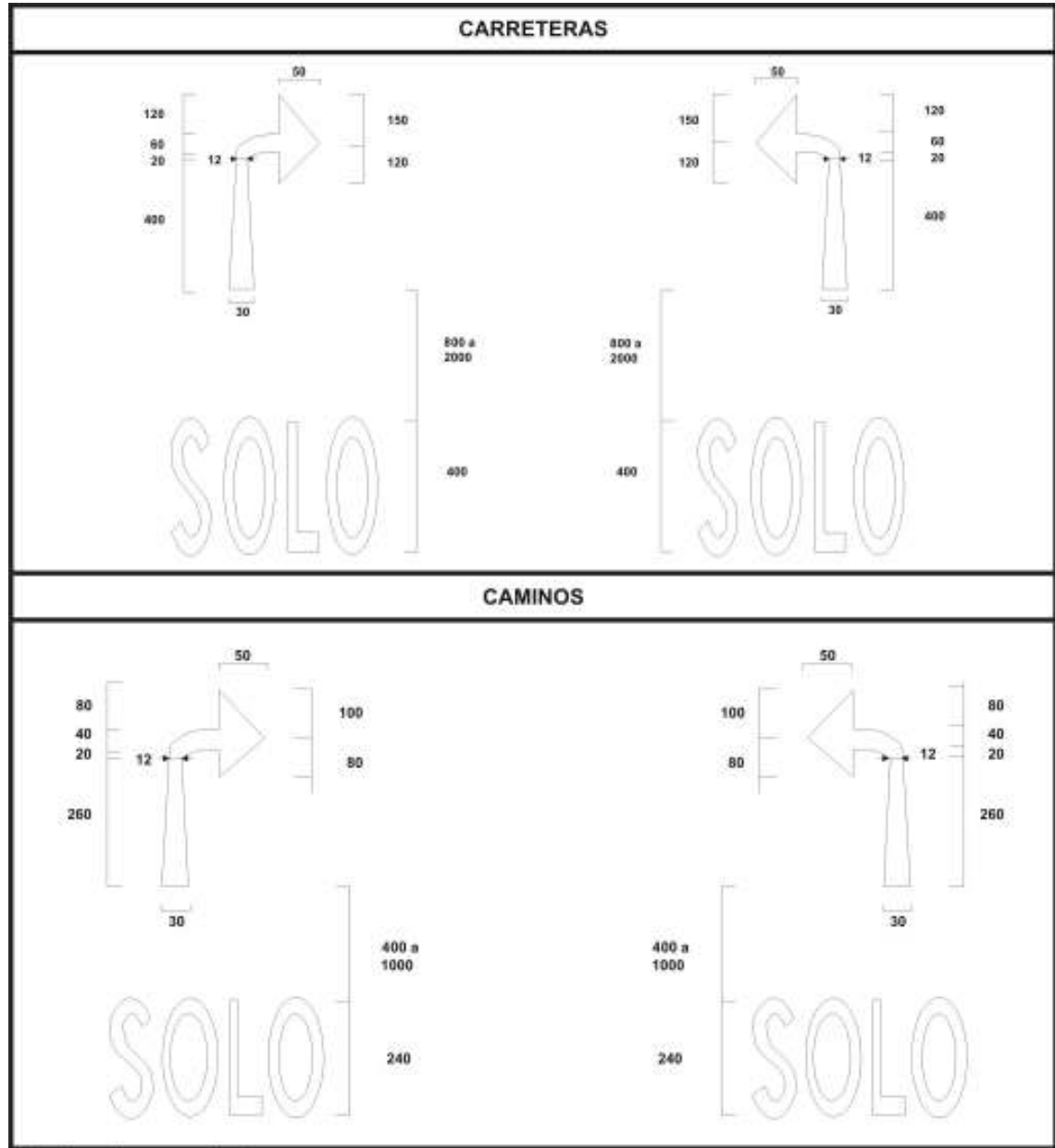


FIGURA 2.8-2 FLECHA DE VIRAJE

2.8.1.3 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 2.8-3, siguiente:

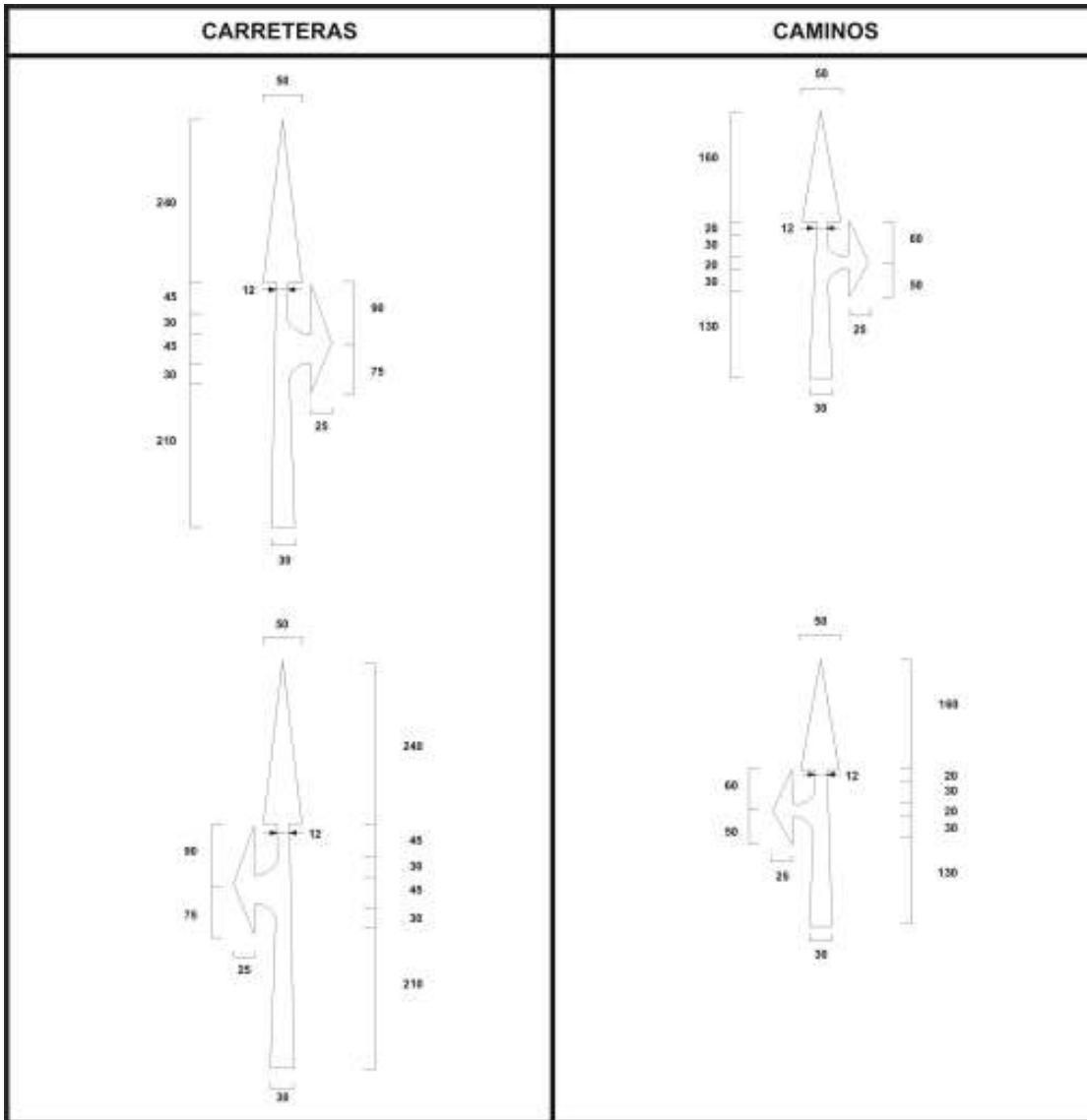


FIGURA 2.8-3 FLECHA RECTA Y DE VIRAJE

2.8.1.4 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 2.8-4, siguiente:

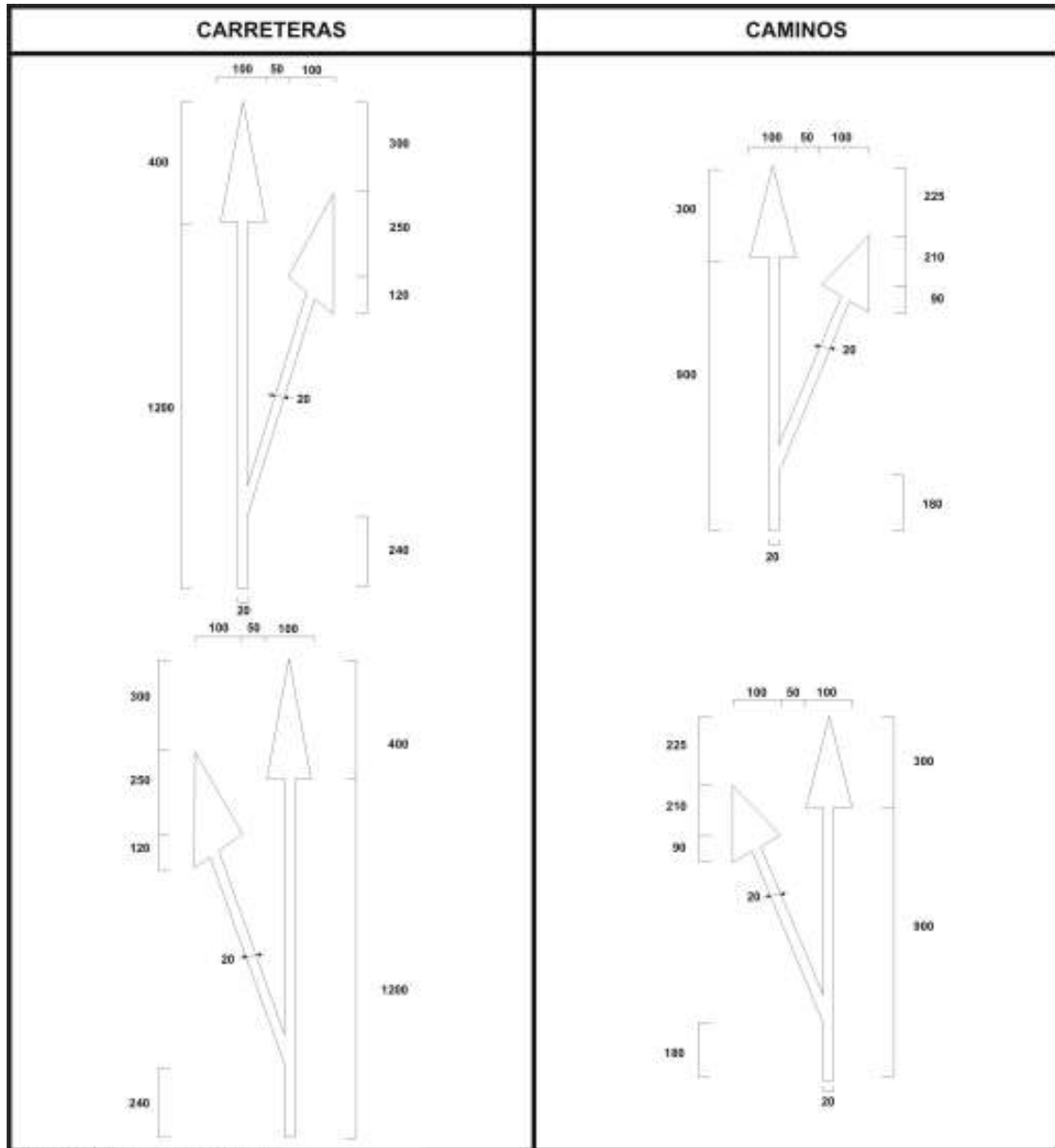
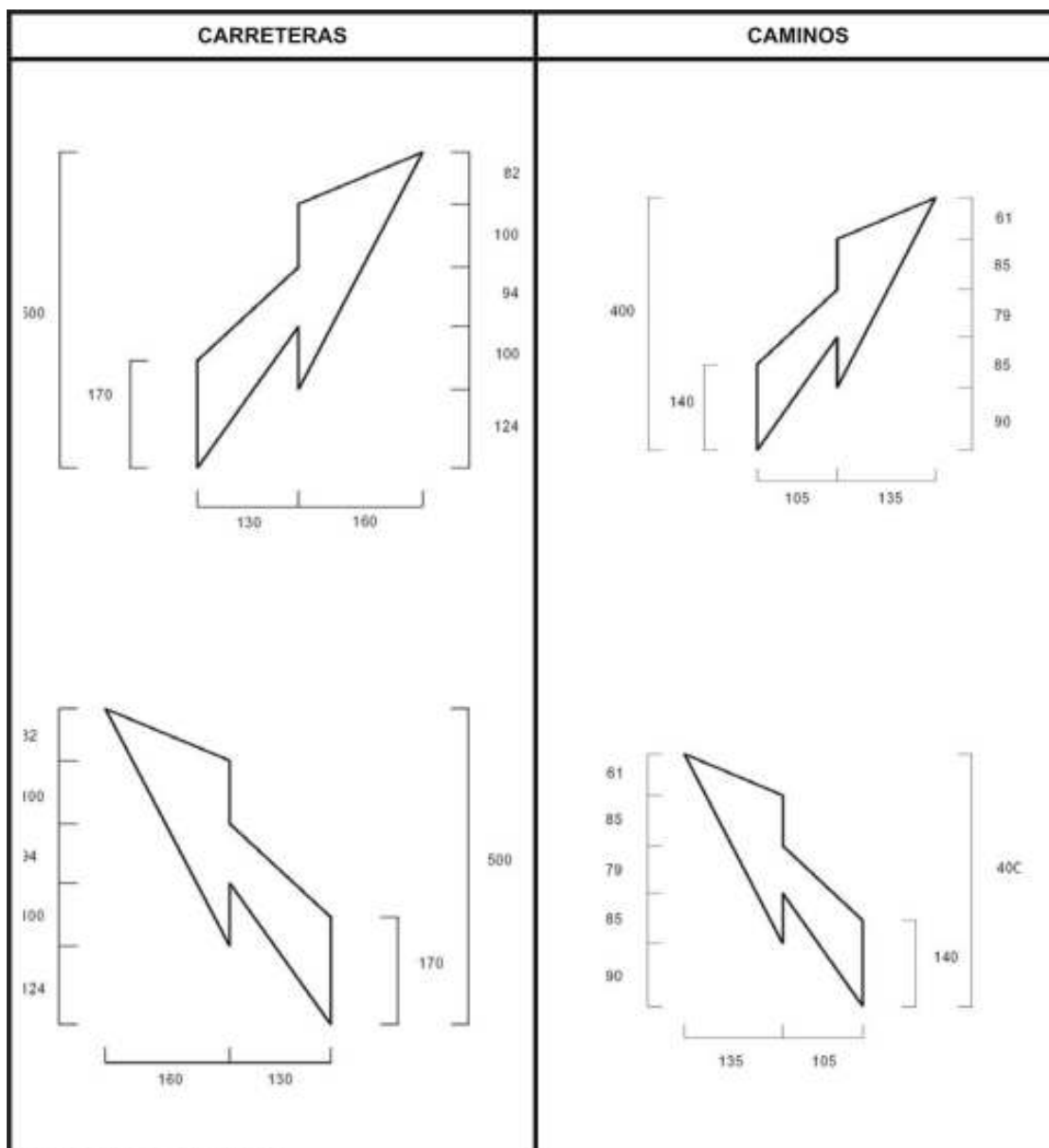


FIGURA 2.8-4 FLECHA RECTA Y DE SALIDA

2.8.1.5 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 y 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 señaladas en Figura 2.8-5, siguiente:



Nota: Dimensiones en centímetros.

FIGURA 2.8-5 FLECHA DE INCORPORACIÓN

2.8.1.6 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 2.8-6, siguiente:

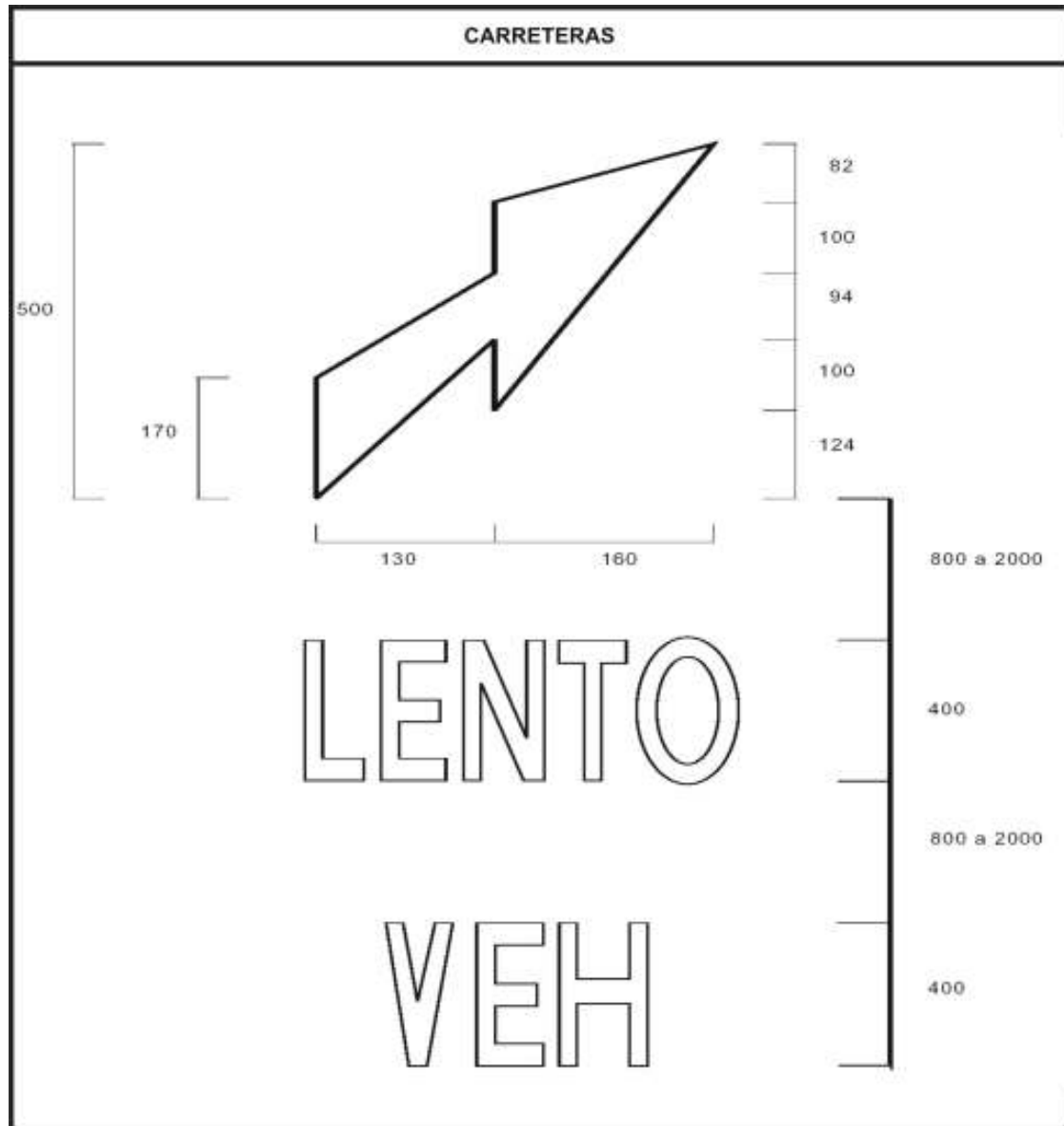
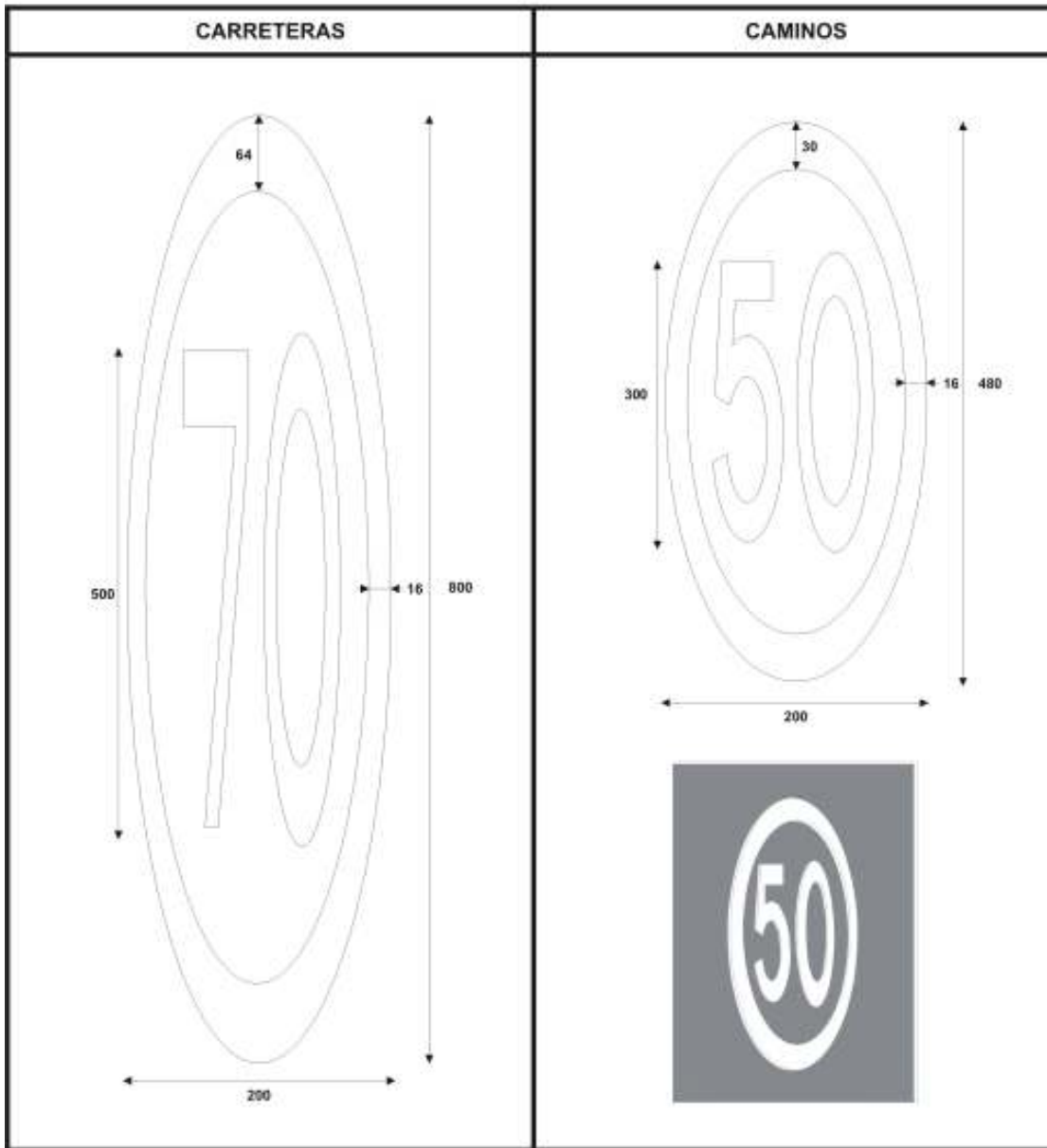


FIGURA 2.8-6 FLECHA DE INCORPORACIÓN A PISTAS DE TRÁNSITO LENTO EN CARRETERAS

2.8.1.7 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 2.8-7, siguiente:



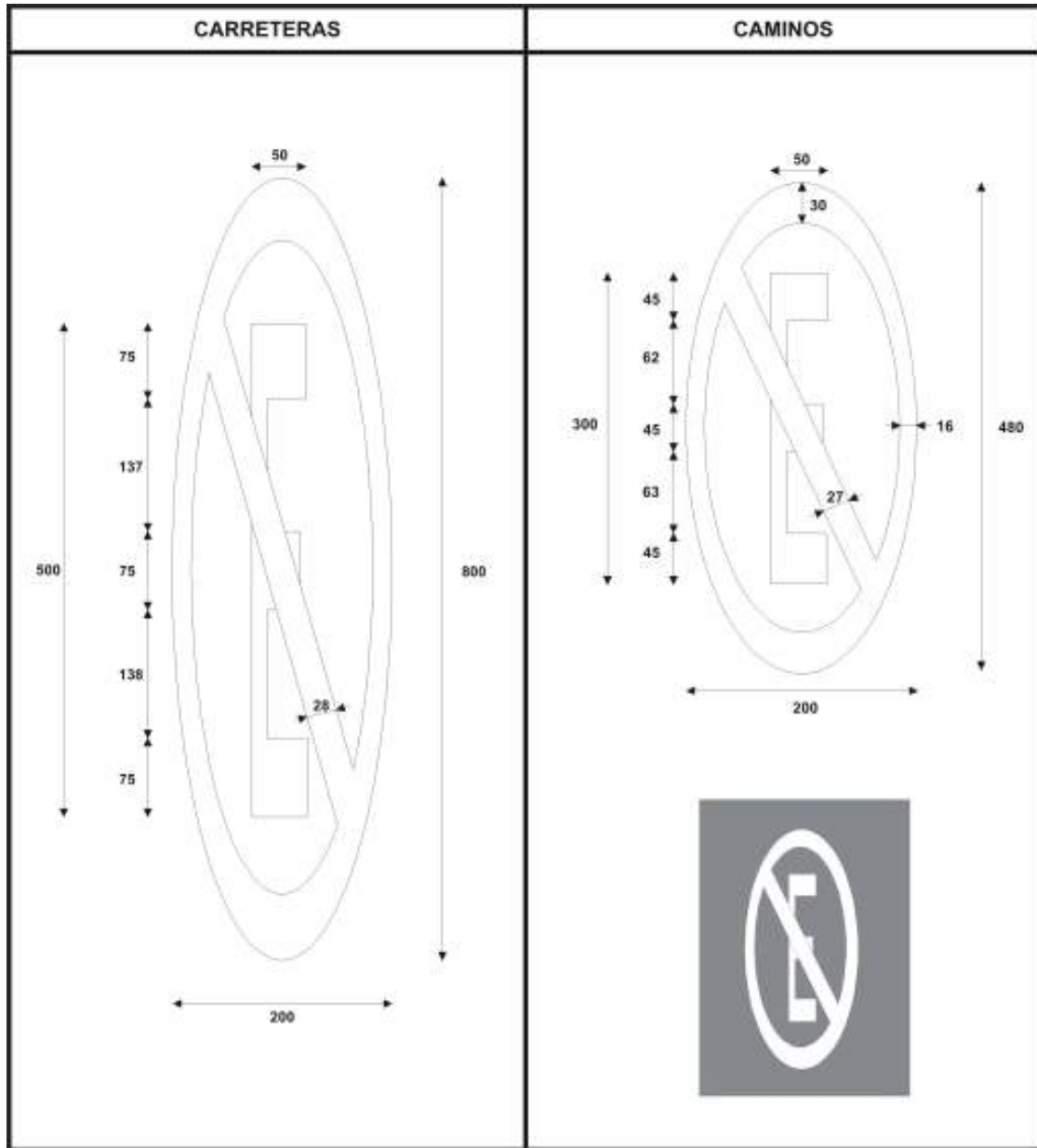
Nota: Dimensiones en centímetros.

FIGURA 2.8-7 VELOCIDAD MÁXIMA

2.8.1.8 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 2.8-8, siguiente:



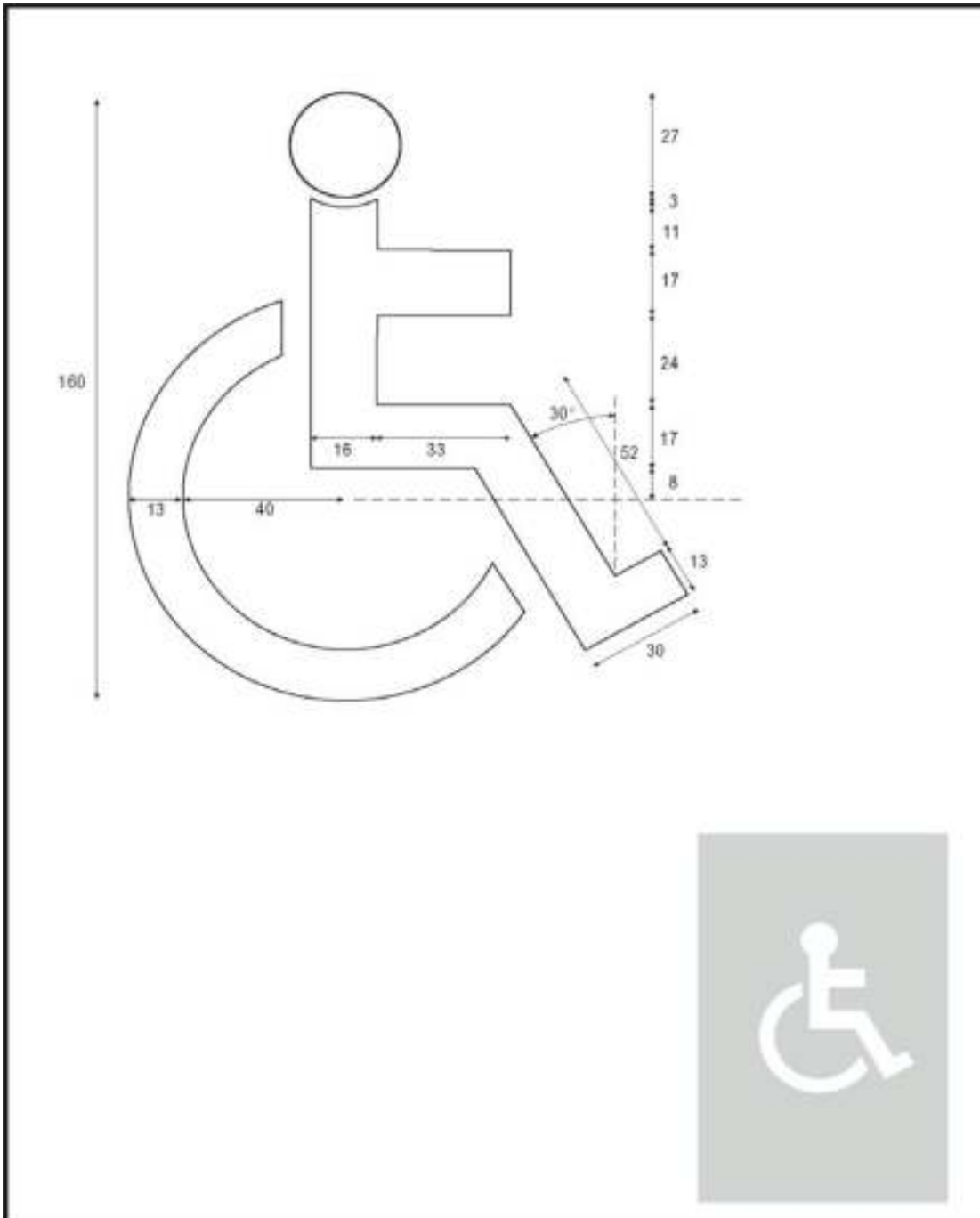
Nota: Dimensiones en centímetros.

FIGURA 2.8-8 PROHIBIDO ESTACIONAR

2.8.1.9 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 2.8-9, siguiente:



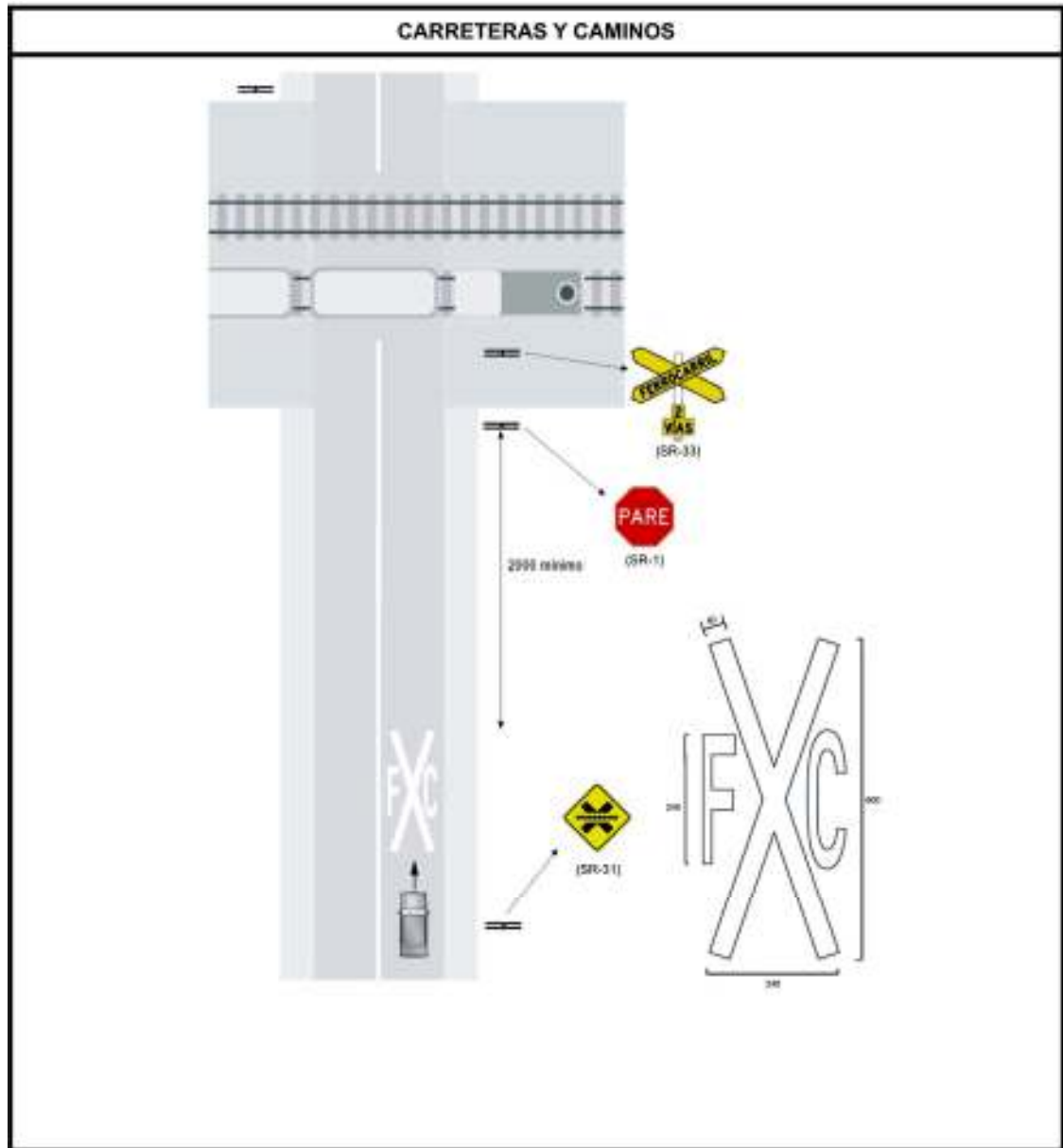
Nota: Dimensiones en centímetros.

FIGURA 2.8-9 ESTACIONAMIENTO EXCLUSIVO PARA PERSONAS MINUSVÁLIDAS

2.8.1.10 Cruce de ferrocarril

Este símbolo se utiliza para advertir a los conductores la proximidad de un cruce ferroviario a nivel, con o sin barreras. Esta es constituido por una X ubicada entre las letras F y C, su color es blanco. Debe demarcarse en todas las pistas que acceden a un cruce ferroviario, excepto en caminos de tierra o ripio.

En cuanto a las formas y dimensiones, este símbolo debe cumplir con las características señaladas en Figura 2.8-10, siguiente:



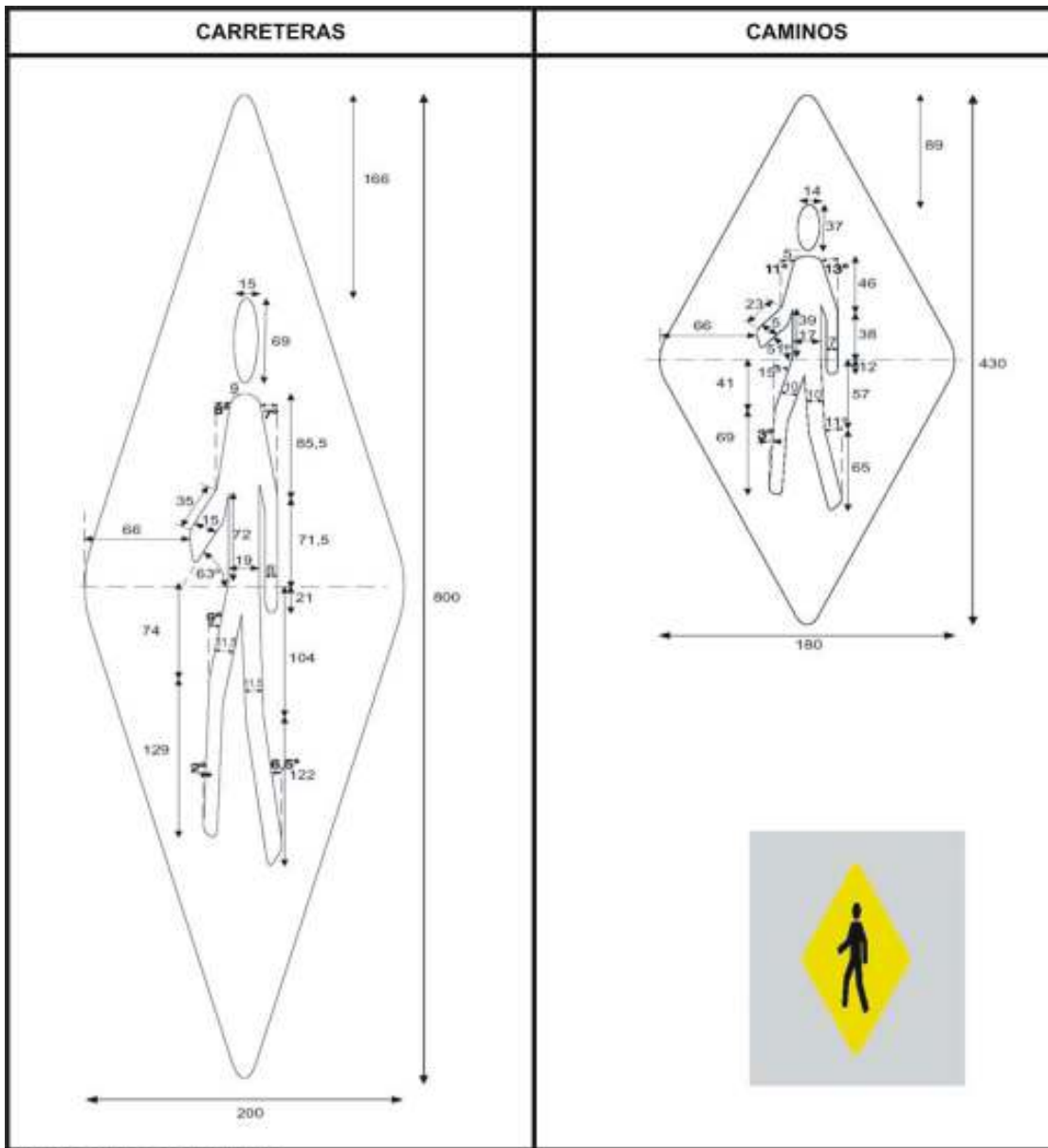
Nota: Dimensiones en centímetros. Pl-1a puede reemplazarse por Pl-1b si corresponde.

FIGURA 2.8-10 CRUCE DE FERROCARRIL

2.8.1.11 Zonas peatonales

Este símbolo advierte la probable presencia de peatones en la vía, puede complementar la señal vertical ZONA DE PEATONES (SP-52), según se indica en el Capítulo 1 de este Volumen. 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 2.8-11, siguiente:



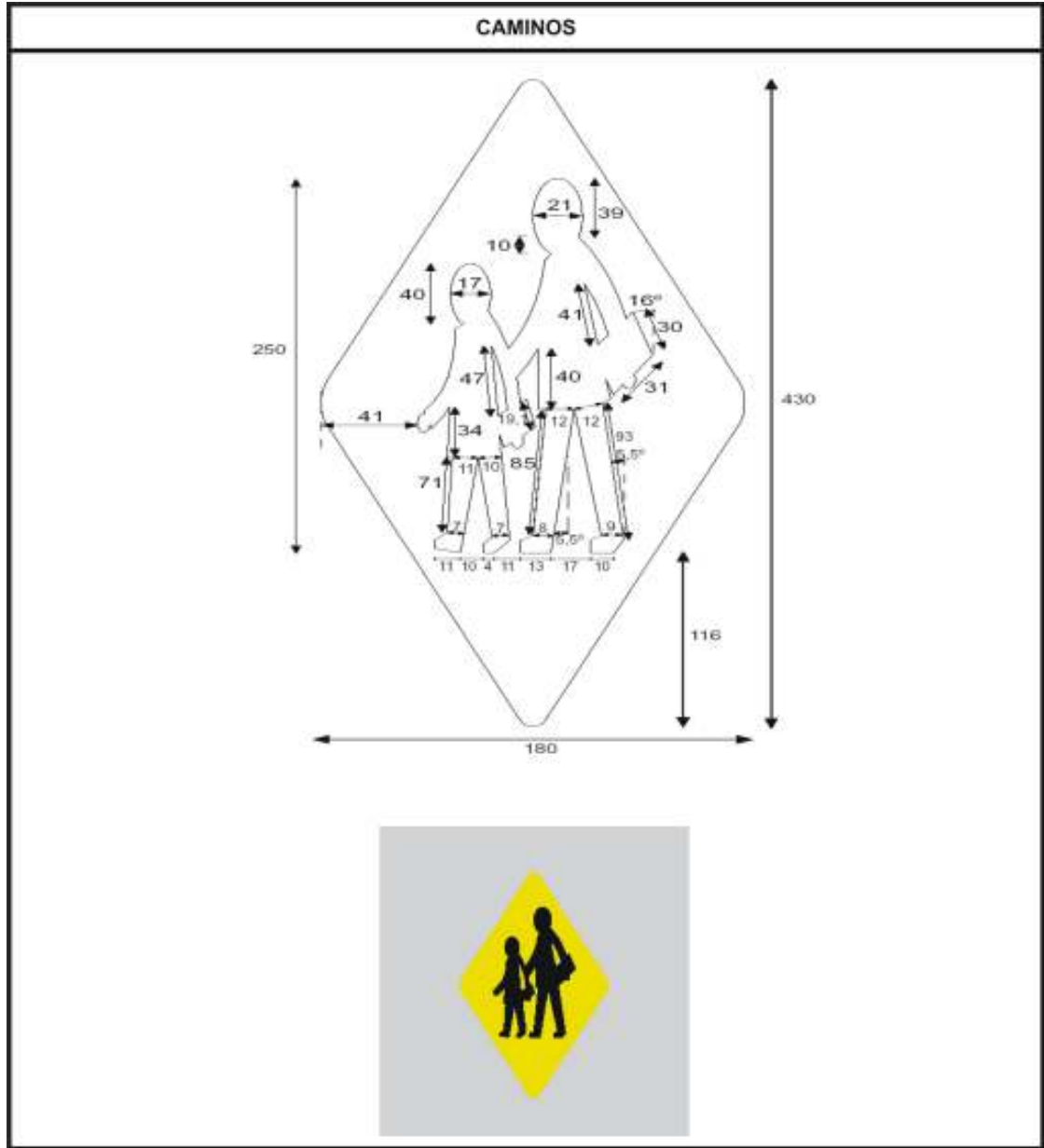
Nota: Dimensiones en centímetros.

FIGURA 2.8-11 ZONAS PEATONALES

2.8.1.12 Zonas 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 2.8-12, siguiente:



Nota: Dimensiones en centímetros.

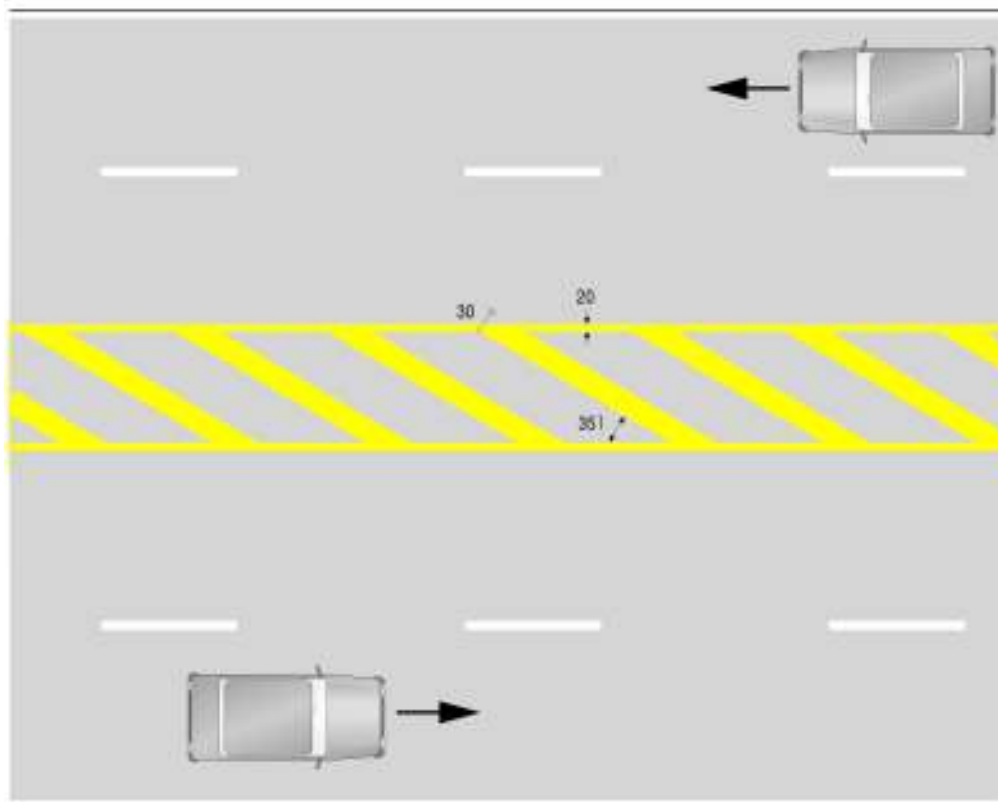
FIGURA 2.8-12 ZONA DE ESCUELA

2.9 OTRAS DEMARCACIONES

2.9.1 ACHURADOS

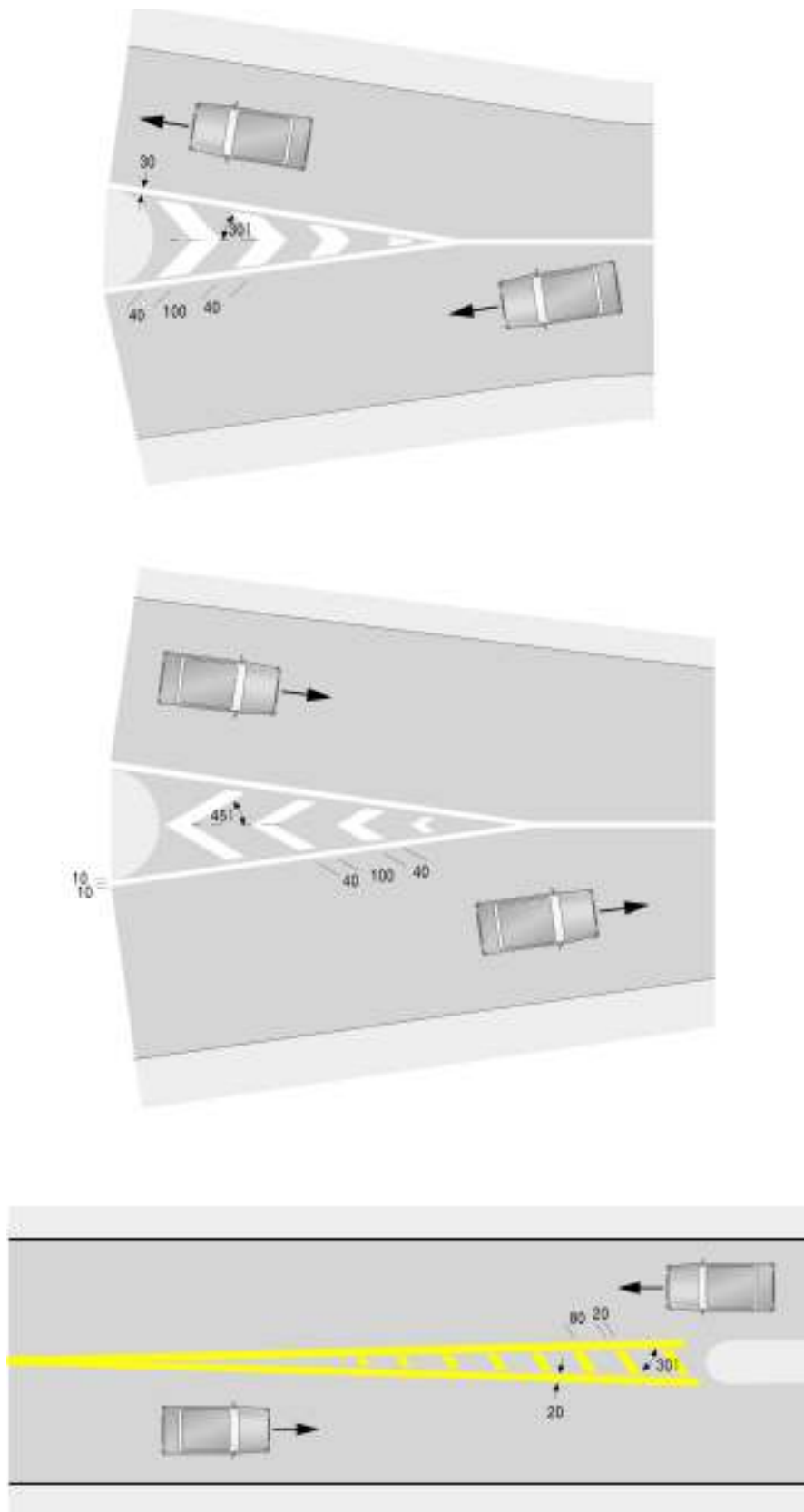
La función de los achurados es prevenir a los conductores la proximidad de islas y bandejes así como canalizar el flujo vehicular.

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.



Cotas en centímetros

FIGURA 2.9-1 DEMARCACIÓN TIPO ACHURADO CENTRAL



Medidas en centímetros

FIGURA 2.9-2 DEMARCACIÓN TIPO ACHURADO BIFURCACIÓN DIVERGENTE Y CONVERGENTE

2.9.1.1 Bloqueo de cruces

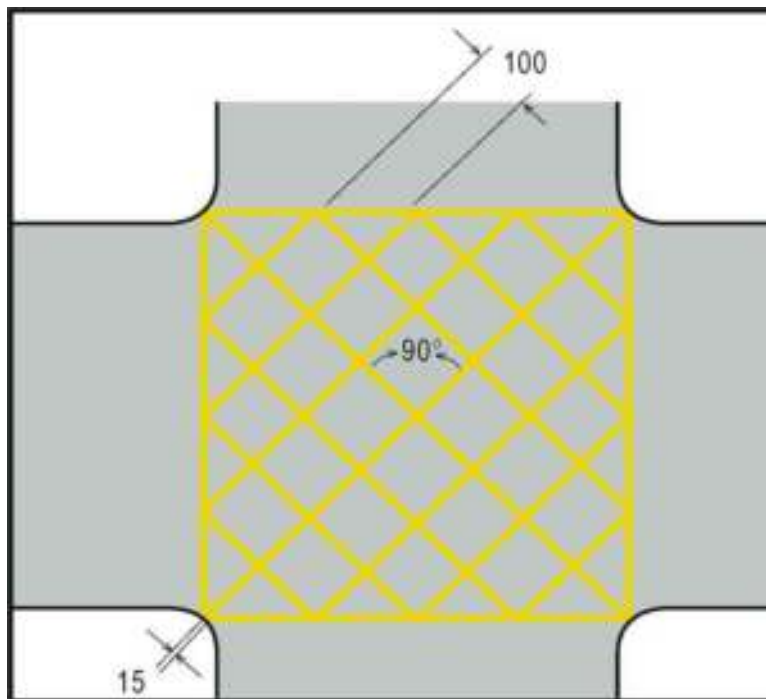
Esta señal indica a los conductores la prohibición que establece la Ley de quedar detenido dentro de un cruce por cualquier razón. Se instala en cruces que presentan altos niveles de congestión, con el propósito de que la detención del flujo por una vía, no obstaculice la circulación de vehículos por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

Esta demarcación sólo debe aplicarse en intersecciones donde se generen bloqueos producto de la congestión aguas abajo 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° 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 2.9-3



Nota: Dimensiones en centímetros.

FIGURA 2.9-3 DEMARCACIÓN TIPO BLOQUEO DE CRUCES

2.9.1.2 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 emplearán en accesos a intersecciones que presenten una alta tasa 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 Escuela 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 encuestas 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 ser 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 utilizará el Resalto tipo Cojín, descrito en el Párrafo 2.9.1.3.

Previo al resalto, siempre deberá demarcarse en el pavimento la leyenda "LENTO".

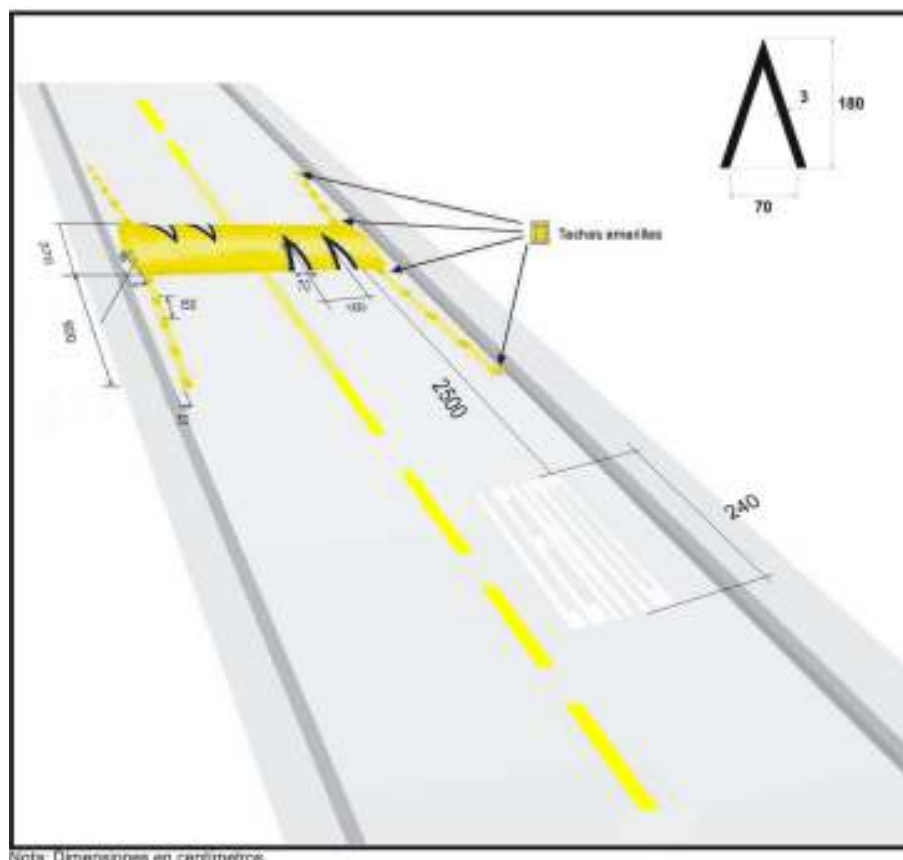


FIGURA 2.9-4 RESALTO

2.9.1.3 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 como funcionan los vehículos puede ser percibida en Figura 2.9-5.

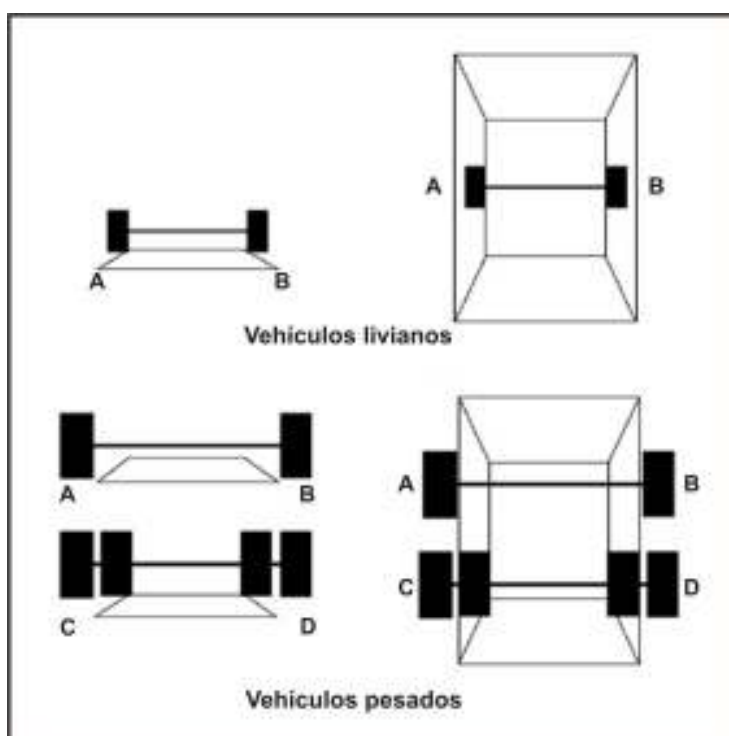


FIGURA 2.9-5 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS RESALTOS TIPO COJÍN

Para la instalación de cojines se recomienda que se dé 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 ésta constituya un factor de riesgo de accidentes, particularmente para peatones, ciclistas u 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 (ver Figura 2.9-8). 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.

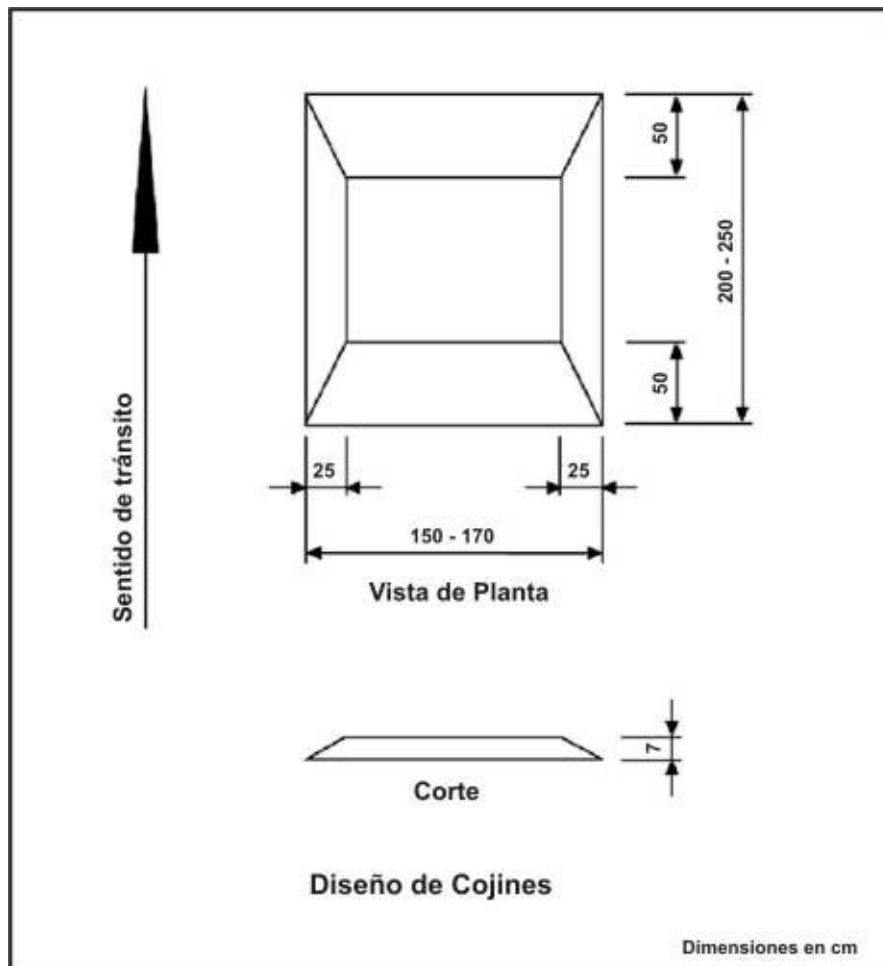


FIGURA 2.9-6 DISEÑO DE RESALTO TIPO COJÍN

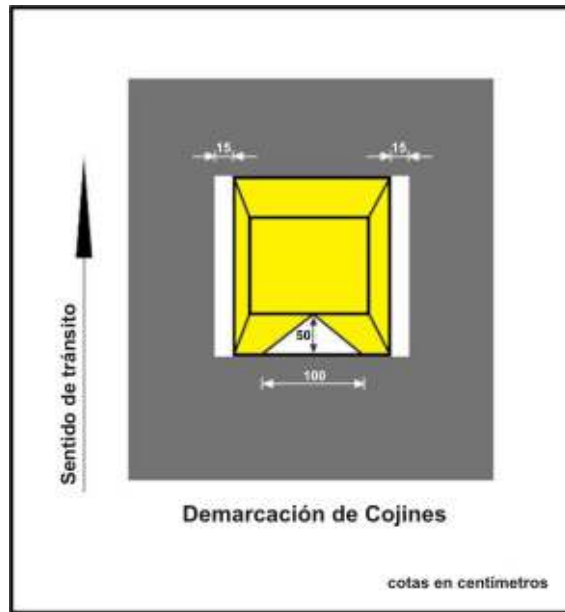


FIGURA 2.9-7 DEMARCIÓN DE RESALTO TIPO COJÍN

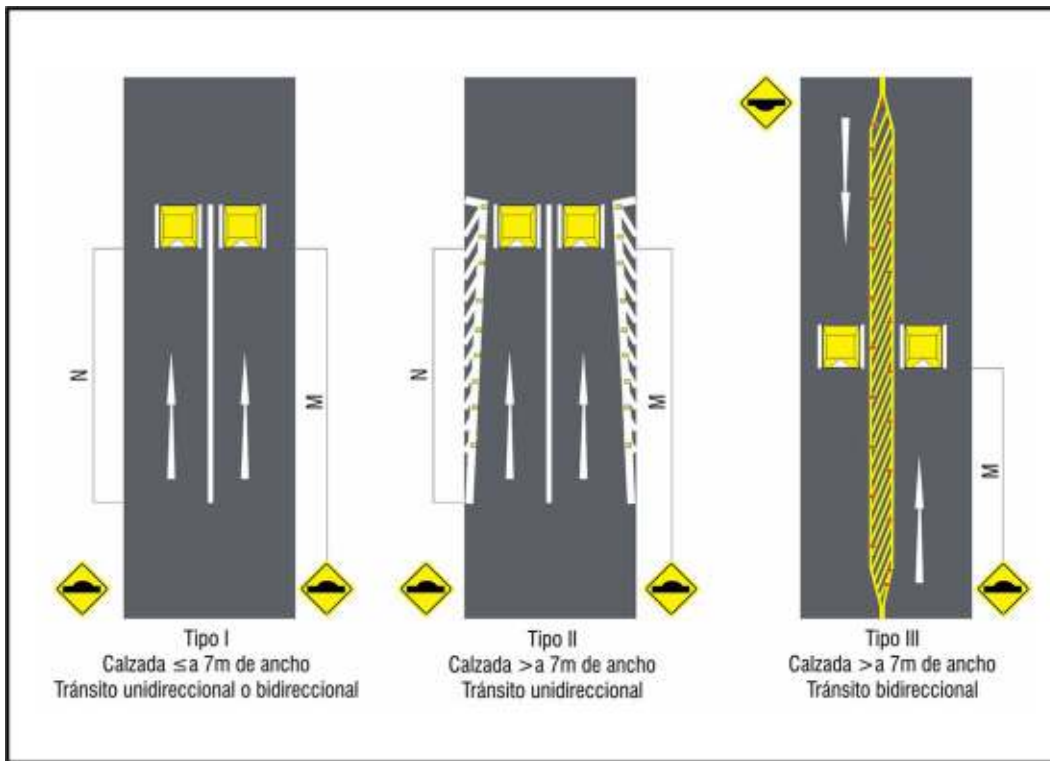


FIGURA 2.9-8 SEÑALIZACIÓN DE DISTINTAS CONFIGURACIONES

2.9.1.4 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.

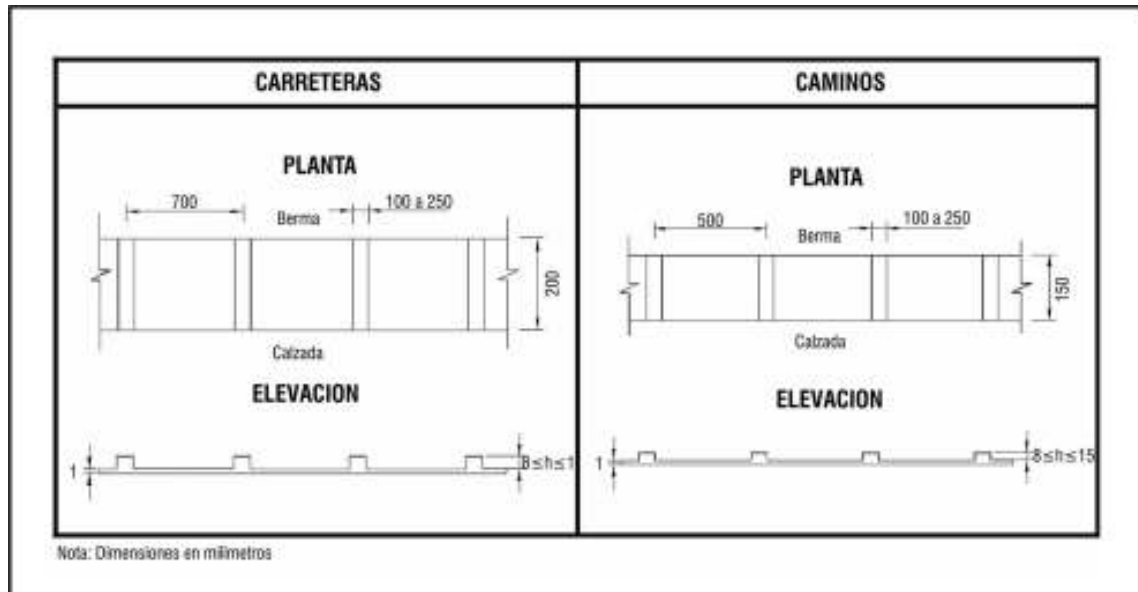


FIGURA 2.9-9 BORDE ALERTADOR

b. Bandas alertadoras

La banda alertadora, corresponde a una franja dentada instalada sobre la calzada en forma de baterías o agrupada con otras bandas alertadoras, las que según su diseño, permiten disminuir la velocidad y alertar al conductor de situaciones de riesgo que requieren de su atención.

En general, tienen una altura de 4 mm y un ancho de 50 cm, debiéndose instalar en líneas de dos bandas alertadoras, separadas entre sí por una distancia de 50 cm.

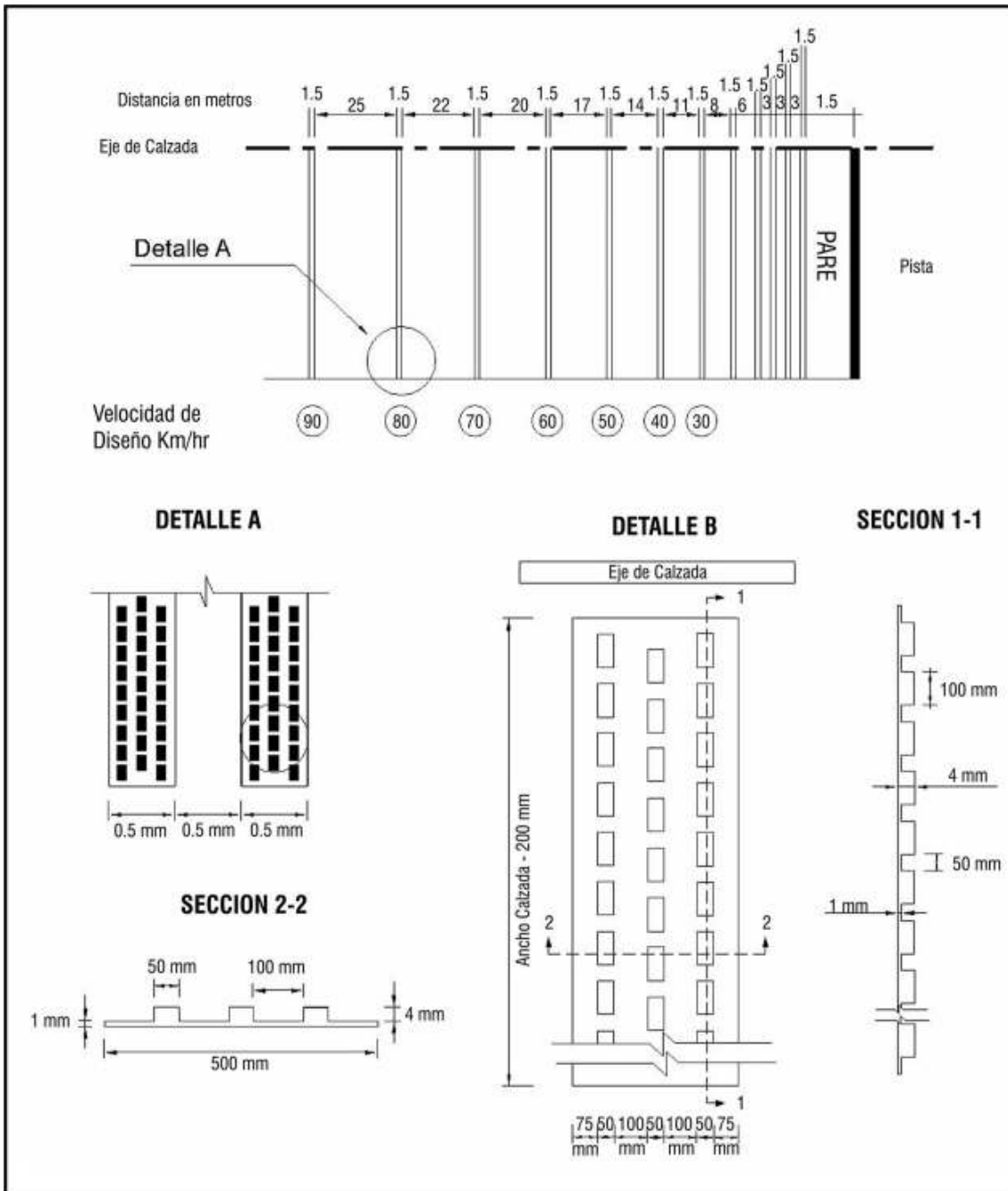


FIGURA 2.9-10 BANDAS ALERTADORAS

2.9.1.5 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 que 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.

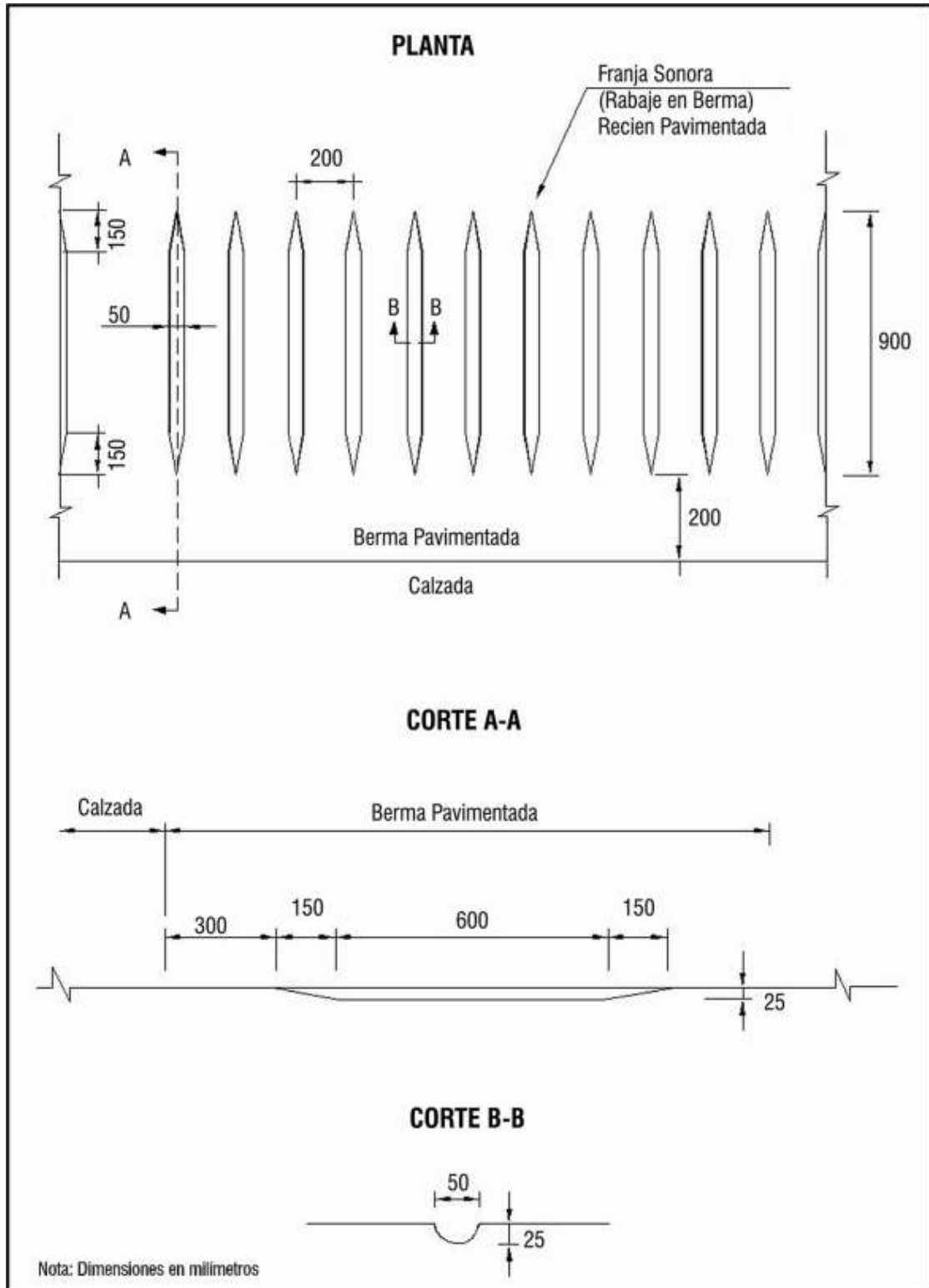


FIGURA 2.9-11 FRANJAS SONORAS

2.9.1.6 Distanciadotes

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 distanciadotes.

Esta demarcación tiene la forma de una punta de flecha y cuenta con las dimensiones indicadas en la Figura 2.9-12.

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 2.9-1.

TABLA 2.9-1 SEPARACION ENTRE DISTANCIADOTES

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

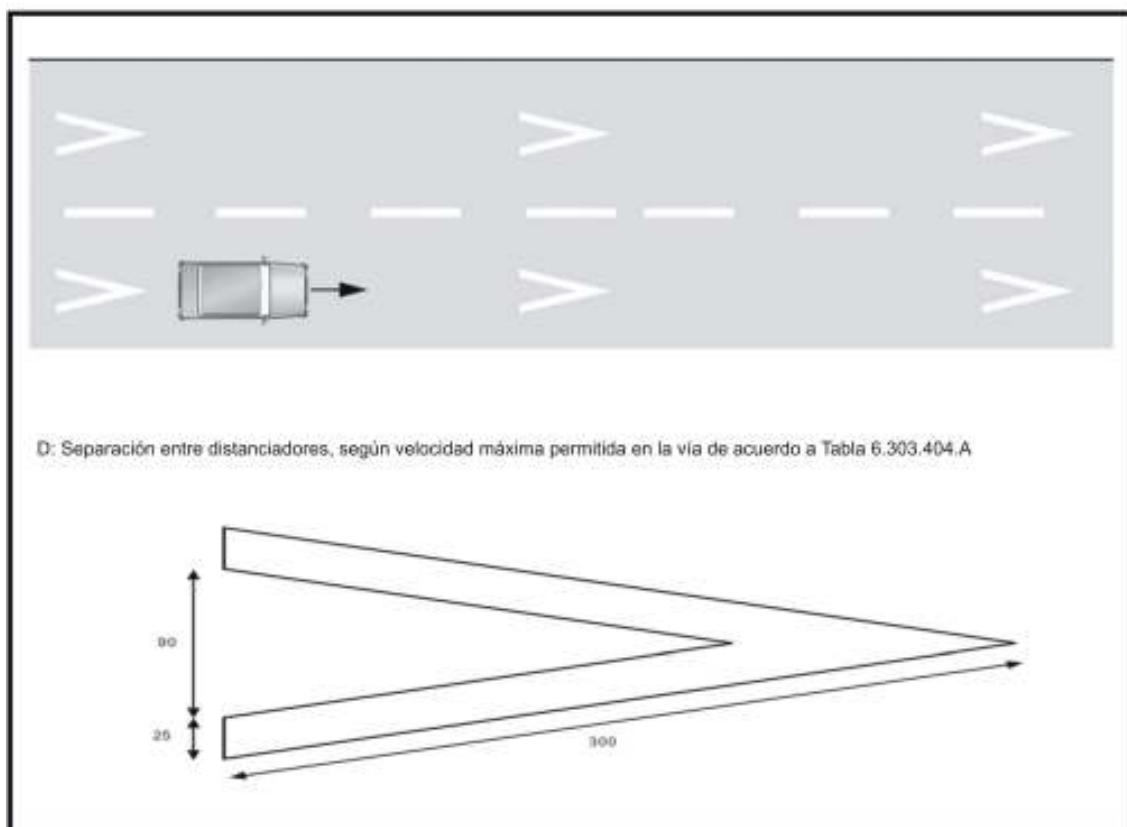


FIGURA 2.9-12 DISTANCIADORES

D: Separación entre distanciadotes, según velocidad máxima permitida en la vía de acuerdo a Tabla 2.9-1.

2.9.1.7 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
- Roja
- 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.

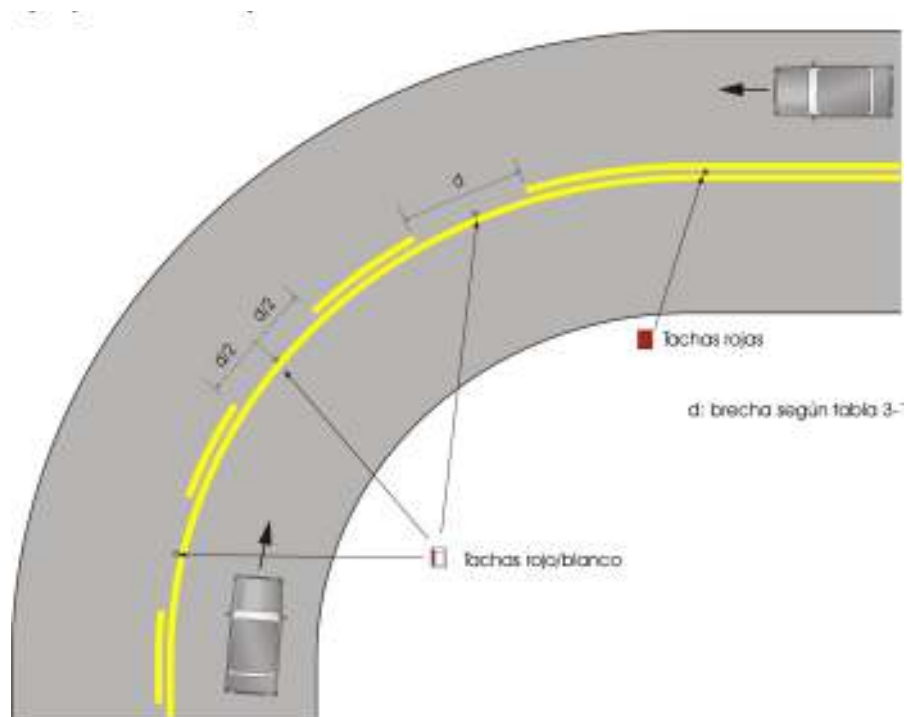


FIGURA 2.9-13 TACHAS EN LÍNEAS SEGMENTADAS Y EJE DE PISTAS

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° con la horizontal.

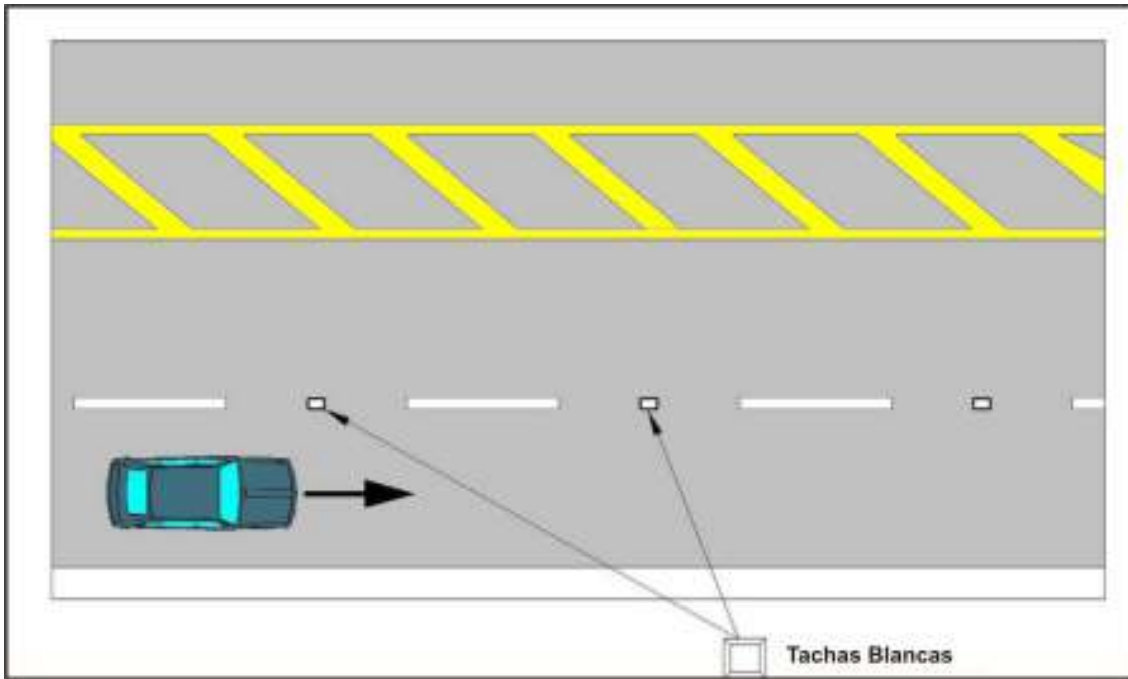


FIGURA 2.9-14 DEMARCACIÓN ELEVADA

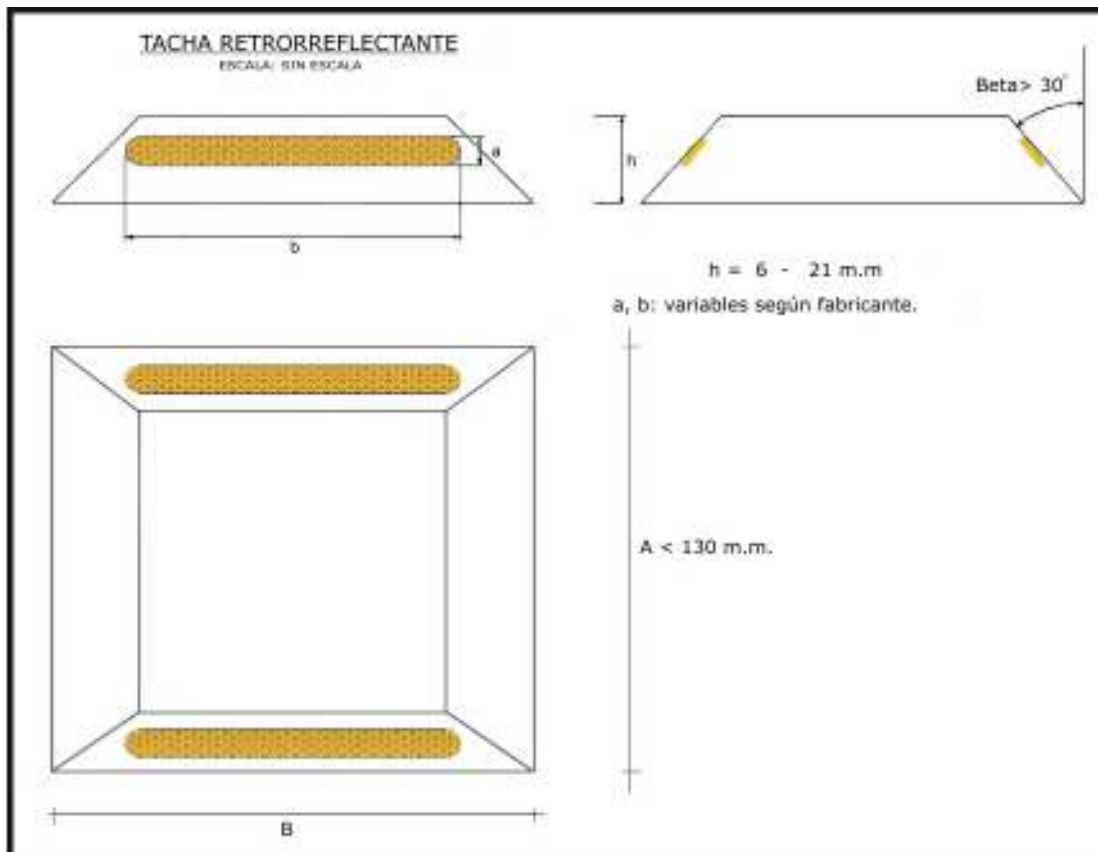


FIGURA 2.9-15 TACHA TIPO

ÍNDICE DE CONTENIDO

3.	SEMÁFOROS	3-1
3.1	GENERALIDADES	3-1
3.1.1	CONCEPTOS BÁSICOS	3-1
3.1.1.1	Tipos de semáforos	3-1
3.1.2	REQUISITOS BÁSICOS PARA LA INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS	3-2
3.1.2.1	Volúmenes vehiculares requeridos.....	3-2
3.1.2.2	Interrupción de la continuidad de flujo.....	3-3
3.1.2.3	Consideraciones relativas a virajes	3-3
3.1.2.4	Movimiento progresivo.....	3-4
3.1.2.5	Accidentes	3-4
3.1.2.6	Consideraciones especiales	3-4
3.2	ESTUDIOS PRELIMINARES	3-5
3.2.1	CAPACIDAD DE UN MOVIMIENTO O CORRIENTE	3-5
3.2.2	FLUJOS DE SATURACIÓN	3-5
3.2.3	CÁLCULO DE CICLO	3-7
3.2.4	CAPACIDAD DE RESERVA.....	3-8
3.2.5	DURACIÓN DE VERDE	3-8
3.3	DISEÑO DEL SISTEMA.....	3-9
3.3.1	SELECCIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO.....	3-9
3.3.1.1	Flujos de diseño.....	3-9
3.3.1.2	Correcciones y puesta al día de diseño.....	3-9
3.3.2	DISEÑO GEOMÉTRICO	3-9
3.3.2.1	Ancho de las calzadas.....	3-9
3.3.2.2	Espacio para virajes a la izquierda	3-10
3.3.2.3	Virajes a la derecha	3-11
3.3.2.4	Ancho y disposición de las pistas	3-12
3.3.2.5	Ubicación de los semáforos.....	3-12
3.3.2.6	Configuración de postes y cabezales	3-14
3.4	MOVIMIENTO, FASES Y CICLOS.....	3-17
3.4.1	MOVIMIENTOS	3-17
3.4.2	FASES	3-17
3.4.2.1	Virajes.....	3-18
3.4.2.2	Prohibición de virajes a la izquierda	3-20
3.4.3	CICLOS	3-21
3.4.4	ANÁLISIS DE UN MOVIMIENTO	3-22
3.4.5	TIEMPO PERDIDO DE UN CICLO	3-25
3.4.6	CAPACIDADES Y TASAS DE SATURACIÓN	3-26
3.4.6.1	Capacidad de un movimiento	3-26
3.4.6.2	Capacidad de una intersección	3-27
3.4.6.3	Grado práctico de saturación.....	3-27
3.5	FLUJOS DE SATURACIÓN	3-28
3.5.1	VIRAJES OBSTACULIZADOS	3-28
3.5.1.1	Pista compartida	3-28
3.5.1.2	Pista exclusiva	3-29
3.5.1.3	Cálculos iterativos.....	3-29
3.5.2	UTILIZACIÓN DE PISTAS.....	3-30
3.5.3	FLUJOS DE SATURACIÓN DE PISTAS CORTAS.....	3-32
3.5.4	BLOQUEO DE PISTAS	3-33
3.5.5	OTROS PROBLEMAS.....	3-33
3.6	MEDIDAS DE RENDIMIENTO DEL DISEÑO	3-34
3.6.1	DEMORAS.....	3-34
3.6.2	LARGO DE LAS COLAS	3-35
3.6.3	DEMORAS A PEATONES.....	3-36
3.6.4	DETENCIONES.....	3-36
3.6.5	INDICADORES SECUNDARIOS	3-36
3.7	DETERMINACION DE LA DURACIÓN DE LAS INDICACIONES	3-37
3.7.1	CICLO ÓPTIMO.....	3-37
3.7.2	CICLO PRÁCTICO	3-38
3.7.3	TIEMPOS DE VERDE	3-39

3.8	CONSIDERACIONES ESPECIALES	3-41
3.8.1	ANÁLISIS SIMPLIFICADO	3-41
3.8.2	ANÁLISIS AVANZADOS	3-41
3.8.3	SEMAFOROS ACTIVADOS POR EL TRÁNSITO	3-41
3.8.3.1	Semáforos semi-activados por el tránsito	3-42
3.8.3.2	Semáforos (totalmente) activados por el tránsito	3-42
3.8.3.3	Características optativas	3-43
3.8.3.4	Selección de parámetros para un semáforo activado por el tránsito	3-43
3.8.4	NECESIDADES DE LOS PEATONES	3-43
3.8.4.1	Indicaciones a peatones	3-43
3.8.4.2	Tiempo de cruce de peatones	3-44
3.8.4.3	Duración períodos peatonales	3-44
3.9	COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS.....	3-45
3.9.1	SISTEMAS SIN COMPUTADOR	3-45
3.9.1.1	Sistemas con planes fijos	3-45
3.9.1.2	Sistemas semi-flexibles	3-45
3.9.2	SISTEMAS CONTROLADOS POR UN COMPUTADOR	3-45
3.9.3	PLANES FIJOS Y PLANES DINÁMICOS	3-46
3.9.4	CÁLCULO DE PLANES	3-46
3.9.4.1	Sistemas sencillos (arteriales).....	3-46
3.9.4.2	Sistema alternado	3-46
3.9.4.3	El diagrama espacio-tiempo	3-47
3.9.4.4	Sistemas progresivos	3-48
3.9.4.5	Sistemas de redes.....	3-48
3.9.5	REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS COORDINADOS.....	3-48
3.9.5.1	Requisitos Generales	3-48
3.9.5.2	Requisitos básicos	3-49
3.9.6	CONSIDERACIONES PRÁCTICAS.....	3-49
3.9.6.1	Costo	3-49
3.9.6.2	Equipos de detección de tránsito	3-49
3.9.6.3	Estándares	3-50
3.9.6.4	Sistemas sin cable	3-50
3.10	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA SEMAFORIZACIÓN.....	3-51

3. SEMÁFOROS

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

La principal función de un semáforo en el control de una intersección es el dar el paso a distintos grupos de vehículos (y peatones), de manera de que éstos pasen a través de la intersección con un mínimo de problemas, riesgos y demoras. Los objetivos del diseño de una intersección controlada por semáforos pueden resumirse como sigue:

- Reducir y prevenir accidentes en la intersección y su cercanía inmediata. Reducir las demoras que sufren peatones y vehículos al cruzar la intersección, incluyendo evitar el bloqueo de cruces por largas colas.
- Reducir el consumo de combustibles en la intersección.
- Reducir la emisión de contaminantes del aire y otros factores que deterioran el medio como ser ruido.

Los dos primeros objetivos reciben generalmente la más alta prioridad en una intersección. Por supuesto interesa satisfacer estos objetivos con un mínimo de costo en el sistema de semáforos mismo.

Tiene mucha importancia el adoptar una metodología rigurosa en el diseño de intersecciones controladas por semáforos. Una metodología uniforme permitirá diseñar una intersección que cumpla los objetivos mencionados más arriba y al mismo tiempo asegurarse de que la mayor cantidad de aspectos relevantes ha sido tomada en cuenta.

Esta metodología general puede aplicarse a dos tipos de problemas de diseño: Diseño de una intersección controlada por semáforos donde en la actualidad existe otro sistema de control, como ser intersección prioritaria o rotonda. Actualización y modificación del diseño de una intersección controlada por semáforo. La vida útil de un diseño en particular depende de:

- la tasa de crecimiento o variación de los flujos vehiculares o peatonales en la intersección.
- el advenimiento de nuevas tecnologías de control, por ejemplo, la integración de un semáforo en un sistema centralizado controlado por computador.
- Cambios en el uso del terreno adyacente a la intersección y el cambio del riesgo de accidentes que esto implica. Por ejemplo, el cambio de sector residencial a comercial.

En el desarrollo del presente Capítulo se darán a conocer todos aquellos problemas inherentes al diseño de semáforos y la manera de abordarlos, con el propósito que siguiendo posteriormente un esquema metódico se encuentre la mejor solución a los problemas que se presenten.

3.1.1.1 Tipos de semáforos

Se pueden distinguir los siguientes tipos de semáforos:

- Semáforo de tiempo programado fijo, en el cual la secuencia de fases presentadas al tránsito cambia según un programa fijo especificado externamente por el diseñador. Un semáforo puede tener varios programas, los que son activados a diferentes horas del día para adaptarse mejor a la demanda.
- Semáforos regulados o activados por el tránsito¹ en los cuales la duración de cada fase y a veces su orden depende del tránsito mismo que usa la intersección. Esta demanda es identificada mediante detectores (neumáticos, lazos de inducción, etc.). La lógica básica también es especificada por el diseñador.
- Conjunto de semáforos interconectados y coordinados.
- En este caso los programas de cada semáforo son establecidos de antemano por el diseñador, quien además establece la forma en que éstos obedecerán a un control central.
- Combinaciones de estos tipos, por ejemplo sistemas coordinados que también pueden responder a la demanda instantánea.

Colores Los colores serán rojos, amarillos y verdes.

3.1.2 REQUISITOS BÁSICOS PARA LA INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS

La instalación de un semáforo en un cruce de calles no se justifica en sí misma; sólo es válida si los beneficios superan las pérdidas o costos.

Ejemplo, en el estudio de una instalación de semáforos donde previamente existía una intersección controlada por regla prioritaria simple (derecho preferente de paso) se tendrán beneficios y costos, tales como:

- Cambio en el número y tipo de accidentes por año (o por millón de pasadas de vehículos). Este cambio es a menudo una reducción de accidentes pero puede ser también un aumento. En general se produce una reducción de accidentes en que los vehículos chocan a 900. Pero puede haber un aumento de las colisiones entre vehículos que viajan en el mismo sentido.
- En algunos lugares se ha observado que el reemplazar una rotonda bien diseñada por semáforos aumenta el número de accidentes.
- Cambio en las demoras a vehículos, pasajeros y peatones. Si los flujos vehiculares son bajos este cambio puede ser un aumento de las demoras. Para flujos altos y un buen diseño, un semáforo debería reducir las demoras totales.
- Reducción de los costos de control policial de la intersección si ésta lo requiriera. Sin embargo, la presencia de un policía de tránsito tiene ventajas sobre un semáforo en términos de la seguridad de peatones, el ayudar a los vehículos que viran y controlar el tránsito para impedir la formación de atochamientos. Cambio de los costos de operación e índices de contaminación ambiental generados en la intersección. Estos costos generalmente dependen más del número de detenciones que de su duración.
- Costos de la inversión en semáforos y los cambios en la infraestructura que se le asocian.
- Costo de operación y mantenimiento del semáforo y equipo auxiliar.

El balance de estos costos y beneficios puede (adecuadamente desconectados en el tiempo) ser positivo o negativo. Aún más, dado que el tránsito varía a distintas horas del día y días en el año, el balance puede ser positivo para unas pocas horas de gran demanda y negativo para el resto.

Un análisis detallado de estos costos y beneficios requiere de considerable trabajo técnico, hoy en día sólo es posible gracias a programas de computación avanzados. Como una manera de reducir este trabajo, distintos países han adoptado requisitos o estándares mínimos para justificar la instalación de un semáforo.

Los requisitos básicos para la instalación de semáforos consideran, entre otros aspectos: volumen vehicular, volumen peatonal, accidentes, etc.

3.1.2.1 Volúmenes vehiculares requeridos

Este requisito se basa en los flujos vehiculares que usan la intersección y supone que es posible identificar una Arteria Principal y una Arteria Secundaria. Los flujos se miden en vehículos por hora (y no automóviles equivalentes).

TABLA 3.1-1 VOLUMEN VEHICULAR MÍNIMO

Nº de pistas por cada calzada de ingreso (ramal)		Volumen Mínimo (Veh/hr.)	
Arteria Principal	Arteria Secundaria	Arteria Principal en ambas calzadas	Arteria Secundaria en calzada de mayor ingreso
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	600	200

Nota: En cada una de las 8 horas de mayor demanda de un día promedio.

Como se ve se requiere identificar las 8 horas de mayor demanda de un día promedio. A falta de mayores antecedentes se propone realizar conteos de tránsito durante las 12 horas comprendidas entre las 07.30 y las 19.30 hrs. Si sólo se pueden contar 8 horas, éstas deberían estar entre 07.30-10.30 hrs.; 12.30-14.30 hrs.; y 17.00- 20.00 hrs., a menos que se cuente con antecedentes para identificar otras horas.

Como día promedio puede escogerse un martes o jueves de los meses de marzo a noviembre tratando de evitar días feriados o sus contiguos, vacaciones escolares u otros días que se aparten de lo normal. Si existen razones para estimar que interesan las condiciones en otros días críticos (por ejemplo sábados en áreas comerciales), también deben tomarse conteos en esos períodos.

Para un adecuado uso de los datos en el futuro es recomendable mantener los conteos clasificados por tipo de vehículo, ver Tabla 3.2-1 y por períodos no mayores de 30 minutos (se recomiendan 15 minutos). Conviene combinar esta etapa con una medición de los flujos en las corrientes o movimientos identificables en la intersección (Figura 3.1-1).

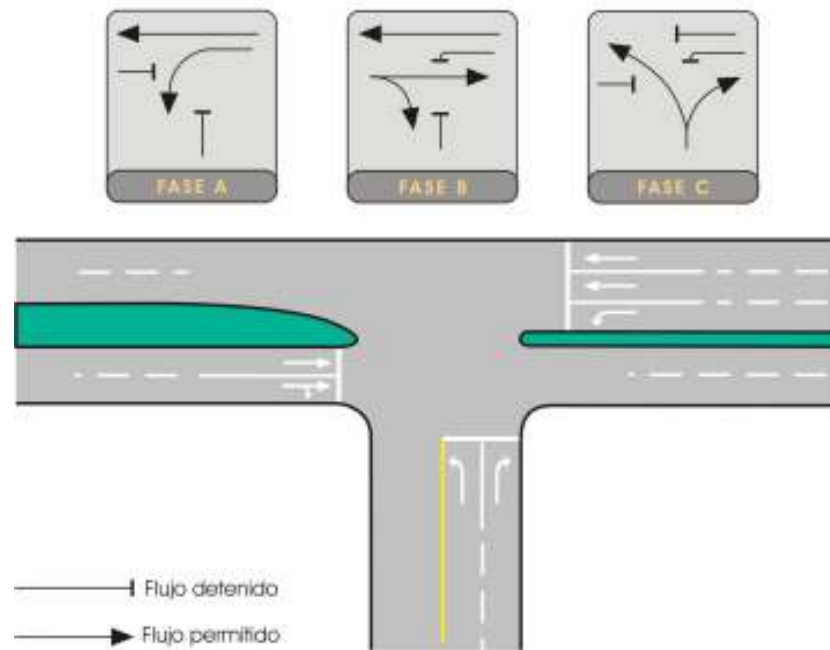


FIGURA.3.1-1 EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DE FASE Y PLAN DE UNA INTERSECCION

3.1.2.2 Interrupción de la continuidad de flujo

Este requisito se aplica cuando los vehículos del acceso no prioritario sufren demoras excesivas.

TABLA 3.1-2 VOLUMEN VEHICULAR MINIMO (VEH/HR)

N° de pistas por cada calzada de ingreso		Arteria Principal	Arteria Secundaria
Arteria Principal	Arteria Secundaria	Total ambas calzadas	En calzada mayor volumen
1	1	750	75
2 ó más	1	900	75
2 o más	2 ó más	900	100
1	2 ó más	750	100

Nota: En cada una de las 8 horas de mayor demanda de un día promedio.

De acuerdo con este requisito no se trata de minimizar las demoras totales, sino de reducir demoras inusualmente largas para los vehículos de la arteria secundaria.

3.1.2.3 Consideraciones relativas a virajes

Es común el caso en el cual parte de los flujos vehiculares de la calzada secundaria que acceden a una vía principal de doble sentido de tránsito no la crucen, sino que se incorporan a ésta efectuando un viraje. En estos casos los criterios de justificación se analizarán separadamente para cada uno de los flujos del acceso secundario (rama de mayor volumen) de la siguiente forma:

- El flujo vehicular que proviene de la calzada secundaria se comparará con el flujo vehicular sobre la calzada adyacente de la vía principal.
- El flujo vehicular que vira a la izquierda o sigue derecho desde la calzada secundaria se comparará con el flujo vehicular de la arteria principal en ambas calzadas.

El semáforo se considerará justificado si para cualquiera de los dos casos se cumple algunos de los criterios de justificación relativos a volúmenes vehiculares.

3.1.2.4 Movimiento progresivo

Ocasionalmente es conveniente instalar un semáforo, que no se justifica de otra manera, para mantener el movimiento progresivo de vehículos (pelotones o grupos) o a lo largo de un corredor de semáforos coordinados. En sistemas de semáforos controlados por computador se utiliza el mismo argumento para reemplazar otros tipos de control, a menudo rotondas por semáforos.

Se requieren en este caso dos elementos:

- Un sistema efectivamente coordinado de semáforos.
- La existencia de una intersección en condiciones de flujo tal que de no instalarse un semáforo interrumpiría un adecuado avance progresivo de vehículos a lo largo del corredor.

Cabe destacar que a menudo basta con mejorar la demarcación de prioridad en la intersección para preservar el movimiento progresivo sin incurrir en mayores gastos.

3.1.2.5 Accidentes

Se ha señalado que la instalación de un semáforo puede reducir accidentes. Pero también la instalación de semáforos donde no son necesarios puede hacer que algunos conductores irritados por demoras excesivas (y no justificadas) dejen de respetar las señales. En este caso ese semáforo mal instalado generará más accidentes, la mayor parte de los cuales ocurrirá en otros cruces con semáforos bien justificados. Un semáforo deficientemente mantenido generará más accidentes en vez de disminuirlos.

Se requiere entonces bajo este requisito que el riesgo de accidentes en la intersección sea manifiesto y que hayan ocurrido 5 o más accidentes de cierta consideración por año en los últimos 3 años.

3.1.2.6 Consideraciones especiales

Es importante tomar en cuenta que en ciertas ocasiones la instalación de un semáforo puede ser innecesaria, aun cuando alguno de los requisitos anteriores se cumpla. Esto puede darse en alguno de los siguientes casos:

- La presencia de semáforos en intersecciones cercanas genera interrupciones en el tránsito que permiten el cruce de vehículos en la arteria secundaria.
- La presencia de vehículos lentos puede generar también interrupciones en el tránsito prioritario.
- Un alto porcentaje de virajes a la izquierda puede ser atendido mejor si se instala una rotonda de diámetro pequeño, siempre que el terreno disponible lo permita.

En cualquiera de estos casos parece más conveniente no instalar semáforos, sino mejorar la intersección prioritaria o diseñar una rotonda. La preocupación primordial debe ser reducir demoras y accidentes.

3.2 ESTUDIOS PRELIMINARES

Esta sección entrega una versión resumida del proceso de diseño de semáforos de una intersección. Para este estudio preliminar se entregan varias aproximaciones rápidas que son sólo aceptables en un primer esbozo de cálculo.

Aspectos mas precisos y detallados para el diseño de una intersección controlada por semáforos se entregan en secciones posteriores.

3.2.1 CAPACIDAD DE UN MOVIMIENTO O CORRIENTE

Se considera primero el caso de un movimiento que opera durante una fase totalmente saturada, es decir, una fase al final de la cual todavía quedan vehículos en la cola que no han podido cruzar la intersección. Se realizan observaciones durante una o más fases de este tipo para un movimiento en particular; éstas pueden presentarse en un gráfico como en Figura 3.2-1.

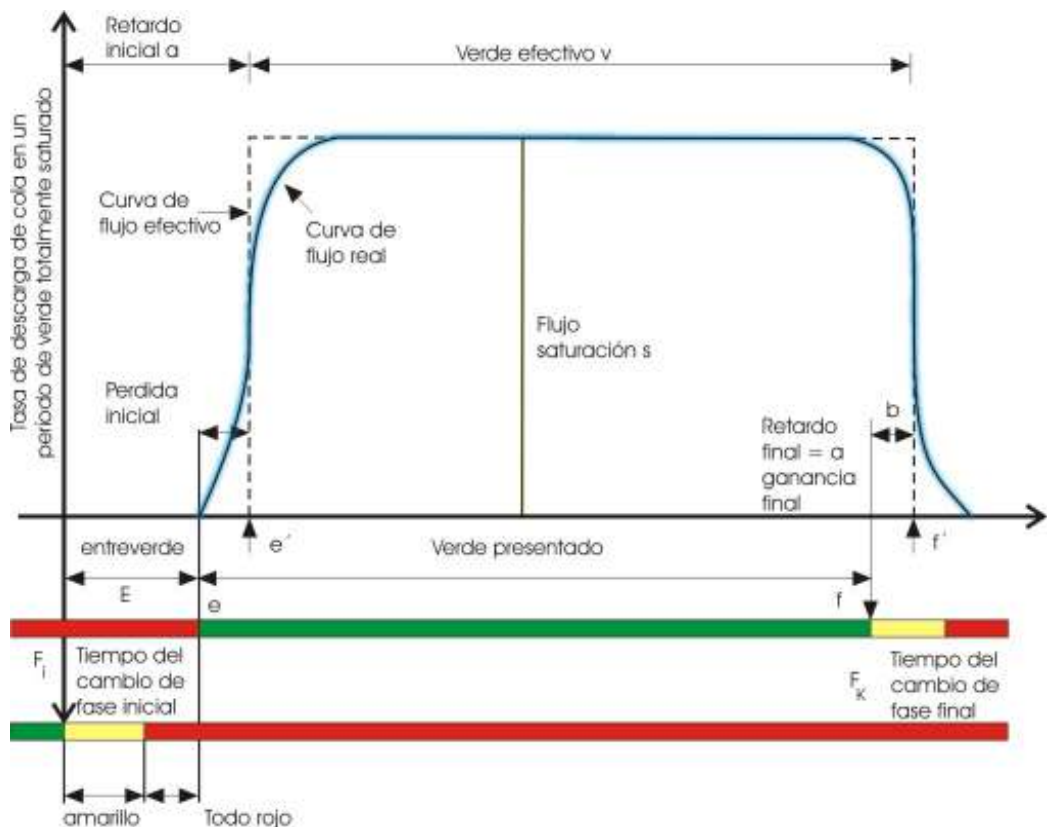


FIGURA 3.2-1 MODELO BÁSICO Y DEFINICIONES

3.2.2 FLUJOS DE SATURACIÓN

En general es deseable obtener mediante observaciones los flujos de saturación de cada una de las calzadas de un cruce. Para ello se recomienda el método descrito en el Anexo D. Si esto no es posible pueden tomarse como base valores contenidos en diversos manuales. Estos valores pueden depender del número de pistas, su ancho, de la existencia de vehículos estacionados y peatones, de la localización de la intersección, de la proporción de vehículos que viran a la izquierda/derecha, gradiente, etc.

La influencia de vehículos pesados o lentos sobre los flujos de saturación se expresa a través de coeficientes de corrección, llamados "automóviles equivalentes". Estos indican el número de automóviles particulares que producen el mismo efecto que un vehículo de otro tipo en una intersección controlada por semáforo. Como se ve más adelante, un automóvil que vira en la intersección (especialmente a la izquierda) genera más demoras que uno que sigue directo. Por ello y para precisar mejor el concepto, este Manual adopta como unidad básica para flujos de saturación el Automóvil Directo Equivalente, ADE (o vehículos equivalentes).

Se observa que en la práctica el principio de la fase verde lo ocupan pocos vehículos por segundo, debido a que estos están acelerando y que algunos demoran en partir. Cuando el color amarillo aparece, los vehículos empiezan a frenar y el flujo (por segundo) disminuye hasta que se hace cero.

El modelo que comúnmente se usa en estos casos es reducir estos fenómenos a dos etapas: rojo efectivo, durante el cual ningún vehículo de la corriente cruza la intersección. Verde efectivo, durante el cual el flujo máximo de vehículos puede cruzar la intersección. Este flujo máximo se llama flujo de saturación. El modelo supone que ningún vehículo sale durante el período de rojo efectivo y que todos salen durante el período verde efectivo. Se observa también en la práctica, que por razones de seguridad partes del ciclo completo de un semáforo no son utilizadas en la descarga de vehículos. Esta parte se llama tiempo desaprovechado o "tiempo perdido". El período de verde efectivo corresponde, para una corriente de tránsito, a la suma del período verde más el período amarillo menos el tiempo desaprovechado correspondiente.

Las equivalencias serán las siguientes:

TABLA 3.2-1 AUTOMOVILES DIRECTOS EQUIVALENTES (e_j)

Tipo de Vehículo	Directo	Virajes	
		A la derecha	A la izquierda
Automóvil, Camioneta (< 500 Kgs.)	1,00	1,25	1,75
Taxi (ocupado)	1,00	1,25	1,75
Taxi sin pasajeros	1,35	1,50	1,75
Taxibús	1,65	1,80	2,30
Bus camión liviano (<10 tons)	2,00	2,50	3,00
Camión pesado (>= 10 tons.)	2,50	3,00	4,00
Motocicleta	0,50	0,60	0,80
Bicicleta	0,20	0,30	0,50

Si no es posible obtener los flujos de saturación mediante observaciones se proponen las siguientes aproximaciones que dependen del entorno de la intersección.

TABLA 3.2-2 FLUJOS DE SATURACION BASICOS POR PISTA SB

Entorno	Flujo de Saturación por Pista en ADE
Zona céntrica, muchos peatones, poca visibilidad	1,650
Zona urbana, pocos peatones, buena visibilidad	1,840

Estos valores deben corregirse por el ancho de la pista considerada (si éste es mayor que 3.70 m. o menor que 3.00 m.), por la pendiente de la calle y por la composición de vehículos y virajes. De esta manera se obtiene el flujo de saturación de cada pista en término de vehículos reales. En otras palabras, el flujo de saturación en vehículos por hora es:

$$S = (f_a * f_g / f_c) * S_b \quad (322.1)$$

Donde:

S = Flujo de saturación e vehículos reales por hora.

S_b = Flujo de saturación básico en ADE/hora de Tabla 3.2-2.

f_a = Coeficiente de corrección por ancho de pista a.

f_g = Coeficiente de corrección por pendiente g.

f_c = Coeficiente de corrección por composición del tránsito.

Esto se obtiene de:

$$f_a = \begin{cases} 0.55 + 0.14a & \text{para } a < 3.00 \text{ m (mínimo } a = 2.40) \\ 1.0 & \text{para } 3.00 \leq a \leq 3.70 \\ 0.83 + 0.05a & \text{para } a > 3.70 \text{ (máximo } a = 2.40) \end{cases} \quad (322.2)$$

$$f_g = 1 + 0,5 \cdot g / 100 \quad (322.3)$$

En que la pendiente g en % se define como positiva si es cuesta abajo y negativa si es cuesta arriba

$$f_c = \frac{\sum e_j \cdot q_j}{q} \quad (322.4)$$

Donde e_j se obtiene del cuadro 3.2-1

q_j : Flujo en veh/hora del tipo j

q : Flujo total en veh/hora

Cabe señalar que el valor resultante S es el flujo de saturación medido en vehículos reales por hora DE VERDE. Debido a la necesidad de asignar verde a diferentes corrientes de vehículos, la capacidad total de una intersección es siempre inferior a la suma de los flujos de saturación de cada calzada (calculados como la suma de los flujos de saturación de cada corriente).

3.2.3 CÁLCULO DE CICLO

Por razones de seguridad es necesario diseñar cada cambio de tasas en un ciclo de modo que aquellos vehículos que se encontraban cruzando la intersección la despejen antes que otro grupo de vehículos (o movimientos) reciba una indicación verde. Esto se consigue generalmente con un adecuado diseño de duración del período amarillo y con la introducción de un breve período en que TODAS las corrientes enfrentan rojo. Este período TODO ROJO puede ocurrir para cada cambio de fase. Una parte de la duración de cada ciclo estará compuesta por tiempo durante el cual el flujo de saturación de cada calzada no puede ser utilizado. Este período se llama Tiempo perdido total y está compuesto por la suma de:

- I. El tiempo durante el cual todas las corrientes enfrenten un rojo para despejar la intersección. Mínimo normal es 1 seg.
- II. El tiempo perdido en cada transición de verde a rojo el que generalmente se estima en 2 seg. Este valor supone una duración del amarillo de 3 seg.

El tiempo perdido total por ciclo se representa por la letra L . El tiempo perdido total debe incluir también la duración de toda fase peatonal en que los vehículos enfrentan luz roja (parte del todo rojo)

Para cada movimiento es necesario calcular el indicador y (cuociente o razón de flujo).

$$y = q / S \quad (323.1)$$

Como el volumen (vehicular real por hora) dividido por el flujo de saturación correspondiente (VPHV). Para cada fase se elige el Y máximo como indicador representativo y el indicador total para el semáforo es:

$$Y = \sum_{\text{fases}} Y_{\max} \quad (323.2)$$

Es decir, la suma de las razones de flujo representativas de cada fase.

El ciclo óptimo se calcula como:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \quad (\text{segundos}) \quad (323.3)$$

donde:

$$C_o = \text{ciclo óptimo}$$

El ciclo óptimo minimiza las demoras totales para las corrientes representativas en cada fase. El ciclo mínimo (más corto) está dado por:

$$C_m = \frac{L}{1 - Y} \quad (323.4)$$

Existe cierta flexibilidad en la selección de un ciclo ya que las demoras totales no cambian mucho dentro del rango $0,75 C_o$ a $1,5 C_o$. En general los ciclos adoptados tienen entre 46 y 120 segundos de duración con una media alrededor de 70 - 80 segundos.

3.2.4 CAPACIDAD DE RESERVA

La forma más sencilla de aumentar la capacidad de una intersección controlada por semáforos es utilizar un ciclo más largo. La capacidad máxima se encuentra al utilizar el ciclo máximo (120 segundo). La capacidad práctica se estima como el 90% de la máxima y se calcula a partir del valor y correspondiente

$$Y_p = 0.9 \left(1 - \frac{L}{C_{\max}} \right) \quad (324.1)$$

Otro aspecto importante de intersección es su capacidad de reserva, es decir su habilidad, para acomodar flujos crecientes sin llegar a la saturación total del ciclo:

La capacidad de reserva se puede calcular como:

$$C_r = \frac{0.9}{Y} \left(1 - \frac{L}{C_{\max}} \right) - 0.9 \quad (324.2)$$

3.2.5 DURACIÓN DE VERDE

Es necesario considerar la duración de la fase verde para cada movimiento. El valor deseado de esta duración está dado aproximadamente por:

$$V_i = \frac{q_i}{S_i \cdot y} C = Y_i \frac{C}{y} \quad (325.1)$$

V_i = Duración de verde para el movimiento i (seg.)

q_i = Volumen del movimiento i (VPH)

S_i = Flujo saturación (VPHV)

C = Ciclo adoptado (seg.)

Por supuesto, cuando varios movimientos comparten la misma fase, la duración de ésta viene determinada por el máximo de estos valores deseados.

Es necesario tomar en cuenta también que la aplicación directa de estas relaciones puede resultar en duraciones del verde demasiado cortas. La duración de una fase debe por lo menos permitir el cruce de la calzada por parte de los peatones que tienen derecho de paso en la fase. La duración de la fase también debe ser corregida por los siguientes factores:

- producción de colas excesivamente largas
- arreglos especiales para permitir a ciertos vehículos realizar virajes a la izquierda
- necesidades de peatones, ver Sección 3.8.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA

3.3.1 SELECCIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO

El diseño de semáforos debe basarse en la(s) hora(s) de demanda máxima por medio de los días hábiles (lunes a viernes). Sin embargo un período corto de demanda significativamente mayor (por ejemplo de media hora de máx.) puede utilizarse para el diseño de fases y repartos.

Los equipos modernos de control permiten el uso de ciclos y repartos (y a veces fases) diferentes en distintos periodos del día y la semana. Se recomienda que toda nueva instalación contemple al menos tres planes distintos (hora de demanda máxima en la mañana, de la tarde y otra hora cualquiera) En muchos casos, puede ser deseable el uso de mas de tres periodos.

Es importante realizar, cálculos separados de factores, repartos y ciclos para los periodos de demanda máxima mañana, la tarde y un periodo convencional que no sea de demanda máxima.

3.3.1.1 Flujos de diseño

El diseño de semáforos debe basarse en flujos observados y mediciones en terrenos de flujo de saturación y tiempos perdidos para cada movimiento. En el caso de semáforos nuevos o modificaciones a semáforos existentes, el diseño debe basarse en los flujos que se estime existieron en la fecha de su inauguración. Esto requiere estimar estos flujos mediante la aplicación de tasas de crecimiento para el período comprendido entre la fecha en que los volúmenes vehiculares y peatonales fueron observados a la fecha estimada de la implementación del nuevo diseño. La tasa de crecimiento anual de estos flujos dependerá de las condiciones locales, y será estimada con mayor precisión en la medida en que la Municipalidad cuente con un sistema de conteos permanentes en la intersección bajo su jurisdicción.

En ausencia de estos antecedentes se propone utilizar una tasa de crecimiento de los flujos del 10% al año.

En el caso de tasas de crecimiento mayores conviene usar para el diseño los flujos que se esperan para 6 meses después de la implementación del mismo.

3.3.1.2 Correcciones y puesta al día de diseño

Los niveles de flujo de una intersección así como las características de utilización de las pistas no permanecen fijas en el tiempo. Estas características cambian con el tiempo debido al cambio que experimentan los viajes, la tasa de motorización y el número de habitantes de una ciudad. Aún más, la mejora de otras intersecciones en las cercanías también afectará los flujos que fueron utilizados en el diseño de un semáforo.

Es necesario establecer un programa regular de puesta al día de los diseños de intersecciones controladas por semáforos. Se sugiere que el diseño de cada intersección controlada por semáforos se revise al menos una vez cada dos años.

De la misma manera vale la pena tener una lista de intersecciones posibles de ser semaforizadas. Los flujos que la utilizan serán también puestos al día regularmente (cada 2 años) para estimar cuándo se justificar su mejoramiento a rotonda, mini- rotonda o semáforo.

3.3.2 DISEÑO GEOMÉTRICO

3.3.2.1 Ancho de las calzadas

Aunque no siempre es posible modificar el ancho de las calzadas de una intersección controlada por semáforos, vale la pena discutir la influencia de las características físicas de una intersección sobre su comportamiento y rendimiento Figura 3.3-1.

El aumento del ancho de la calzada en la boca de la intersección mejora su capacidad y permite mejorar asignaciones de fases. Para intersecciones de tipo cruz los anchos óptimos vienen dados aproximadamente por:

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{d_1}{d} = \sqrt{\frac{q_1}{q_2}} \quad (332.1)$$

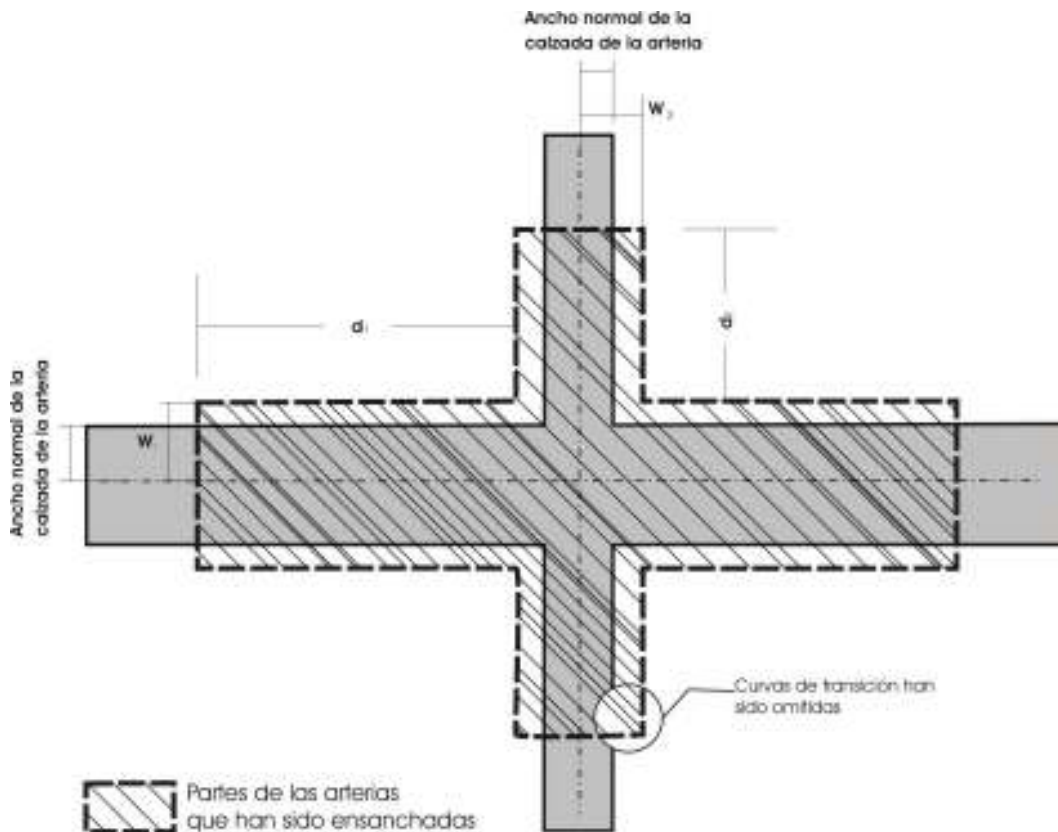


FIGURA 3.3-1 MODIFICACIÓN DE ARTERIAS EN LAS CERCANÍAS DE SEMÁFORO

Donde:

w_1 y w_2 : son los anchos de las calzadas, en metros.

d_1 y d_2 : el largo del ensanchamiento, en metros.

q_1 y q_2 : los flujos representativos en vehículos por hr.

v_1 y v_2 : el largo deseable de las fases verdes(seg.).

La regla puede extenderse a intersecciones más complejas.

$$w_1 : w_2 : w_3 = d_1 : d_2 : d_3 = v_1 : v_2 : v_3 = \sqrt{q_1} : \sqrt{q_2} : \sqrt{q_3} \quad (332.2)$$

Y la misma relación puede adoptarse cuando los flujos no están perfectamente balanceados, que los flujos de la tarde pueden ser la imagen opuesta de los flujos de la mañana (máximo) tendiendo de esta manera a balancearse.

3.3.2.2 Espacio para virajes a la izquierda

Si la cantidad de vehículos que desean virar a la izquierda es menor que 250 VPH, estos no requerirán probablemente ninguna disposición especial.

Es conveniente asegurarse, sin embargo que estos vehículos tienen espacio suficiente para esperar en la intersección hasta que se produzca un espacio adecuado en el flujo opuesto que obstaculiza el viraje.

Si el flujo que desea virar a la izquierda es mayor, vale la pena considerar un corte prematuro del flujo opuesto, de manera de permitir el despeje de la intersección por parte de los vehículos que desean virar.

Si el flujo es tal que una fase especial se requiere para controlar los virajes a la izquierda puede ser conveniente desfasar ligeramente la línea central como muestra la Figura 3.3-2.

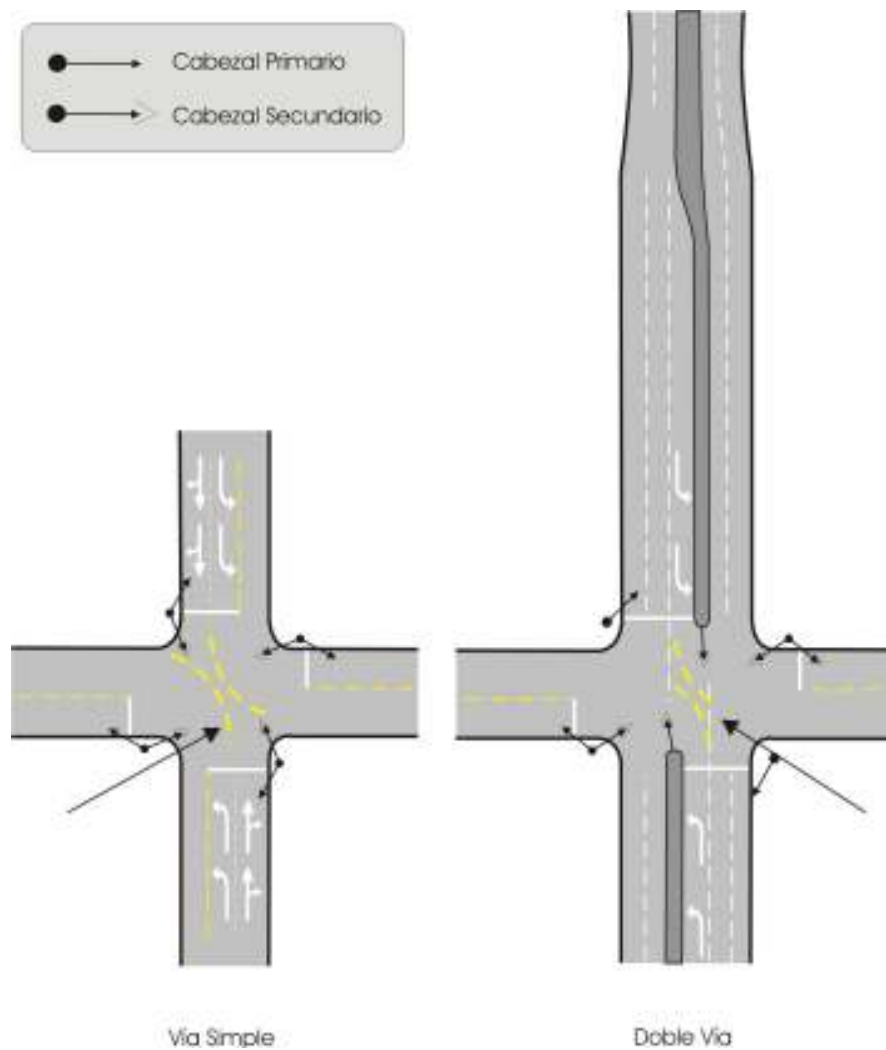


FIGURA 3.3-2 DISEÑO SUGERIDO PARA SITUACIONES CON DOS VIRAJES OPUESTOS A LA IZQUIERDA

No es recomendable considerar una fase especial para virajes si no se puede asignar una pista exclusiva con ese objeto.

3.3.2.3 Virajes a la derecha

Se propone extender en forma experimental el viraje con precaución de vehículos a la derecha a lo largo de todo el ciclo (incluyendo cuando enfrentan rojo) bajo las siguientes condiciones:

- que el flujo q vira a la derecha sea menor o igual a 150 VPH
- que el flujo cruce un flujo peatonal no mayor a 150 peatones por hora
- que el radio de curvatura en la intersección sea superior a 10 metros, y exista buena visibilidad
- que el viraje durante el rojo sea con precaución, equivalente a una señal CEDA EL PASO

En una primera etapa se escogerá un número reducido de intersecciones donde esto sea posible y se las señalizara adecuadamente. En lo posible se proveerá una canalización adecuada para los virajes a la derecha.

Incluir una señal fija con leyenda autorizado virar derecha con luz roja y precaución

3.3.2.4 Ancho y disposición de las pistas

El ancho de las pistas debe ser de 3.00 metros aunque se puede aceptar anchos de hasta 2.75 m. en pistas usadas exclusivamente por automóviles particulares. Si la proporción de vehículos pesados es 10% o más el ancho deseable de las pistas es por lo menos de 3.30 metros.

La pista más cercana a la acera también debería tener al menos 3.30 metros de ancho para facilitar su uso a los ciclistas.

Es conveniente asignar pistas a diferentes tipos de movimiento, e indicar esta asignación mediante flechas pintadas sobre el pavimento. Esto ayudará a los conductores a elegir qué pista usar.

En esta asignación es deseable tratar de obtener una equilibrada utilización de las pistas, de modo que la capacidad de la intersección se aproveche en su totalidad.

Es importante prohibir el estacionamiento de todo vehículo en las cercanías de la intersección, al menos en los últimos 45 metros a cada lado de los ramales de ésta. Lo mismo debe aplicarse al emplazamiento de paraderos de locomoción colectiva (ninguno a menos de 45 metros de la línea de detención).

Si debido a restricciones físicas una pista tiene ancho variable en las cercanías de una intersección, considere su ancho efectivo para los efectos del cálculo de los flujos de saturación como el ancho mínimo de los últimos 30 metros.

3.3.2.5 Ubicación de los semáforos

Las caras de un semáforo deben ubicarse en un cabezal sobre un poste especial. En ciertas circunstancias puede ocuparse algún poste existente, pero esto no se recomienda. Para cada calzada habrá por lo menos un cabezal con la señal primaria y uno con la secundaria. El cabezal primario se instalará en un poste al lado derecho de la calzada y a no más de 2 metros de la línea de detención, y el otro cabezal secundario estará ubicado en forma diagonal opuesto del primario (probablemente en el mismo poste de la señal primaria del sentido opuesto) (Ver Figuras 3.3-3 y 3.3-4.). El objeto de la señal primaria es demarcar claramente la línea de detención, la que no debe atravesarse con rojo (y proteger al mismo tiempo el cruce peatonal). La señal secundaria refuerza a la primaria y es más fácilmente visible a los vehículos detenidos en la línea de detención.

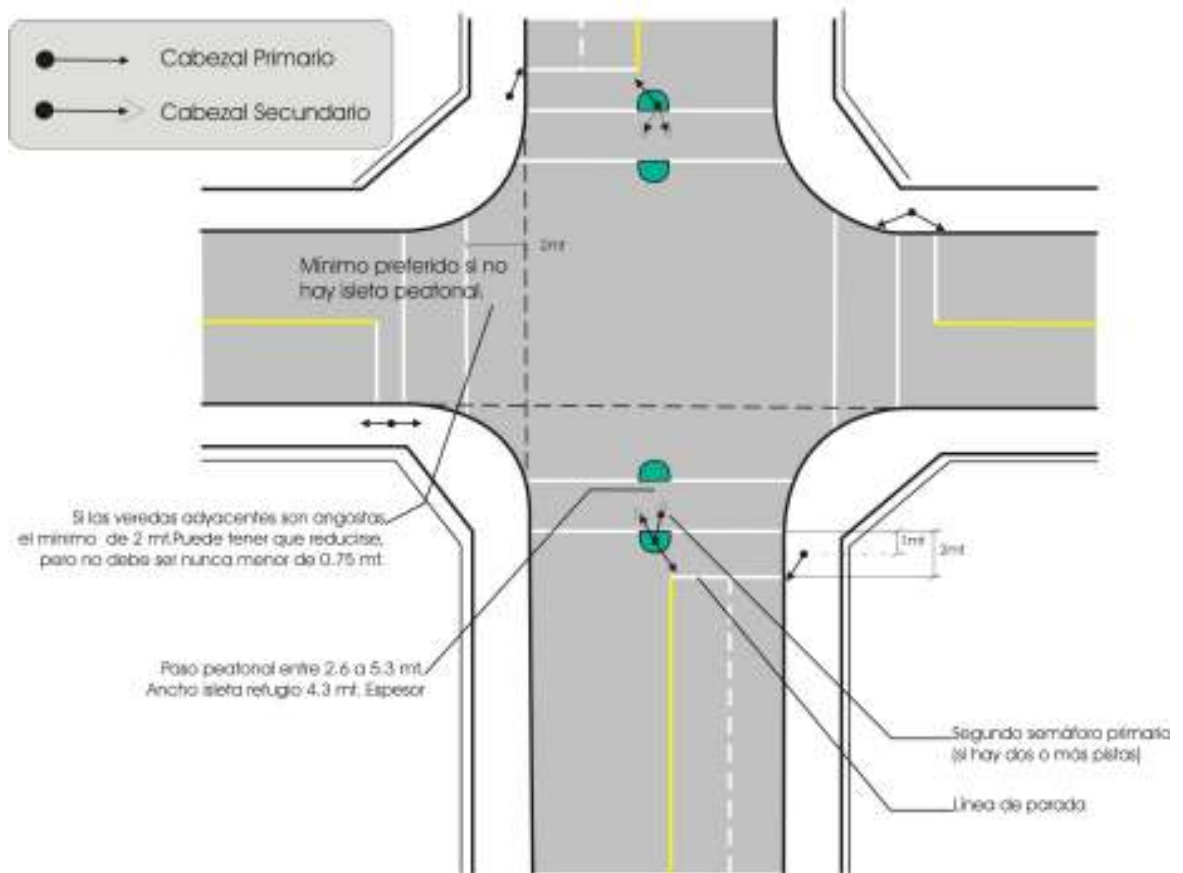


FIGURA 3.3-3 DISEÑO BÁSICO DE INTERSECCIÓN

En aquellos sitios donde no halla indicación especial para peatones conviene asegurarse que estos tengan buena visibilidad de los colores que percibe el tránsito.

Es muy importante asegurarse que la visibilidad de los cabezales no sea obstruida por la presencia de letreros, postes, vegetación, árboles, etc. Conviene verificaren este punto al menos una vez al año (en primavera), como parte del programe de mantención de semáforos. Así mismo es necesario asegurarse de q no existan avisos, propagandas ni otros objetos que distraigan al conductor en las cercanías de los cabezales. La visibilidad de un cabezal es fundamental.

Toda nueva instalación debe seguir la norma propuesta aquí y se sugiere q las instalaciones antiguas se modifiquen en la medida en que sea necesario modernizar el equipo usado.

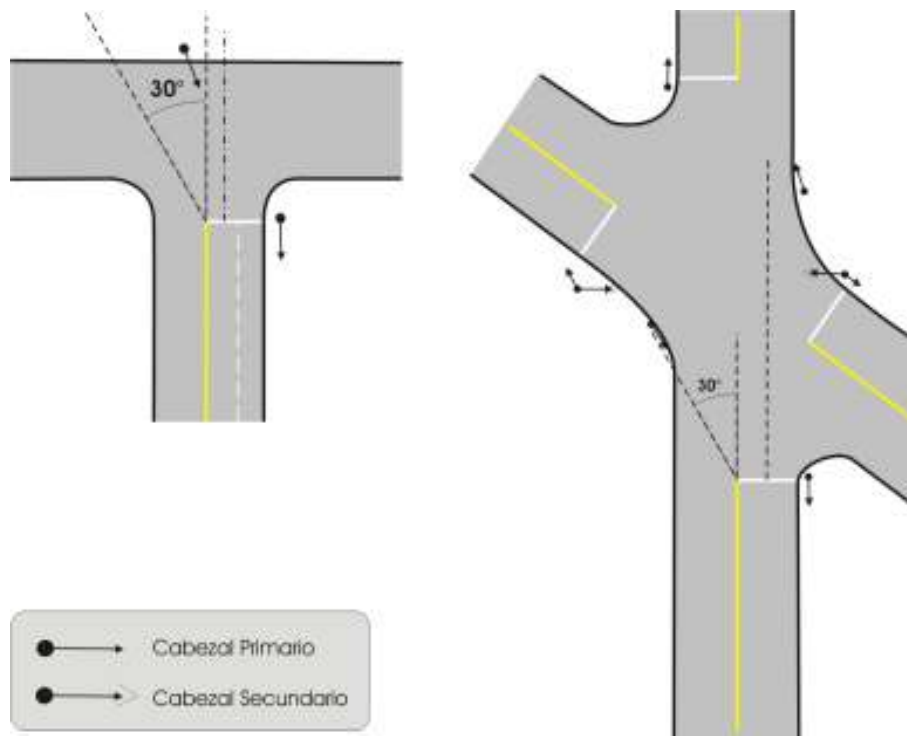


FIGURA 3.3-4 LOCALIZACIÓN TÍPICA DE CABEZALES

3.3.2.6 Configuración de postes y cabezales

a. Configuración de postes

La parte inferior de un semáforo montado en un poste o pedestal debe estar a no menos de 2,4 metros y no más de 4 metros del nivel de la acera o de no existir esta, del pavimento.

Si la visibilidad es deficiente se montara al cabezal en una mensula, báculo o brazo largo por sobre las pistas de circulación. La altura sobre el pavimento de la base del cabezal deberá estar comprendida entre 4,5 y 5,2 metros en este caso.

Con el objeto de evitar el contacto entre vínculos en movimiento y los postes que sustentan los cabezales, estos se ubicaran de modo que su parte mas saliente a menos de 4,5 metros del pavimento, se encuentre a no menos de 60 cm. del borde de la pista de circulación mas cercana

b. Cabezales vehiculares

Los cabezales destinados al control del trafico vehicular tendrán una configuración vertical de luces, las que incluirán por lo menos una roja, una amarilla y una verde, en ese orden desde arriba hacia abajo. En algunos casos será conveniente utilizar una o varias flechas verdes para precisar el o los movimientos que tienen derecho preferente de paso. En este caso dichas indicaciones se localizaran en forma adyacente a la luz verde, o la reemplazaran cuando todos los movimientos posibles desde la respectiva línea de detención estén controlados por indicaciones de flecha verde. las configuraciones recomendadas se indican en la Figura 3.3-5.

No se aceptara el uso de flechas luminosas de otro color en un cabezal. Se utilizaran dos diámetros nominales de los lentes de un cabezal, estos son 200 y 300 mm. De diámetro solo serán utilizados para las indicaciones de flecha verde según diseño indicado en la Figura 3.3-6 o para proveer en el cabezal vehicular de señales reglamentarias iluminadas interiormente y destinadas a ser operadas en determinados horarios o circunstancias, igualmente podrán usarse lentes de 300 mm. De diámetro para indicaciones en intersecciones con problemas especiales como interferencia inevitable de avisos u otras fuentes luminosas. El cabezal vehicular estará provisto de un tablero negro de respaldo cuya superficie mínima se define por los siguientes límites:

- 300mm. Sobre el centro del lente superior
- 280mm. A ambos lados de la línea de eje del cabezal.
- 260mm. Bajo el centro del (los) lente (s) inferiores

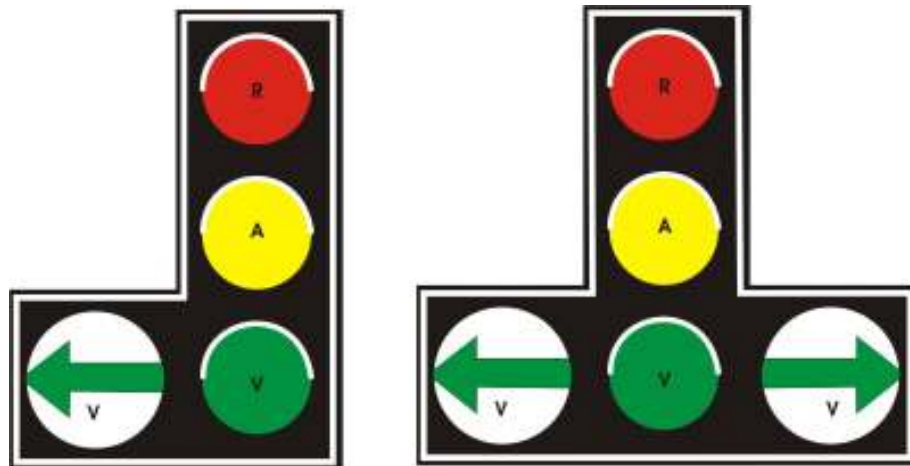


FIGURA 3.3-5 SÍMBOLOS Y CONFIGURACIONES DE CABEZALES VEHICULARES

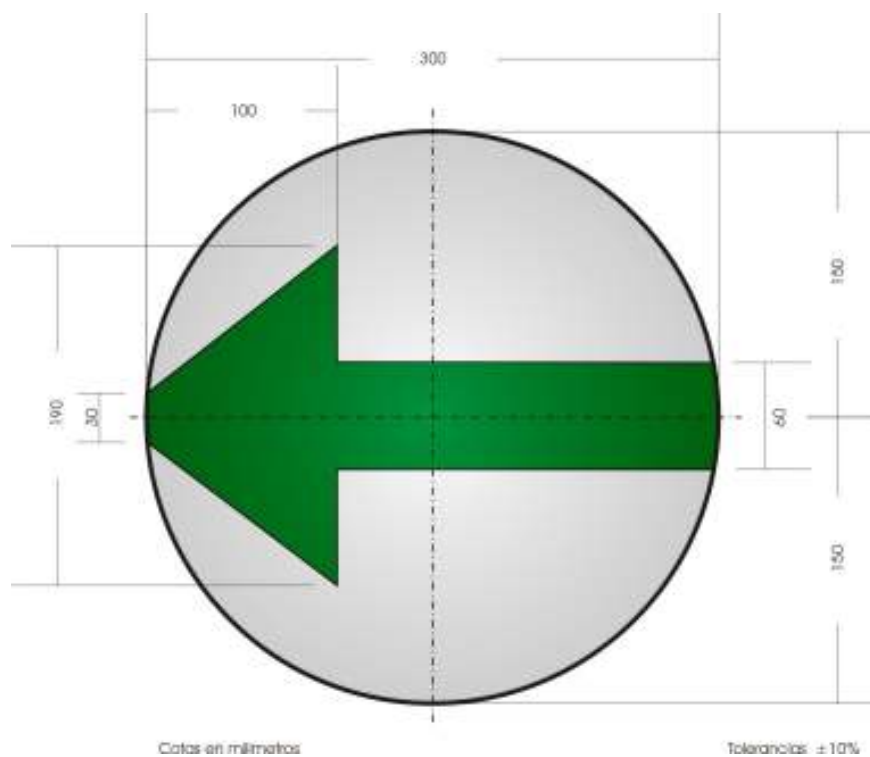


FIGURA 3.3-6 LENTES CON FLECHAS DE 300 MM. DE DIÁMETRO (12")

En el caso de existir lentes laterales, dicha placa se extenderá 230 mm hacia afuera y arriba del centro de dicho (s) lente (s).

La placa de respaldo estará provista de un borde blanco de 50 mm \pm 10% de ancho, en las esquinas tendrá un radio exterior de 50mm y un radio interior de 12.5 mm. El tablero deberá estar localizado aproximadamente en el mismo plano que los lentes, y cada lente estará provisto de la correspondiente visera.

Los cabezales, al igual que las caras y postes de los semáforos deben ser de color negro.

c. Cabezales peatonales

Los cabezales destinados a informar a los peatones sobre cuando se les concede derecho de paso tendrán una configuración vertical de luces según se indica en la Figura 3.3-7. No deberán ser provistos de placa de respaldo, pero si tendrán una visera corta. La fuente de luz para cada lente del semáforo será una ampolla del tipo halógeno de 12 (VI). El controlador del semáforo deberá estar provisto de Un dispositivo que disminuya la intensidad luminosa de todas las ampollas del semáforo en los horarios de bajo nivel de

luminosidad ambiental. Dicha función se efectuará disminuyendo el nivel de tensión con que estén energizados los cabezales del semáforo a 160 volts (RMS).

Al acercarse a una intersección los conductores deberán poder percibir todas las indicaciones de, al menos, dos cabezales vehiculares del semáforo a una distancia de 80 metros. Cuando el límite de velocidad sea mayor que 50 km/h. dicha distancia será de 200 metros, todo ello sin la presencia de neblina. En caso que esto no pueda lograrse, la presencia del semáforo deberá ser anunciada usando la señal preventiva correspondiente.

Durante el diseño e instalación de un semáforo deberá prestarse mucha atención al evitar la obstrucción de la visibilidad de todos los cabezales por letreros, avisos, árboles, etc. Igualmente será necesario retirar avisos y otras indicaciones que distraigan al conductor o puedan interferir con una adecuada percepción de las indicaciones presentadas en los cabezales.

No se aceptarán leyendas (PARE/SIGA, etc.) en ningún lente de un semáforo.

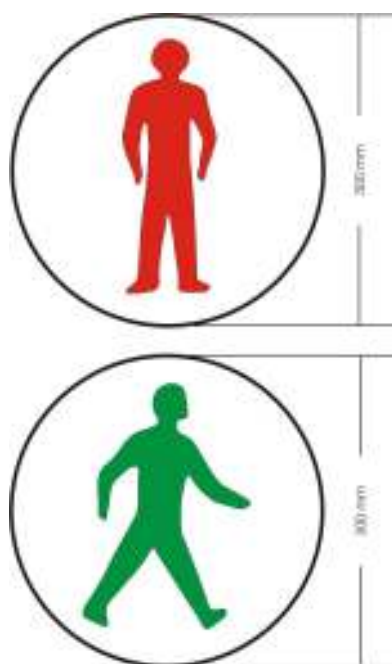


FIGURA 3.3-7 CABEZALES PEATONALES

3.4 MOVIMIENTO, FASES Y CICLOS

Los principios generales descritos en las secciones anteriores pueden usarse directamente en el diseño de intersecciones sencillas, por ejemplo de cuatro calzadas, pocos virajes a la izquierda, en las cuales dos tasas son suficientes para acomodar todos los movimientos.

Es conveniente, sin embargo, contar con las herramientas de análisis que permiten un estudio más acabado de intersecciones más difíciles y que pueden requerir un tratamiento más especial. La tecnología misma de los controladores de semáforos está cambiando bastante a raíz del uso creciente de microprocesadores electrónicos. Estos nuevos controladores permiten el diseño de planes de control de semáforos mucho más flexibles pero también más complejos que los sistemas convencionales.

Es importante entonces entender bien cómo se relacionan los movimientos, tasas y ciclos de un semáforo. Esto se detalla a continuación.

3.4.1 MOVIMIENTOS

La mejor manera de identificar un movimiento o corriente es mediante el comportamiento de las colas de vehículos en cada calzada de la intersección. Cada grupo de vehículos que puede caracterizarse por su dirección, uso de pistas y provisión de derecho a paso constituye un movimiento. Como puede verse la identificación de un movimiento no es independiente del programa de fases de la intersección.

Una fase del semáforo es aquel período durante el cual los movimientos que tienen derecho de paso no cambian; en otras palabras, durante una fase no hay cambios en los colores que presenta un semáforo. Los movimientos se describen primariamente de acuerdo con el derecho de paso que les corresponde por el diagrama de fases. Un mecanismo adicional para describir movimientos es el siguiente:

- el tránsito que usa una pista exclusiva se define como un movimiento.
- si hay pistas subutilizadas el tránsito que las usa constituye un movimiento separado.
- se coordina el tránsito en aquellas pistas que tienen igual grado de utilización (incluyendo pistas compartidas) y se considera que esos flujos constituyen un movimiento.

La primera regla (a) produce un alto número de movimientos. Estos pueden reducirse considerando la regla (c) y la limitación de la regla (b). Hay una interrelación directa entre la definición de movimientos y los flujos de saturación correspondientes. Si por alguna razón una pista se encuentra subutilizada (por ejemplo, los automovilistas pueden tratar de evitarla para no mezclarse con autobuses), el flujo de saturación correspondiente será menor y por lo tanto el flujo en esa pista no podrá combinarse con el de otra pista siguiendo la regla (c).

3.4.2 FASES

Una fase es un estado de un semáforo en el cual uno o más movimientos reciben derecho de paso. Las fases se definen de manera tal que cuando hay cambio en el derecho de paso (un movimiento se detiene y otro(s) parte(n)) hay un cambio de fase. Una fase se identifica por el dar derecho de paso al menos a un movimiento al principio de ella y el quitar derecho de paso al menos a un movimiento al final de la misma.

Si un movimiento recibe derecho de paso durante más de una fase, éste se llama un movimiento traslapado. La Figura 3.4-1, muestra una intersección sencilla operando en tres fases (A, B, C).

Se han identificado en ella 4 movimientos siguiendo las reglas anteriores. El movimiento 1 es un movimiento traslapado o de traslazo, ya que recibe derecho de paso en las fases A y B. El resto son movimientos sencillos o no traslapados.

Cabe hacer presente que dos de las pistas provenientes del oeste han sido agrupadas en el movimiento 1 y las dos pistas provenientes del este en el movimiento 3.

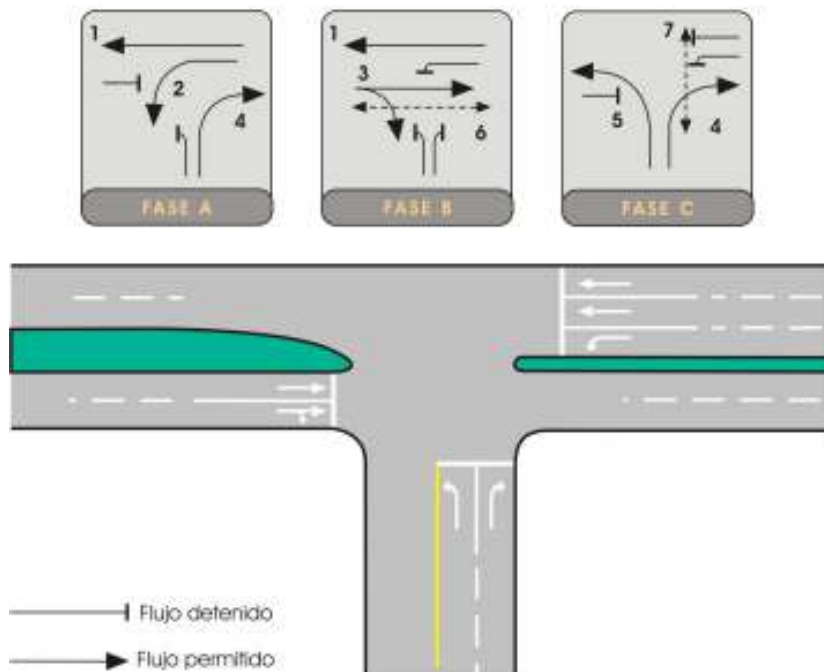


FIGURA 3.4-1 EJEMPLO DE UNA DIAGRAMACIÓN DE FASES Y PLANTA DE UNA INTERSECCIÓN

Un sistema de fases puede describirse por una matriz de movimientos y fases. En esta matriz para cada movimiento se identifica la fase que inicia su derecho de paso y la fase que lo termina. Para el ejemplo, Figura 3.4-1, esta matriz se presenta en el cuadro.

TABLA 3.4-1 MATRIZ DE FASES Y MOVIMIENTOS

Movimiento	Fase de inicio	Fase de término
1	A	C
2	A	B
3	B	C
4	C	B

El diseño de un sistema de fases depende del diseño geométrico de la intersección (el número de calzadas y su relación física) y la cantidad de virajes, en especial a la izquierda. El objetivo del diseño de fases es minimizar accidentes (mediante la reducción de problemas entre los movimientos, y maximizar la eficiencia operativa de la intersección reduciendo demoras, colas, detenciones, etc).

Dos tipos de problemas son de importancia en una intersección: los problemas de cruce y los de entrelace o enlace. Los problemas de cruce son en general más peligrosos y deben evitarse en una fase. Sólo cuando los virajes a la izquierda son pequeños puede aceptarse la existencia de problemas de cruce durante una fase. El evitar totalmente los problemas de cruce en una intersección puede requerir un número demasiado grande de fases, y no operar eficientemente en términos de demoras. No pueden entregarse reglas rígidas para la eliminación de problemas. El ingeniero o diseñador deberá usar su juicio y experiencia para escoger el esquema de fases que mejor combine seguridad y eficiencia en cada caso.

3.4.2.1 Virajes

Un aspecto importante del diseño de fases es el tratamiento que se dé a los virajes, ya sea obstaculizado (generalmente a la izquierda o a la derecha con fuerte flujo peatonal cruzado) o libres. Las fases que permiten virajes obstaculizados resuelven los problemas mediante reglas de prioridad, por ejemplo, el vehículo que vira a la izquierda Cede el paso al vehículo que viniendo de la calzada opuesta sigue derecho.

El permitir virajes obstaculizados en una fase es una solución eficiente si se utiliza cuando los requerimientos básicos de capacidad se satisfacen. Esto ocurre cuando hay suficientes intervalos en el flujo obstaculizador como para permitir los virajes, y hay suficiente espacio para albergar a la cola de los vehículos que desean virar mientras esperan para aprovechar estos intervalos. Al mismo tiempo se requiere que se cumplan algunos requisitos de seguridad básica, como ser suficiente visibilidad, distancia de cruzamiento aceptable (generalmente no más de 2

pistas), velocidades razonables. Si estas condiciones no se cumplen será necesario permitir sólo virajes libres y controlar los virajes problemáticos mediante fases especiales.

En algunos casos, un movimiento problemático (viraje a la izquierda) puede hacer uso de dos fases, una en que el viraje no está obstaculizado y otra en que lo está. Esto puede lograrse en la práctica de dos maneras. En el primer caso se da el paso a los vehículos que viran antes que al movimiento que los obstaculizaría. Esta modalidad de viraje primero o viraje adelantado se conoce también como liberación retrasada, en este caso1 referida al movimiento obstaculizador.

La segunda opción consiste en detener el movimiento obstaculizador primero y permitir que el viraje continúe por un tiempo. En este caso, esta segunda fase puede llamarse de detención adelantada o viraje atrasado. Ambos sistemas se presentan en Figura 3.4-2.

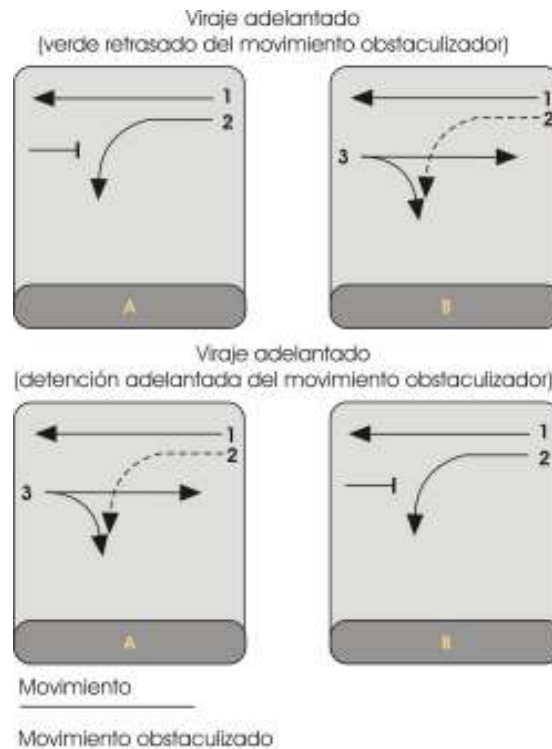


FIGURA 3.4-2 CONFIGURACIÓN TRADICIONAL DE FASES PARA VIRAJE ADELANTADO Y VIRAJE RETRASADO EN UNA INTERSECCIÓN EN T

Estas dos modalidades tienen ventajas y desventajas.

El sistema de viraje primero o viraje adelantado puede no ser eficiente si muchos vehículos desean virar a la izquierda en la fase siguiente y no pueden hacerlo debido a la ausencia de intervalos en el movimiento obstaculizador. Estos tendrán que esperar casi un ciclo completo para poder virar. Con el sistema de viraje atrasado/detención adelantada, este problema no se produce pero hay un riesgo mayor de accidentes en intersecciones en cruz donde hay dos virajes opuestos a la izquierda. En este caso es conveniente detener los dos movimientos de giro y permitir sólo los virajes en la fase detención adelantada. Ver Figura 3.4-3. Este esquema se llama a veces viraje en diamante.

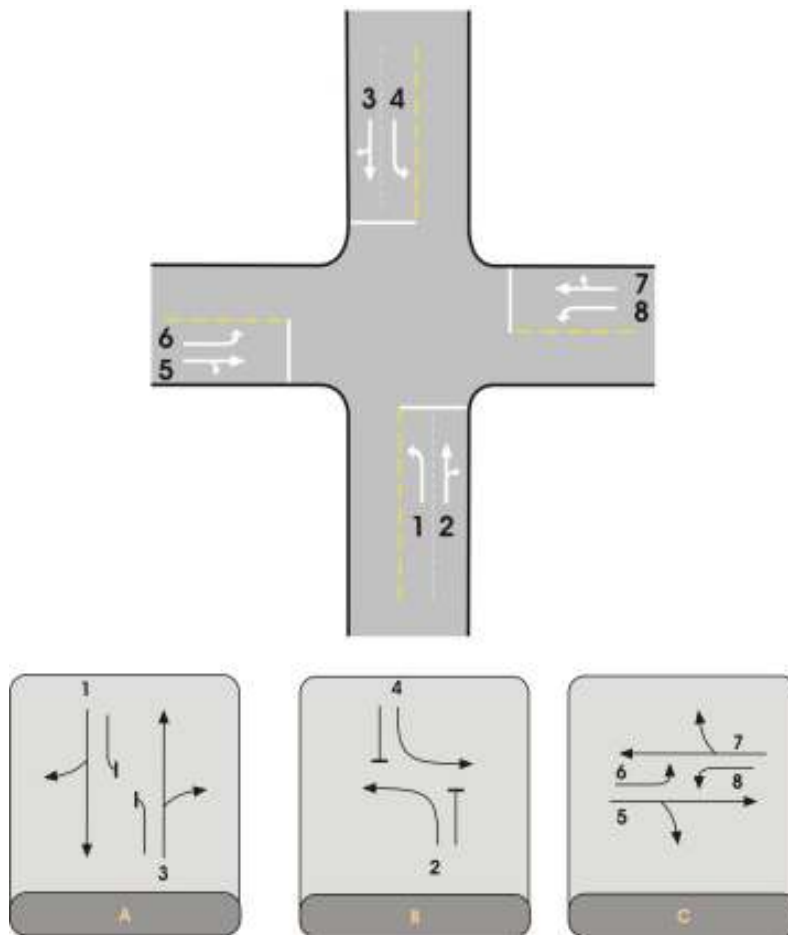


FIGURA 3.4-3 INTERSECCION EN QUE TODOS LOS MOVIMIENTOS A LA IZQUIERDA SE CONTROLAN SEPARADAMENTE

3.4.2.2 Prohibición de virajes a la izquierda

En general son los virajes a la izquierda los que generan la mayor cantidad de problemas en una intersección. Estos problemas son más graves si los virajes se ven obstaculizados por vehículos que siguen derecho en la dirección contraria o por peatones que cruzan la calzada lateral. Normalmente en estos casos se prohíben los virales a la izquierda. Sin embargo, es necesario considerar que rutas usarán los vehículos que antes viraban a la izquierda, presentándose los siguientes casos:

No hay alternativa, dado que hay restricciones a virar a la izquierda en las intersecciones vecinas y no hay rutas que requieran sólo virajes a la derecha.

Las rutas alternativas se basan en virajes a la izquierda en otras intersecciones en cuyo caso sólo se ha trasladado el problema sin resolverlo.

- Las rutas alternativas se basan en virales a la derecha. En este caso es probable que la nueva ruta sea bastante más larga que la anterior y por lo tanto aumente el consumo de combustible y contaminantes. Además es probable que pase por zonas residenciales las que se vean perjudicadas por el aumento de los flujos (y accidentes).

Para estos casos es recomendable estudiar soluciones que no prohíban el viraje a la izquierda, tales como:

- Alargar la duración del ciclo e introducir fase(s) especial(es) para virales considerar el reemplazo del semáforo por una rotonda de diámetro pequeño.
- considerar un grupo de intersecciones vecinas y modificarlas de modo que se permitan rutas más razonables.
- estudiar si es posible ensanchar las calzadas, de modo de aumentar el número de pistas y permitir la acumulación de vehículos que desean virar en espera de la fase correspondiente.

En general, no conviene prohibir virajes a la izquierda si la ruta alternativa requiere que el vehículo pase dos veces por la misma intersección. Esto ocurre cuando se lleva al vehículo a realizar un movimiento en el que pasa por la misma intersección primero en una dirección y luego de virar 3 veces a la derecha pasa por la intersección misma.

3.4.3 CICLOS

El ciclo de un semáforo es la secuencia completa de sus fases. Una manera útil de representar un ciclo es mediante un diagrama como en la Figura 3.4-4. El tiempo que transcurre entre el fin del período verde de una fase y el comienzo del verde de la fase siguiente se llama entreverde (E). Este consiste del período amarillo y de un período todo rojo.

Es costumbre identificar el comienzo y final de cada fase mediante los tiempos de cambio de fase. En general el momento más claro a definir es el fin de una fase cuando un período verde cambia a amarillo. Este tiempo (E) coincide necesariamente con el tiempo al cual la fase siguiente comienza (F). El tiempo entreverde (E) se define entonces como perteneciente a la fase que acaba de comenzar, ver Figura 3.4-5. Si el superíndice 1 ó 2 se omite, se supone que se trata del comienzo de la fase correspondiente.

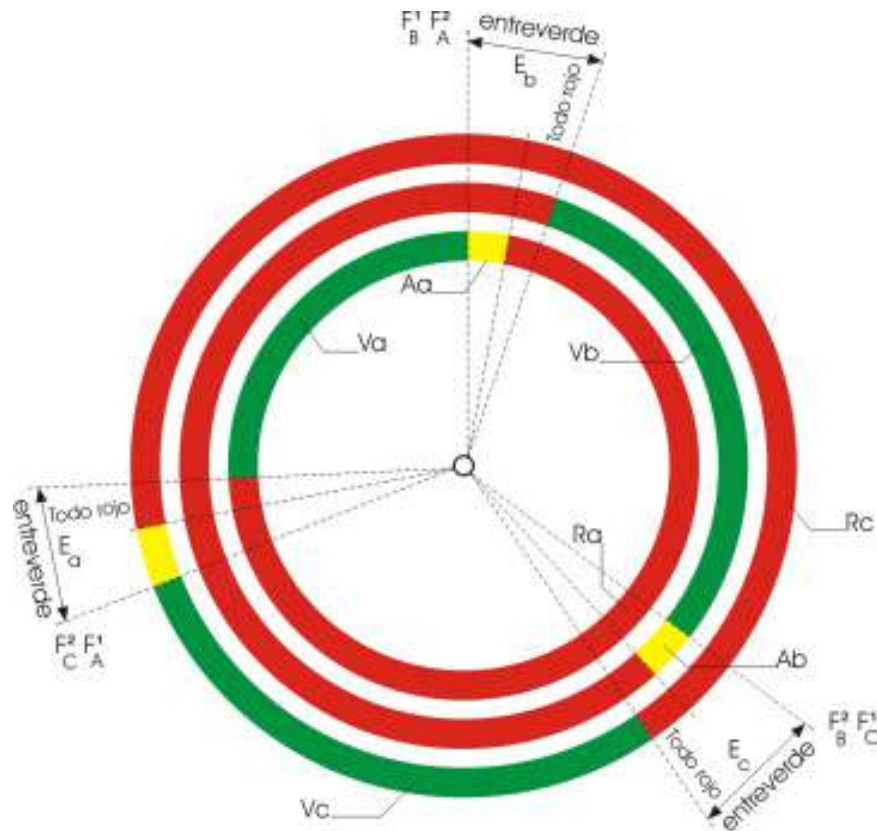


FIGURA 3.4-4 DIAGRAMA DE CICLO Y FASES

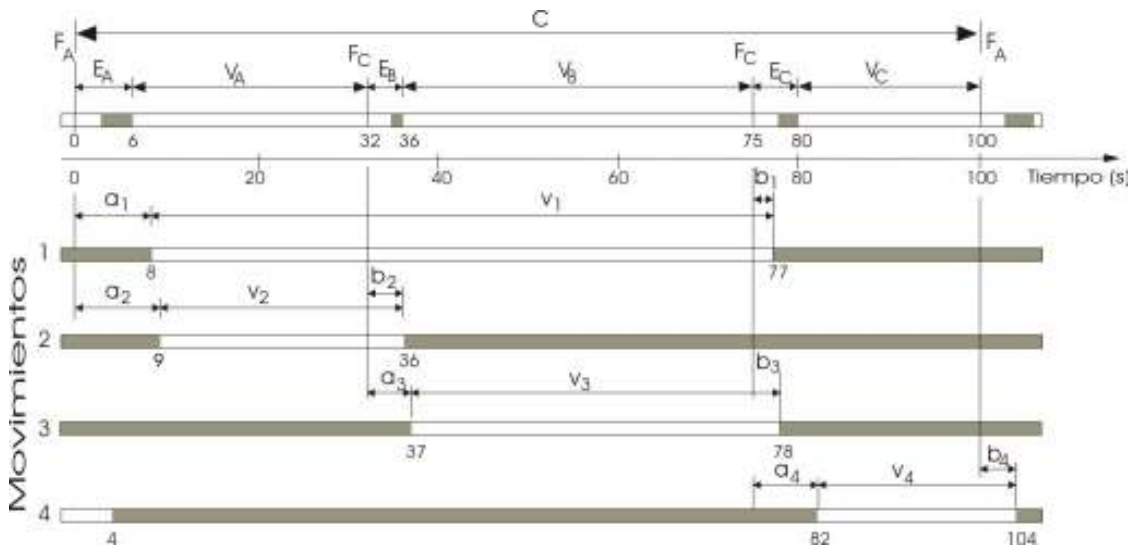


FIGURA 3.4-5 DIAGRAMA DE TIEMPOS PARA EJEMPLO

Una fracción de un ciclo completo no tendrá ningún período en verde, presentado ya sea amarillo o todo rojo (en otras palabras entreverde). El tiempo total de entreverde en un ciclo se puede representar por la letra E sin subíndice. Si el verde presentado por una fase i es v, esta fase termina en el instante.

$$F_1^1 = F_2^2 + E_i + V_i \tag{343.1}$$

El diagrama de ciclo y fase puede construirse dando arbitrariamente el valor cero al comienzo del cambio de fase A. La duración del ciclo está dada por:

$$C = \sum_i (E_i + V_i) \tag{343.2}$$

Es decir, la suma de todos los períodos de entreverde y de verde presentado.

3.4.4 ANÁLISIS DE UN MOVIMIENTO

Se presenta aquí una descripción más detallada de los elementos más importantes de un movimiento.

a. Flujo de saturación y verde efectivo

El modelo básico supone que cuando un período cambia a verde el flujo a través de la línea de detención aumenta rápidamente hasta alcanzar un nivel llamado flujo de saturación S. Este nivel permanece constante hasta que la cola que afectaba al movimiento correspondiente desaparezca, o hasta el fin del periodo verde si la fase se encontraba saturada. La tasa de partida o flujo unitario es menor al comienzo del período verde ya que algunos vehículos tardan en acelerar. Al mismo tiempo, al final del período verde algunos vehículos tardan en reaccionar y utilizan parte del amarillo y aún rojo.

El flujo de saturación entonces es el máximo flujo que puede obtenerse cuando hay una cola. La Figura 3.4-6 presenta un período verde saturado.

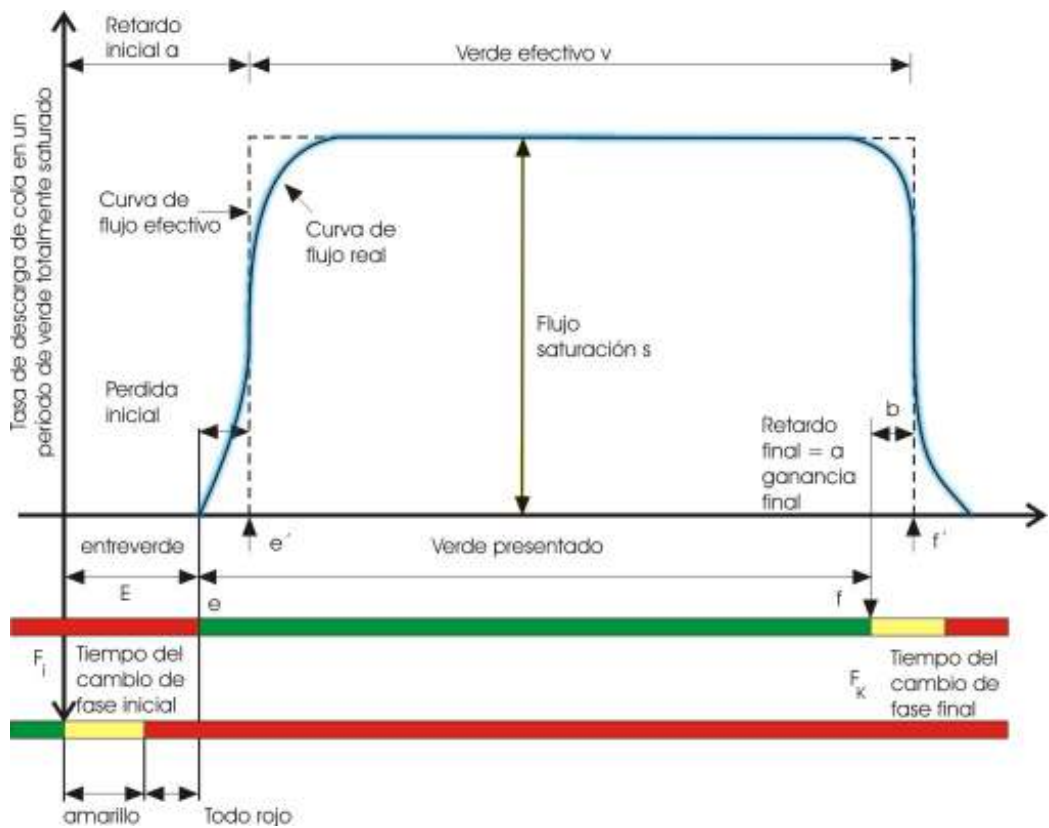


FIGURA 3.4-6 MODELO BASICO Y DEFINICIONES

Como lo indica la línea de puntos el modelo básico reemplaza los flujos reales por un flujo equivalente. Este corresponde a un rectángulo cuya altura corresponde al flujo de saturación s v del rectángulo correspondiente.

El tiempo que transcurre entre el comienzo del verde mostrado y el comienzo del verde efectivo (ee') se llama pérdida inicial. El tiempo que transcurre entre el fin del verde mostrado y el fin del verde efectivo se llama ganancia final (ff'). De esta manera el verde efectivo para un movimiento es igual al verde mostrado más la ganancia final y menos la pérdida inicial.

$$V_i = V_i + ff' - ee' \tag{344.1}$$

b. Retrasos iniciales y finales

Hay que tener en cuenta que en el diseño de un ciclo óptimo son los verdes efectivos y no los verdes mostrados los que se toman en cuenta. Por supuesto existe una relación estrecha entre unos y otros y por ello es conveniente discutir su determinación en función de ciertos puntos de referencia. A esta altura vale la pena tener en cuenta los requerimientos de sistemas de semáforos coordinados. Por ello se han adoptado definiciones que son compatibles con estos requerimientos y que permitirán una transición fácil. Las definiciones que siguen se basan en los tiempos de cambio de fase F .

Se define como retraso inicial (a) a la suma del entreverde del movimiento y su pérdida inicial ($a = E_i + ee'$). Se define como retraso final a la ganancia final ($b = ff'$). De acuerdo con estas definiciones el comienzo y fin del verde efectivo vienen dados por $F_1 + a$ y $F_2 + b$. En general $a > b$ debido a la importancia del entreverde.

c. Tiempo desaprovechado de un movimiento

El tiempo desaprovechado o perdido de un movimiento se define como la diferencia entre los retrasos iniciales y finales.

$$I_i = a_i - b_i \tag{344.2}$$

Por ello, el tiempo perdido de un movimiento es igual al entreverde más la pérdida inicial menos la ganancia final. A menudo puede suponerse que la pérdida inicial y la ganancia final son aproximadamente iguales. En ese caso el tiempo perdido es igual al entreverde correspondiente. Para intersecciones que no son simples es necesario considerar estas ganancias y pérdidas explícitamente. En general.

$$V_i + I_i = V_i + E_i \quad (344.3)$$

d. Entreverde

El valor del período entreverde debe permitir a los vehículos despejar la intersección. Por ello el entreverde debe depender del ancho de la intersección y de la velocidad de los vehículos que la usan. El rango normal del entreverde es entre 4 y 8 segundos. El mínimo debe estar compuesto de 3 segundos de amarillo y 1 de todo rojo.

Cuando una intersección requiere un entreverde mayor de 4 segundos éste puede alargarse mediante un amarillo más largo, un todo rojo más largo o una combinación de ambos (hasta un máximo de 8 segundos). El alargar el período amarillo puede tentar a conductores a continuar y por ello se recomienda que el alargamiento del entreverde se base, desde el punto de vista de la seguridad, en alargar fundamentalmente el período todo rojo.

El mínimo normal de 4 segundos para el entre- verde es aplicable así:

- el ancho de la intersección es no mayor a 10 metros.
- si los virajes a la izquierda están prohibidos o cuentan con una tase especial.
- si los peatones no requieren un período totalmente libre de vehículos para cruzar con seguridad.

Si alguna de estas condiciones no se cumple, se puede estudiar el tiempo necesario para despejar la intersección de vehículos.

Identificar primero los puntos de conflicto potencial. Por ejemplo en la Fig. 3.4-7 interesan solamente la suma de las distancias críticas para un riesgo de accidente. Al término del verde mostrado en la dirección Este - Oeste las distancias que interesan son AF - BF y CH - DH. Escoger la mayor de estas distancias para ese cambio de fase y agregar 1 segundo por cada 9 metros en exceso sobre el mínimo de 10 metros.

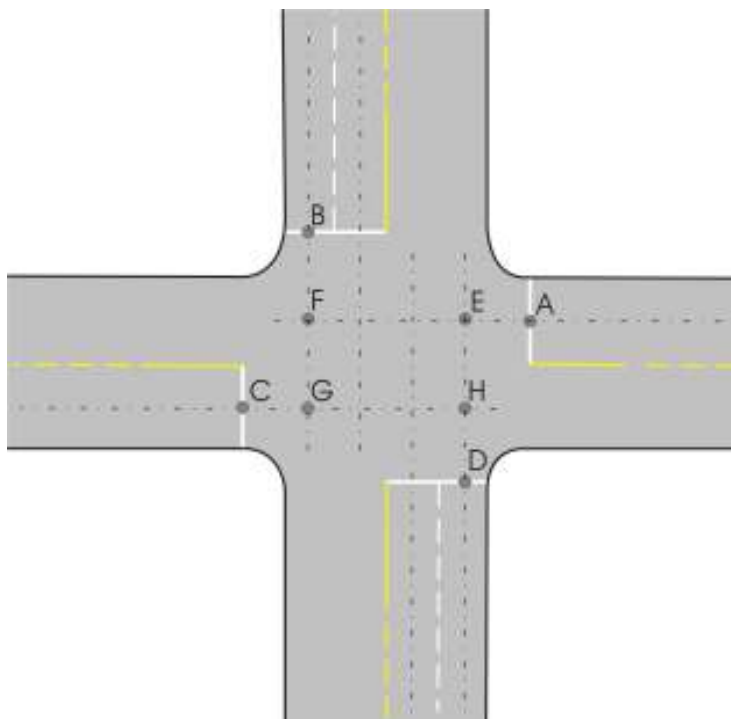


FIGURA 3.4-7 ZONA DE PROBLEMAS POTENCIALES DE UN CAMBIO DE FASE

- cuando las distancias críticas son muy grandes (x 30 metros) o la velocidad de los vehículos es poco usual, se pueden usar con los valores recomendados en paréntesis, la siguiente fórmula:

$$E = t_p + 0.5 M / d + \left(\frac{x + l_v}{M}\right) \quad (344.4)$$

t_p = Tiempo de reacción del conductor (1 seg.)

M = Velocidad del vehiculo en metros por segundos

d = Desaceleración del vehiculo (4.6 m/seg.²)

l_v = Longitud típica del vehiculo (6m.)

Remplazando los valores recomendados

$$E = 1 + 0.03W + (3.6x + 21.6) / w \quad (344.5)$$

Donde W = Velocidad del vehiculo en km/hr.

Por ejemplo:

X = 40m

W = 35 km/hr.

$$E = 1 + 0,03 \times 35 + (3.6 * 40 + 21.6) / 35$$

$$E = 6.8 \text{ Seg.}$$

- Uno o dos segundos extra de entreverde pueden ayudar a despejar la intersección de vehículos que tratan de virar a la izquierda.
- La mejor manera de calcular el período de entreverde es observar el tiempo que requieren los vehículos para despejar la intersección cuando hay un cambio de fase)

e. Movimientos críticos

En el diseño de los tiempos de un semáforo es importante otorgar a cada movimiento tiempo suficiente como para que en promedio toda la demanda de ese movimiento pueda pasar en cada ciclo. Por supuesto, es posible que debido a variaciones menores en el tiempo la cola correspondiente no pueda ser despejada en un número reducido de ciclos.

En cada intersección habrá ciertos movimientos que requieren mayor tiempo en las tasas correspondientes. Estos movimientos se llaman movimientos críticos (o movimientos representativos). Si cada movimiento crítico recibe suficiente verde efectivo, entonces todos los movimientos tendrán suficiente capacidad y la intersección no estará saturada.

La identificación de los movimientos críticos es más sencilla si no hay movimientos traslapados (es decir que usen más de una fase). En este caso habrá un movimiento crítico o representativo por fase, y éste será aquel que requiera el tiempo mayor en la fase. El tiempo requerido por movimiento crítico viene dado por $(v + 1.)$, verde efectivo más tiempo perdido.

Cuando hay movimientos traslapados es necesario usar un diagrama de búsqueda del movimiento crítico, el cual se describe en el Anexo E.

3.4.5 TIEMPO PERDIDO DE UN CICLO

La duración de un ciclo puede calcularse como:

$$C = \sum_{crit} (v_i + I_i) \quad (345.1)$$

Es decir, la suma de los tiempos requeridos por los movimientos críticos. De manera similar el tiempo total perdido por ciclo está dado por:

$$L = \sum_i I_i \quad (345.2)$$

Otra vez suma de tiempos perdidos por movimiento crítico.

Es importante enfatizar que dada la estrategia de diseño adoptada en este Manual, el tiempo perdido total se refiere a la suma de los tiempos perdidos por movimiento crítico, y no necesariamente por fase (sería tiempo perdido por cambio de fase si hubiera un movimiento crítico por fase). Por ejemplo si en la intersección de la Figura 3.4-8 los movimientos críticos son 1 y 4 el tiempo perdido total es $L = l_1 + l_4$ (excluye Eb); alternatively, si los movimientos críticos son 2, 3 y 4, entonces el tiempo perdido total $L = l_2 + l_3 + l_4$ incluye todos los entreverdes.

La determinación de los movimientos dependerá de los flujos de cada movimiento y de los flujos de saturación correspondiente

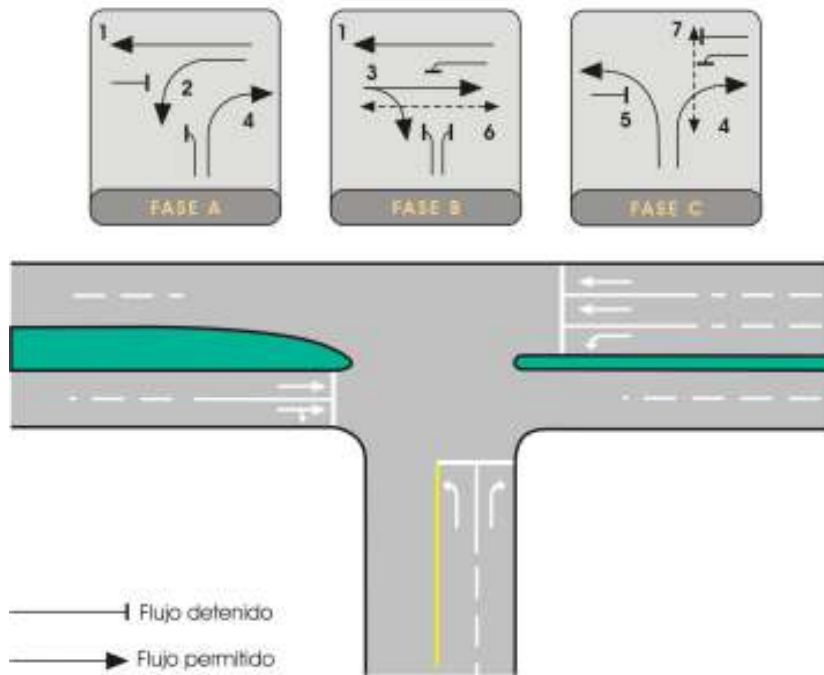


FIGURA 3.4-8 EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DE FASES Y PLANTA DE UNA INTERSECCIÓN

3.4.6 CAPACIDADES Y TASAS DE SATURACIÓN

3.4.6.1 Capacidad de un movimiento

La capacidad de un movimiento depende fundamentalmente del flujo de saturación correspondiente s y de la proporción del ciclo que ofrece verde efectivo a ese movimiento. Entonces la capacidad Q es:

$$Q_i = S_i \cdot v_i / C \tag{346.1}$$

La proporción de tiempo de un ciclo que ofrece verde efectivo al movimiento es:

$$u_i = v_i / C \tag{346.2}$$

Y se llama tasa de verde efectivo. Otro indicador útil en la descripción de un movimiento es la tasa de flujo del movimiento.

$$y_i = q_i / s_i \tag{346.3}$$

Donde q es la demanda o flujo correspondiente al movimiento en cuestión. La tasa o grado (x) de saturación del movimiento es el cociente entre flujo de llegada y capacidad.

$$x_i = q_i / Q_i = q_i C / s_i v_i = y_i / u_i \tag{346.4}$$

La tasa de flujo puede considerarse como una constante que representa la demanda, mientras que la tasa de verde efectivo "u" es un parámetro de control que representa la oferta. El grado de saturación es la tasa que relaciona ambos valores. Es necesario diseñar de manera que

$$Q_i > q_i \text{ o } x_i < 1 \text{ para todo movimiento } i \quad (346.5)$$

es decir $s_i v_i > q_i C$ o $u_i > Y_i$

Es siempre posible aumentar la capacidad de un movimiento mediante un aumento de la tasa de verde efectivo que se le asigna. Este mejoramiento, sin embargo, requiere disminuir la tasa verde efectivo de aquellos movimientos que no tienen derecho de paso al mismo tiempo.

3.4.6.2 Capacidad de una intersección

Si las tasas de verde efectivo y las tasas de flujo se suman para todos los movimientos críticos se tendrá:

$$U = \sum_{crit} u_i > \sum_{crit} y_i = Y \quad (346.6)$$

Donde

U = tasa de verde efectivo para la intersección

Y = tasa de flujo para la intersección

También $U = (C-L)/C$

El grado de saturación de la intersección X se define como el grado de saturación máximo entre los movimientos (críticos) de una intersección. Una estrategia común en el diseño de semáforos es adoptar el mínimo grado de saturación posible para una intersección. Es fácil ver que esto requiere adoptar una solución en que los grados de saturación de cada movimiento crítico son iguales

$$x_1 = x_2 = x_3, \dots = X \quad (346.8)$$

El grado de saturación de una intersección puede calcularse sin necesidad de calcular tiempos de verde

$$X = Y \cdot c / (C - L) \quad (346.9)$$

Ya que X se ha definido como el máximo de los grados de saturación de cada movimiento la condición $X < 1$ satisface también la condición $x_i < 1$ para cada movimiento crítico. Si estas condiciones no se cumplen la intersección se encontrará sobresaturada y las colas correspondientes crecerán ciclo tras ciclo. Es obvio que estas condiciones son sólo aceptables por períodos cortos y en general no pueden considerarse en un nuevo diseño.

3.4.6.3 Grado práctico de saturación

No se acostumbra a diseñar una intersección con un grado de saturación igual a 1.0 en su cercanía inmediata. Una intersección en esa situación operará en forma muy inestable. Pequeñas variaciones en los flujos producirán condiciones de sobresaturación. Sobresaturación se presentará también si hay situaciones que disminuyen la capacidad del semáforo, por ejemplo un vehículo detenido por unos minutos, un accidente, etc.

Como una manera de evitar estas condiciones inestables se adopta generalmente un grado práctico de saturación X_p entre 0.8 y 0.9

Este Manual recomienda usar un valor $X_p = 0.9$, siempre que:

- el período de diseño ha sido elegido adecuadamente y considera el crecimiento esperado de la demanda.
- se plantea poner al día el diseño del semáforo dentro del plazo recomendado (2 años).
- las características de demanda de la hora de demanda máxima no sean excepcionales. Por ejemplo si se sabe que existe un período de 20 minutos dentro de dicha hora en que el flujo es excepcionalmente alto, conviene tomar como norma de diseño un grado de saturación de 0.85 o aún 0.8.
- si hay muchas limitaciones puede usarse $X_p = 0.95$, como máximo absoluto para diseñar en condiciones no saturadas.

3.5 FLUJOS DE SATURACIÓN

Los flujos de saturación deben medirse en vehículos reales por hora y no automóviles directos equivalentes.

Se recomienda que los flujos de saturación se obtengan experimentalmente usando la técnica descrita en el Anexo E. Si esto no es posible el Tópico 3.2.2 describe un método general para estimar flujos de saturación a partir de valores estándar para los Automóviles Directos Equivalentes (ADE) que corresponden a diferentes condiciones de una intersección. Las recomendaciones de ese Tópico 3.2.2. son aplicables a la gran mayoría de las intersecciones. El resto de esta sección está destinado a discutir algunas condiciones que podrían presentarse en intersecciones excepcionales.

3.5.1 VIRAJES OBSTACULIZADOS

La Tabla 3.2-1 presenta los Automóviles Directos Equivalentes (ADEI para virajes e1). Estos valores son válidos como una primera aproximación en el caso de virajes obstaculizados. Estos virajes se presentan en los siguientes casos:

- Virajes a la izquierda obstaculizados por vehículos que siguen derecho en la dirección opuesta.
- Virajes a la derecha o izquierda obstaculizados por peatones con derecho de paso.
- Virajes a la izquierda bajo la condición vire a izquierda con luz roja y sin prioridad.

En cada caso los vehículos que viran se filtran a través de los claros en el flujo obstaculizador. La existencia de estos claros dependerá en general de la existencia del flujo no saturado en el movimiento obstaculizador.

3.5.1.1 Pista compartida

En este caso los vehículos que viran obstaculizados comparten la misma pista con otros vehículos que no están obstaculizados. El nuevo valor e_j se calcula de:

$$e_j = \frac{0.5 v_i}{s_u \cdot v_u + n_f} \quad (351.1)$$

Donde:

e_j = Automóviles directos equivalentes

v_i = verde efectivo para movimiento obstaculizado (seg)

s_u = Flujo de saturación para el viraje, este se obtiene de la Figura 3.5-1 como función del flujo obstaculizador en la parte no saturada de su movimiento (veh/seg)

v_u = parte no saturada del movimiento obstaculizador (seg.) se obtiene de la ecuación (351.2)

$s_u v_u$ = numero de vehículos (por ciclo) que pueden virar durante el periodo v_u

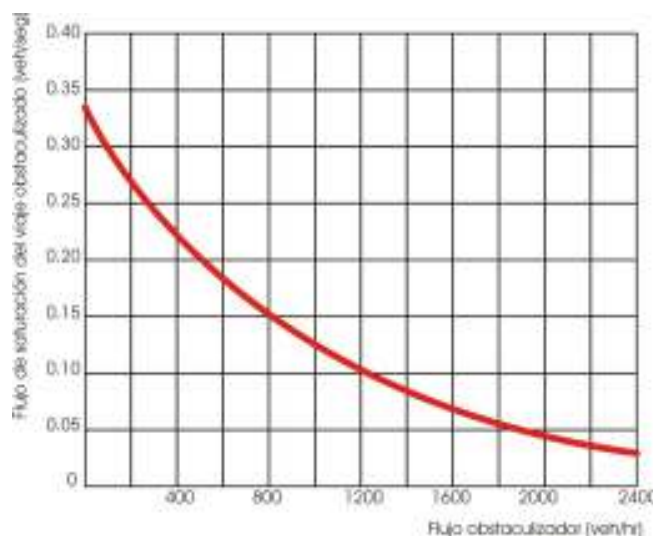


FIGURA 3.5-1 FLUJO DE SATURACION DE VIRAJE OBSTACULIZADO

n_f = número de vehículos pueden virar durante el verde que sigue el final pendiente.

La constante 0.5 es un aproximación al flujo básico de saturación en ADAS (0.5 ADA seg. = 1800 ADA/h.)

La parte no-saturada de un movimiento obstaculizador se puede calcular de

$$v_u = \frac{S * v - q * c}{s - q} \quad (351.2)$$

Donde:

$$\left. \begin{array}{l} q = \text{flujo en veh/seg} \\ s = \text{saturación de flujo} \\ \text{(veh/seg)} \\ v = \text{verde efectivo (seg)} \\ c = \text{duración del ciclo (seg)} \end{array} \right\} \text{Para el movimiento obstaculizado}$$

La ecuación (351.2) es solo valida para movimientos no saturados, es decir $sv > qc$ o $x < 1$. Si el movimiento esta saturado considérese $v_u = 0$

Cabe señalar que el verde efectivo ven este caso no es necesariamente igual al verde efectivo del movimiento obstaculizado debido a que: a) los tiempos perdidos pueden ser diferentes, o b) el movimiento obstaculizado puede ser traslapado.

El valor n_f puede medirse con facilidad en terreno y tiene bastante importancia cuando el movimiento obstaculizador se acerca a los niveles de saturación. Como una primera aproximación solamente puede usarse el valor $n_f - 1.5$ veh/ ciclo. Si el movimiento obstaculizante es traslapado puede ser que el valor más realista sea $n_f = 0$ Cuando exista más de un movimiento obstaculizador es necesario considerar aquel que sea más crítico, es decir y menor, en los cálculos. Sin embargo, 5 debe calcularse como la suma de los dos flujos obstaculizadores.

3.5.1.2 Pista exclusiva

El método en este caso es análogo al anterior, ya que el coeficiente e_i puede calcularse de las ecuaciones (451.1) y (451.2) Alternativamente el flujo de saturación para el viraje obstaculizado puede leerse de la Fig. 4.18 y el verde efectivo para ese movimiento se calcula como:

$$V_o = v_u + (n_f / s_u) \quad (351.3)$$

El tiempo perdido correspondiente a usarse en la identificación de movimientos críticos y el cálculo de fases es:

$$l_o = (V + E) - v_o \quad (351.4)$$

Donde $(V + E)$ es la suma de verde mostrado y entreverde para el movimiento obstaculizador.

3.5.1.3 Cálculos iterativos

Las ecuaciones (351.1) y (351.2) indican que el flujo de saturación para movimientos obstaculizados depende de la duración de las fases del semáforo, las que a su vez dependen de los flujos de saturación, incluyendo el del viraje obstaculizado. Esto requiere que el cálculo del semáforo se realice en forma iterativa y por aproximaciones sucesivas.

Se recomienda que como una primera aproximación se parta suponiendo que ningún viraje es obstaculizado por otros movimientos. Esto facilitará un primer cálculo de ciclos y fases los que a su vez permitirán un cálculo de las características de los virajes obstaculizados. Este cálculo permitirá una nueva estimación de ciclos y fases. Los cálculos deberán repetirse hasta que no se produzcan diferencias mayores en dos iteraciones sucesivas.

Si los virajes obstaculizados son una proporción pequeña del movimiento en una pista compartida se puede usar directamente los valores del Tabla 3.2-1 ya que e_i no variará mayormente.

3.5.2 UTILIZACIÓN DE PISTAS

Es posible que no todas las pistas de una calzada de pistas múltiples estén igualmente bien utilizadas. La sub-utilización de una o más pistas tiene importancia en el cálculo de un semáforo. Es conveniente tomar medidas para evitar la sub-utilización de pistas cuando esto sea posible. En general los conductores escogerán pistas en una intersección tomando en cuenta:

- i) El destino o salida de la intersección que interesa al conductor. Esto se refleja en la elección de pistas para viraje o paso directo.
- ii) La demora que el conductor estime que incurrirá si elige una pista en particular. Esta dependerá del largo y composición de la cola (Vehículos pesados, virajes obstaculizados) y de la interferencia generada por vehículos estacionados, paraderos del transporte público, etc.

Es muy importante, cuando se sospeche la existencia de sub-utilización de pistas, el hacer observaciones directas en terreno. La Figura 3.5-2 presenta algunos casos comunes en que puede producirse esta sub-utilización.

El método recomendado por este Manual en el caso de sub-utilización de pistas es el describir el tránsito asociado a esa pista como un movimiento independiente. Esto requiere conocer los flujos por pista en la intersección, al menos para el caso de la calzada que contiene la pista sub-utilizada.

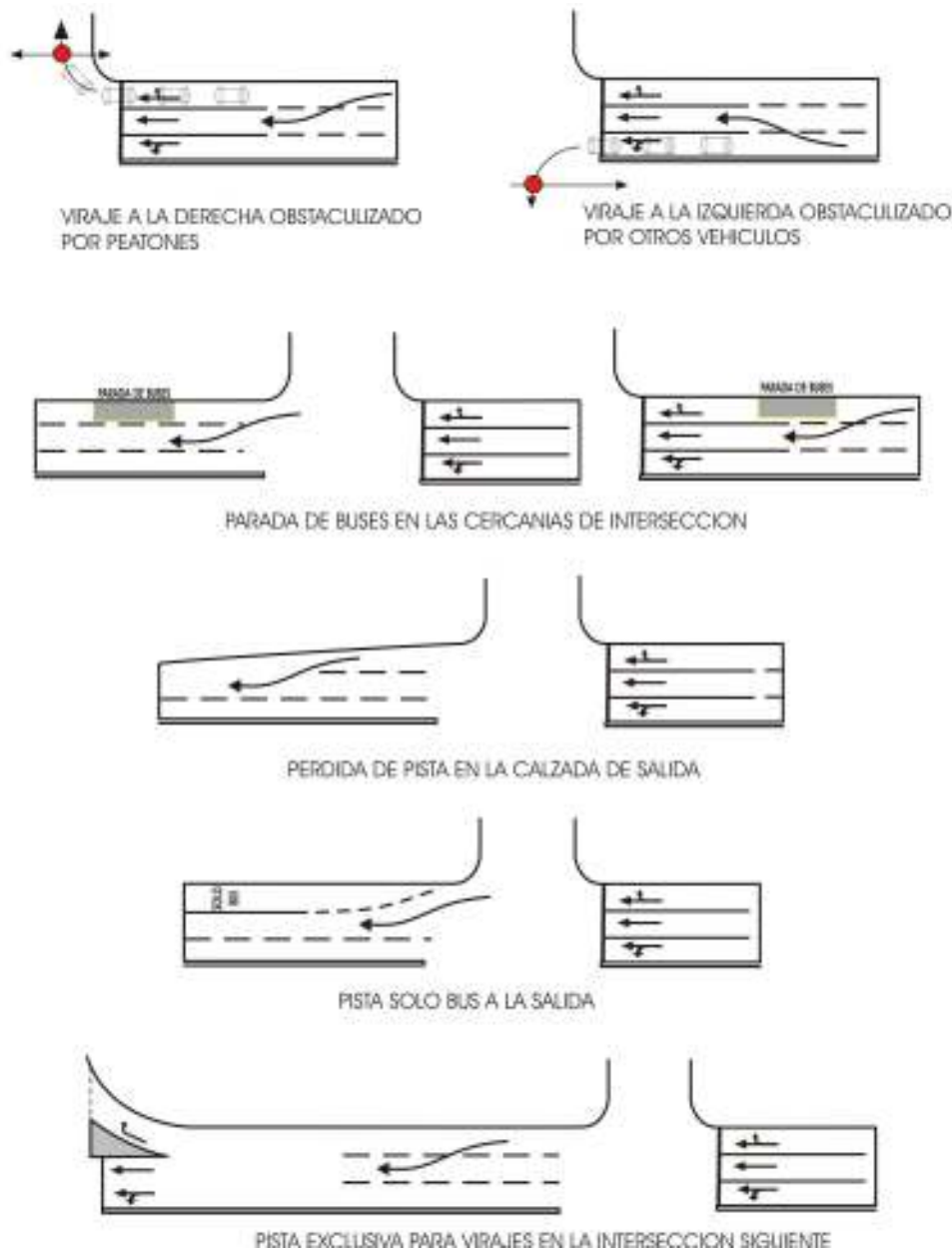


FIGURA 3.5-2 VARIOS CASOS EN QUE ES POSIBLE ENCONTRAR SUB UTILIZACIÓN DE PISTAS

En estas intersecciones el flujo de saturación del grupo de pistas será inicialmente alto para disminuir una vez que la cola de vehículos acumulados en la pista corta se haya despejado.

Si el espacio para acumular vehículos en la pista corta es suficientemente grande, esta disminución del flujo de saturación puede no ocurrir.

El modelo idealizado correspondiente al caso en que hay una disminución del flujo de saturación se presenta en las Figuras 3.5-3 y 3.5-4.

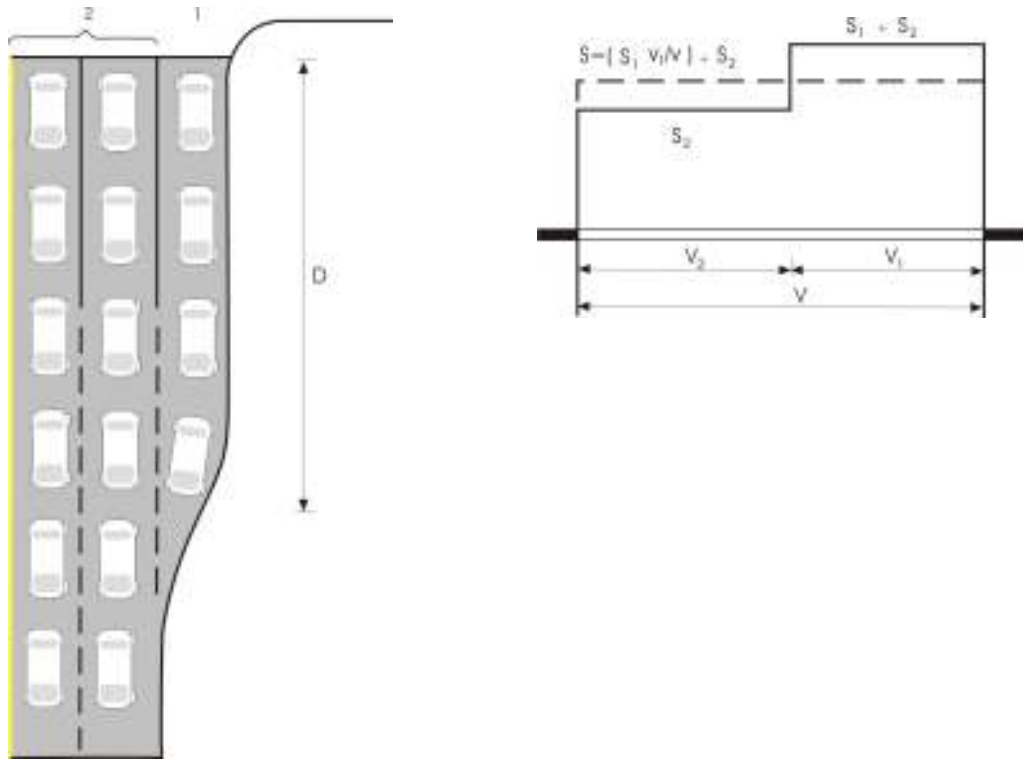


FIGURA 3.5-3 COLAS EN SITUACIÓN DE PISTAS CORTAS

3.5.3 FLUJOS DE SATURACIÓN DE PISTAS CORTAS

Una medida que puede tomarse para aumentar la capacidad de una intersección es el agregar una pista adicional en una calzada. Esta pista adicional normalmente será corta, por ejemplo para acumular vehículos que deseen virar a la izquierda. La Figura N° 3.5-5 presenta alguno de estos casos.



FIGURA 3.5-5 PISTAS CORTAS DEBIDO A GEOMETRÍAS DE INTERSECCIÓN

El número de vehículos que pueden acumularse en la pista corta se puede calcular aproximadamente como:

$$n = \frac{D}{R} \tag{353.1}$$

$$R = 6 \cdot p_e + 12 p_p \text{ (m)} \tag{353.2}$$

R = es el largo promedio ocupado por un vehiculo

P_e Y P_p = son la proporción de vehiculos livianos y pesados, respectivamente

D = distancia de pista corta en m.

El aporte que la pista corta hace flujo de saturación es:

$$S_c = n / v \tag{353.3}$$

Donde v es el verde efectivo correspondiente flujo de saturación total es entonces:

$$S = s_c + s_r \tag{353.4}$$

Donde s_r es el flujo de saturación del resto de las pistas.

3.5.4 BLOQUEO DE PISTAS

En algunos casos la cola de una pista adyacente puede bloquear el uso del largo total de una pista. Dos casos se ilustran en la Figura. 3.5-6



FIGURA 3.5-6 PISTA DIRECTA BLOQUEADA POR COLA DE VIRAJES A LA IZQUIERDA

En general los dos casos presentados en Fig. 3.5-6 pueden tratarse como pistas cortas considerando las características particulares de cada situación. Por ejemplo el largo efectivo de la pista de viraje en el segundo caso se debe calcular como:

$$D = (q_1 / q_2) D' \quad (354.1)$$

Donde:

D' = Largo físico de la pista de viraje

q_1 = tasa de llegada del flujo con viraje

q_2 = tasa de llegada en la pista adyacente

En ambos casos se puede tratar de modificar ligeramente las fases de modo de reducir el problema. Por ejemplo, una partida adelantada o detención retrasada del movimiento que bloquea a la pista en cuestión.

3.5.5 OTROS PROBLEMAS

i) Peatones. Si el flujo de peatones es muy grande, puede utilizarse la técnica usada para los virajes obstaculizados. En este caso se recomienda obtener los parámetros críticos en terreno.

ii) Estado del tiempo y hora del día. Se ha observado que en condiciones de oscuridad los flujos de saturación disminuyen en aproximadamente 100 ADCS por pista. Lo mismo ocurre en días lluviosos. Se ha observado también que en períodos de poca demanda.

Los flujos de saturación son del orden de 150 ADC metros que en períodos de máxima demanda. Los valores anteriores se dan a título de referencia, siendo recomendable su determinación para cada situación.

3.6 MEDIDAS DE RENDIMIENTO DEL DISEÑO

Al diseñar una intersección controlada por semáforos interesa obtener algunos indicadores o medidas del rendimiento del mismo. De esa manera puede establecerse qué diseño es más adecuado o tiene mejor rendimiento, desde un punto de vista particular. Se ha discutido ya en la Sección 3.1.1, los distintos objetivos generales que pueden perseguirse en el diseño de una intersección. En esta sección se presentan las medidas de rendimiento (o indicadores de comportamiento) más importantes a emplearse en la evaluación de diseños.

La medida que se emplea más comúnmente en el diseño de semáforos es la demora a vehículos y usuarios de los mismos. Esta demora corresponde a la diferencia entre el tiempo que tomaría un vehículo atravesar la intersección en ausencia de otros vehículos (sin detenerse) y el tiempo que toma atravesarla cuando el semáforo se encuentra en operación. En esta forma las demoras incluyen el efecto del frenado y aceleración de los vehículos además del tiempo durante el cual éste se encuentra detenido. En algunos casos un vehículo puede disminuir la velocidad y luego aumentarla sin haberse detenido en forma completa. Esta demora se llama detención parcial. De lo contrario, el vehículo deberá sufrir una detención completa. El número de detenciones completas se encuentra generalmente asociado al consumo de combustible y a la emisión de contaminantes (ruidos, contaminación del aire). Consumo de combustibles y emisiones contaminantes son dos indicadores secundarios del funcionamiento de una intersección controlada por semáforos.

Otro indicador importante (primario) es la longitud media de las colas generadas en las calzadas. Este indicador es importante al menos en dos sentidos.

i) Es un indicador de fácil verificación y da una idea visual del nivel de servicio ofrecido por un diseño particular.

ii) En casos de alta congestión es necesario verificar que las colas generadas en las arterias no crezcan tanto que obstaculicen el funcionamiento de otras intersecciones cercanas.

Por último existen algunos indicadores que forman parte del cálculo de los tiempos de un semáforo y que proporcionan una idea básica del nivel de servicio ofrecido. Los más importantes son la capacidad de reserva y el grado de saturación.

3.6.1 DEMORAS

La fórmula que se usará para la demora de una corriente es

$$d_i = 0,9 \left(\frac{c(1-u_i)^2}{2(1-y_i)} + \frac{1.800 x_i^2}{q_i(1-x_i)} \right) \quad (361.1)$$

Donde:

d_i = Demora promedio por vehículo en la corriente (seg.)

c = Duración del ciclo (seg.)

u_i = Razón de tiempos de verde para esa corriente $\frac{(v_i)}{c}$

y_i = Razón de flujo para la corriente (q_i / s_i)

x_i = Grado o tasa de saturación $(c q_i / v_i s_i)$

Esta fórmula nos entrega una estimación de la demora por vehículo en una corriente. La demora total de todos los vehículos de una corriente viene dada por:

$$D_i = q_i d_i \quad (361.2)$$

La Figura 3.6-1 muestra cómo varía la demora de un vehículo con el nivel de flujo de la corriente correspondiente. Como puede observarse, las demoras crecen rápidamente cuando los flujos se acercan a la capacidad última de la corriente.

En general se utiliza la demora media como indicador del comportamiento de una intersección. Sin embargo, debido a variaciones de los flujos en conos periodos los usuarios percibirán a veces demoras mayores y menores a esta demora media.

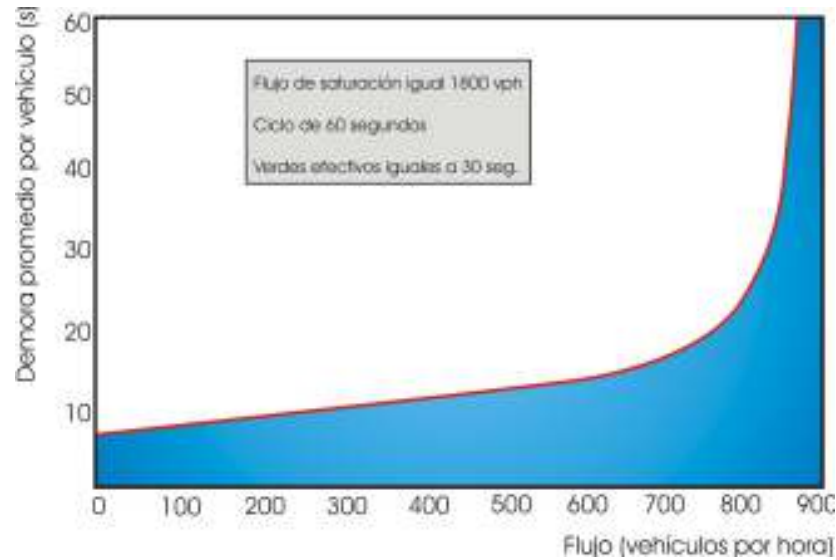


FIGURA 3.6-1 CURVA DE DEMORA CONTRA FLUJO PARA UN MOVIMIENTO EN UNA INTERSECCIÓN TÍPICA

3.6.2 LARGO DE LAS COLAS

Al igual que las demoras, las colas deben calcularse para las corrientes identificadas en la intersección. El número medio de vehículos en una cola al comienzo de un período verde puede estimarse como.

$$N = q_i \frac{(r_i + d_i)}{\bar{v}} \quad (362.1)$$

En que:

N = Largo teórico de la cola (en vehículos)

r_i = c-v $_i$ o sea el rojo efectivo a la corriente i

q_i = Flujo de la corriente (veh/seg.)

d_i = Demora promedio al vehículo de la corriente i

Esta ecuación está basada en el supuesto que los vehículos se incorporan a la cola en la línea de detención. En la práctica, los vehículos se unen al final de la cola y por lo tanto lo hacen antes que en 462.1. La siguiente ecuación corrige por ese efecto

$$N' = \frac{N}{1 - (j/v)q_p} \quad (362.2)$$

En que:

N' = Total vehículos al final de la cola (vehículos)

j = Espacio en la cola ocupado por un vehículo (típicamente alrededor de 7 metros)

v = Velocidad promedio libre en m/peg. (A menudo 14 m/seg., es decir 50 km/br. aprox.). De esta manera un valor común es $(j/v) = 0.5$

q_p = Flujo vehicular por pista (flujo total del movimiento o corriente dividido por el número de pistas correspondientes).

Si esta información no se encuentra disponible puede usarse

$$N' = 1.1N \quad (362.3)$$

Como una primera aproximación

A menudo interesa no sólo determinar el largo medio de una cola sino también otros largos, que pueden ocurrir en ciertos ciclos. Se llamará largo crítico a aquel largo de cola que sólo se excederá en una proporción muy baja de los ciclos. Como una primera aproximación puede tomarse el largo crítico N como

$$N_c = 2N' \quad (362.4)$$

Donde

N_c = Largo crítico de la cola

N' = Largo del final de la cola calculado usando la ecuación. 362.2

3.6.3 DEMORAS A PEATONES

Las fórmulas anteriores pueden adaptarse para calcular demoras a peatones suponiendo que éstos tienen flujos de saturación muy altos.

La demora media por peatón en segundos es

$$d = r_2 / 2c \quad (363.1)$$

r = Rojo efectivo para el peatón (seg.).

c = Duración del ciclo (seg.)

3.6.4 DETENCIONES

La proporción de vehículos de un movimiento que debe detenerse al menos una vez viene dada por

$$h_i = 0.9 \left(\frac{1 - u_i}{1 - y_i} \right) \quad (364.1)$$

Donde:

h_i = Proporción de vehículos que se detienen

$u_i = (v_i / C)$ razón de verde efectivo

y_i = Razón de flujo para el movimiento (q_i / s_i)

El factor 0.9 corrige para tomar en cuenta aquellos vehículos que sólo sufren una detención parcial.

Si un ciclo no se encuentra saturado, y no han quedado vehículos en la cola de un ciclo anterior cada vehículo se detendrá a lo mas una vez. En ese caso ft en la fórmula (364.1) referente también el número (promedio) de detenciones por vehículo. Este manual propone estimar el número de detenciones por vehículo directamente de:

$$h_i' = \left(\frac{1 - u_i}{1 - v_i} \right) \quad (364.2)$$

Es decir se ha reemplazado el coeficiente 0.9 por 1.0

El número total de detenciones de un movimiento viene dado por:

$$H_i = q_i h_i' \quad (364.3)$$

Donde

q_i = Es el volumen del movimiento en vehículos por unidad de tiempo

H_i = Es el número de detenciones por unidad de tiempo para el movimiento i

3.6.5 INDICADORES SECUNDARIOS

Indicadores secundarios como emisión de contaminantes o consumo de combustibles, pueden estimarse utilizando relaciones del tipo:

$$P = f_1 T + f_2 D_s + f_3 H \quad (365.1)$$

Donde:

P = indicador de interés, por ejemplo (litros combustible/hora)

T = Movimiento total calculado como distancia a recorrer (Km.) multiplicado por flujos en veh./h.

D_s = Demora total en detención (veh-h/ h)

H = número total de detenciones completas

f_1, f_2, f_3 = factores que relacionan el indicador E con el movimiento total, las demoras y paradas.

Estos parámetros no han sido calibrados aún para las condiciones chilenas. Es posible simplificar la fórmula anterior si se supone que el movimiento total T no varía con los tiempos de diseño de un semáforo. En ese caso lo que interesa es el peso relativo que debe darse a las detenciones con respecto a las demoras. En general el consumo de combustible y la emisión de contaminantes depende más del número de detenciones que de las demoras. La molestia de los conductores parece estar más relacionada con la demora que con las detenciones.

Una medida sencilla que toma en cuenta estos dos efectos está dada por:

$$P = D + KH \quad (365.2)$$

Donde:

P = eficiencia del diseño del semáforo (veh-h/h)

D = demora total (veh-h/h) calculada como la suma de las demoras a cada movimiento mediante ecuación (361.2)

H = número total de detenciones por hora calculada como la suma de los totales de cada movimiento usando ecuación (364.3)

K = importancia relativa de las detenciones con respecto a las demoras (generalmente entre 10 y 60, para mas detalle ver la sección siguiente).

3.7 DETERMINACION DE LA DURACIÓN DE LAS INDICACIONES

El diseño de una intersección controlada por semáforos requiere seleccionar los siguientes parámetros críticos de control: duración del ciclo, tiempos de verde (y entreverdes) y retrasos para sistemas coordinados.

La forma tradicional de calcular éstos es buscar valores para las variables de control que minimizan las demoras totales. La introducción de un indicador compuesto P en la sección anterior; permite diseñar semáforos que minimicen (aproximadamente) ese indicador. En el cálculo de los tiempos de un semáforo (365.1) es necesario identificar los movimientos críticos de la intersección. Los parámetros que interesan de estos movimientos o corrientes críticas son el tiempo desaprovechado (o. perdido), la razón de tiempos verdes u, y la razón de flujos Y. La suma de cada uno de estos parámetros para todos los movimientos críticos de la intersección constituyen el tiempo desaprovechado total L, razón de verde U y la razón de flujo Y.

3.7.1 CICLO ÓPTIMO

Es posible calcular el ciclo que aproximadamente minimiza un indicador del comportamiento de una intersección calculado como la suma de los indicadores correspondientes a cada movimiento crítico. Por ejemplo, se requiere calcular la duración del ciclo que minimiza las demoras a los vehículos que usan los movimientos críticos de una intersección. Si el ciclo es muy largo ciertas colas crecerán demasiado y los vehículos sufrirán una demora excesiva. Si el ciclo es demasiado corto, debido a las variaciones de los flujos en el tiempo, varios vehículos no podrán despejar la intersección durante el primer ciclo y también incurrirán en demoras demasiado largas. El ciclo óptimo (con respecto a demoras en los movimientos críticos) tendrá una duración intermedia entre el ciclo máximo (generalmente 120 segundos) y el ciclo mínimo que permite satisfacer la demanda existente.

En cada cambio de fase hay un tiempo perdido l_i y por lo tanto hay un tiempo total desaprovechado L en cada ciclo completo, cualquiera sea su longitud. Este tiempo desaprovechado corresponde a una pérdida de la capacidad última de la intersección. Esta pérdida de capacidad se minimiza si se reduce el número de ciclos por hora. Por ello, el ciclo máximo (120 segundos) también maximiza la capacidad de la intersección (aunque puede producir demoras excesivas). La duración del ciclo que aproximadamente minimiza las demoras de los movimientos críticos está dado por.

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \quad (371.1)$$

En vez de minimizar demoras se puede querer minimizar un indicador compuesto $P_c = D_c + KH_c$ donde D_c es la demora total para las corrientes críticas, H_c el número total de detenciones para las mismas y K es la importancia relativa de las detenciones.

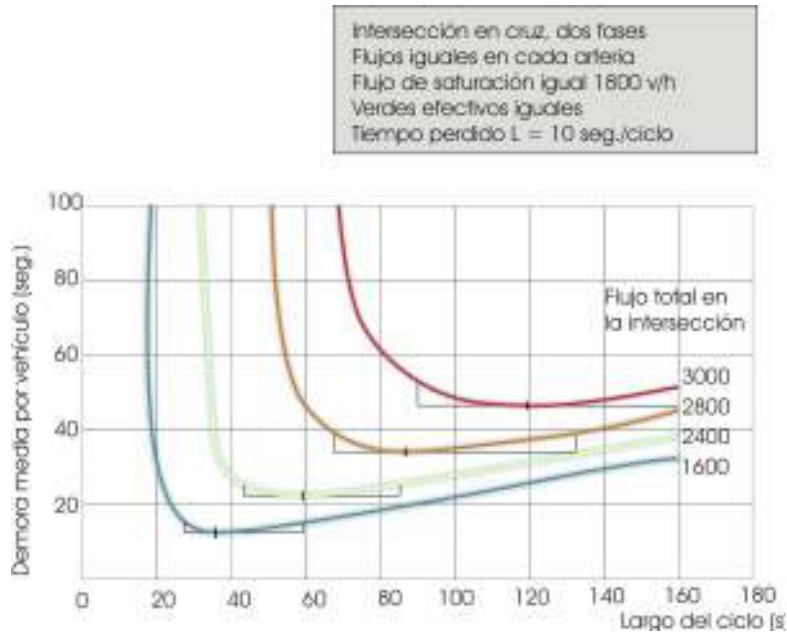


FIGURA 3.7-1 EFECTOS DE VARIACIONES DE LA DURACIÓN DEL CICLO

Se sugiere utilizar la siguiente fórmula para calcular el ciclo que minimiza este indicador

$$C'_0 = \frac{(1.4 + 0.01k)L + 6}{1 - Y} \quad (371.2)$$

Donde

- C'_0 = el ciclo óptimo (segundos)
- L = tiempo desaprovechado total
- Y = razón de flujo total
- k = ponderación de detenciones

Se sugiere los siguientes valores para k

Objetivo	Valor k
- Minimizar consumo de combustibles	40
- Minimizar costos (incluyendo demoras)	20
- Minimizar la suma de las colas para los movimientos críticos	-30

Como la ecuación (371.2) es mayor que la ecuación (371.1) éstas no son estrictamente equivalentes para $K = 0$ (Minimizar demoras). Sin embargo, ambas fórmulas producen prácticamente los mismos ciclos óptimos para los valores normales del resto de los parámetros. Aún más, las curvas que muestran la demora total contra duración del ciclo son bastante planas cerca del óptimo como se puede ver en la Fig.3.7-1. Esto significa que pueden adoptarse ciclos en el rango $0,75 C'_0$ a $1,50 C'_0$ sin afectar demasiado las demoras totales.

3.7.2 CICLO PRÁCTICO

Hay a menudo algunas ventajas adicionales, en adoptar un ciclo ligeramente menor al óptimo. Estas son:

- i) El ciclo C'_0 es sólo óptimo para los movimientos críticos. Presumiblemente los otros movimientos requerirían ciclos más cortos y por lo tanto sufren demoras mayores de lo estrictamente necesario. La adopción de un ciclo más corto reduciría este problema.
- ii) Si el flujo de saturación decrece durante una fase se obtiene un comportamiento mejor con un ciclo más corto.
- iii) En sistemas coordinados se usa generalmente un ciclo común para todas las intersecciones. El adoptar un ciclo largo perjudica el rendimiento de intersecciones con flujos inferiores.

Para ello es conveniente tener otras técnicas complementarias que permiten calcular, por ejemplo, ciclos menores que tengan características conocidas. Uno de estos ciclos es el ciclo mínimo, calculado como

$$C_m = \frac{L}{1 - Y} \quad (372.1)$$

Este ciclo es el más corto que permite satisfacer la demanda. Otro ciclo de interés es aquel que asegura que el grado de saturación de cada movimiento es inferior a un máximo grado de saturación aceptable x . Este ciclo se llama a veces ciclo práctico y se calcula como:

$$C_p = \frac{L}{(1 - U)} \quad (372.2)$$

C_p = ciclo practico

L = tiempo desaprovechado total

U = razón de verde para la intersección

$$U = \sum_i u_i$$

Debe recordarse que el grado de saturación de un movimiento viene dado por

$$x_i = q_i c / s_i v_i = y_i / u_i \quad (372.3)$$

Por lo tanto

$$u_i = y_i / x_i = q_i / s_i x_i \quad (372.4)$$

Donde

q_i = volumen del movimiento (veh/h)

s_i = flujo saturación del movimiento (veh/h)

x_i = grado de saturación (máximo)

En general se recomienda adoptar valores de $x_p = 0.9$, a menos que se sepa que los flujos crecerán rápidamente antes que pueda modificarse el diseño.

3.7.3 TIEMPOS DE VERDE

i) General

Para una duración de ciclo dado C, el tiempo de verde total disponible es (C - L), donde L es la suma de los tiempos desaprovechados para los movimientos críticos. Este tiempo de verde total puede distribuirse a cada movimiento crítico como sigue:

$$v_i = \left(\frac{C - L}{U} \right) u_i \quad (373.1)$$

Donde:

u_i = razón de verde para el movimiento i

U = razón de verde para la intersección

v_i = tiempo efectivo de verde (seg)

Esta fórmula puede emplearse para cualquier caso, exceptuando:

- movimientos no-críticos cuando hay traslapos.
- cuando v_i es menor que el verde mínimo aceptable (por ejemplo 10 segundos)

Si se trata de un caso en que todos los movimientos críticos tienen igual grado de saturación, entonces se pueden usar las razones de flujo y_i y Y en vez de u_i y U. Ambas fórmulas son más exactas que la relación aproximada sugerida en el Tópico 3.2.5. Se considera también las necesidades del peatón, Tópico 3.8.4.

ii) Movimientos no-críticos Si el movimiento crítico no era de traslapo el verde de los movimientos no-críticos será el mismo estimado en 373.1 a menos que ese movimiento no-crítico tengo un tiempo desaprovechado 1, distinto. En este último caso.

$$v_i = (v_c + l_c) - l_i \quad (373.2)$$

v_i = verde para movimiento no critico(seg)

v_c = verde para movimiento critico (seg.)

l_c y l_i = tiempos desaprovechados para movimiento critico y no critico

Si el movimiento crítico es de traslapo entonces la repartición del verde entre los movimientos no críticos correspondientes puede hacerse utilizando un seudo sub-ciclo C definido como:

$$C^* = \sum_C v_c + \sum_C l_c \quad (373.3)$$

Donde $\sum_C v_c$ es la suma de los verdes para movimientos críticos traslapados.

$\sum_C l_c$ es la suma de los tiempos desaprovechados correspondientes

Habrá también en este caso un seudo tiempo total desaprovechado $L^* = \sum_C l_c$

La repartición del verde se hará entonces como:

$$v_i = \left(\frac{C^* - L^*}{U^*} \right) u_i \quad (373.4)$$

Donde:

$U^* = \sum_C u_c$ suma de razones de verde para movimientos no traslapados

Es poco probable que se den estas condiciones en una intersección a menos que ésta sea muy compleja.

iii) Tiempos de verde presentado (real)

Las fórmulas anteriores permiten calcular los verdes efectivos. Sin embargo, el diseñador de un semáforo debe especificar la duración de la fase que mostrará verde en términos reales. Para obtener estos tiempos es necesario corregir los tiempos efectivos como sigue:

$$V_a = (v_i + l_i) - E_a \quad (373.5)$$

Donde:

v_i = verde efectivo para el movimiento que recibe verde en esa fase solamente.

l_i = tiempo desaprovechado correspondiente.

E_a = entreverde correspondiente a la fase a

V_a = verde presentado fase a

3.8 CONSIDERACIONES ESPECIALES

3.8.1 ANÁLISIS SIMPLIFICADO

Las fórmulas indicadas en la Sección 3.2 pueden usarse como primera aproximación y en aquellos casos que no presentan dificultades; a saber:

- bajos flujos peatonales
- pocos virajes a la izquierda
- dos fases –intersecciones sencillas (en T o cruz)

Con el objeto de realizar cálculos aproximados a las siguientes simplificaciones pueden adoptarse en esos casos:

- suponer que todos los tiempos desaprovechados son iguales al entreverde.
- no considerar la diferencia entre verde presentado y verde efectivo.
- usar el valor promedio para equivalencias de vehículos que viran (obstaculizados o no).no considerar movimientos no críticos. suponer que el grado de saturación es igual para los movimientos críticos.
- utilizar sólo el ciclo que minimiza las demoras.

Si bien estas simplificaciones pueden producir cálculos más rápidos y existirán muchos casos en que no serán suficientes. Situaciones de alta congestión, con muchos virajes y/o peatones, o que usan más de dos fases, requieren el análisis más detallado presentado en este Manual. Aún más, en la actualidad los fabricantes de equipos para semáforos están desarrollando nuevos sistemas más sofisticados que mejorarán

La eficiencia de este tipo de control. Estos avances no se encuentran todavía totalmente probados. Sin embargo, los conceptos desarrollados en este Manual han sido seleccionados de manera que sean compatibles con la nueva tecnología cuando ésta sea lo suficientemente confiable. En particular, el concepto de movimiento crítico y la metodología asociada a su identificación y empleo en el diseño del semáforo, se han destacado como indispensables en el diseño de semáforos avanzados.

3.8.2 ANÁLISIS AVANZADOS

Algunos de los programas computacionales más importantes para el diseño de semáforos se describen brevemente a continuación:

- SIGCAP un programa que usa programación lineal para diseñar un semáforo maximizando su capacidad práctica y sugiriendo cómo puede mejorarse ésta mediante alteraciones menores.
- SIGSET un programa que usa programación matemática no lineal para diseñar los tiempos de un semáforo que minimicen las demoras.
- SQGN un programa para analizar diferentes secuencias de fases en intersecciones complicadas.
- SIGGAT un programa para calcular fases y ciclos en intersecciones temporales saturadas.

Estos programas requieren sólo la información que se usa normalmente en métodos manuales pero toman en cuenta todos los movimientos y no sólo los críticos o representativos. Actualmente se está trabajando en la implementación de estos programas en microcomputadores de escritorio y en integrar todos los programas a un paquete común.

ii) El programa TRANSYT se utiliza para el diseño de sistemas de semáforos coordinados centralmente por un computador. Como una opción de la versión 8 de TRANSYT es posible calcular detalladamente los semáforos de cada intersección.

3.8.3 SEMÁFOROS ACTIVADOS POR EL TRÁNSITO

La característica principal de los semáforos activados por el tránsito es que la duración de los períodos verdes, y por ende la duración del ciclo, responden en general a las variaciones de la demanda del tránsito vehicular. Esta demanda se registra mediante detectores de tránsito, generalmente del tipo "lazo de inducción".

La adaptación de las fases y ciclos al tránsito se hace más ventajosa para niveles bajos y medios de volumen vehicular. Por otra parte, un semáforo que puede responder a la demanda vehicular tiene normalmente un costo de inversión más alto. Además, tienen más posibilidades de falla (en particular de los detectores) y un mayor costo de mantención. Es posible que un semáforo activado por el tránsito que funciona defectuosamente genere más demoras que uno de tiempos fijos. Por ello la adecuada detección de fallas y su pronta rectificación son aún más importantes en este tipo de semáforos.

Crterios para su instalación

Desde el punto de vista de las demoras sería posible justificar la instalación de un semáforo activado por el tránsito, para volúmenes vehiculares menores que los establecidos en el Párrafo 3.1.4.2.

Sin embargo, es necesario considerar el costo adicional (de inversión, mantención y riesgo de falla) que esto implica. Por ello, se aceptará la instalación de este tipo de semáforos si alguno de los tres primeros criterios de la sección se cumplen en al menos un 75%. Es decir, los volúmenes vehiculares y/o peatonales deberán ser al menos un 75% de los valores presentados en esos cuadros para el criterio seleccionado.

3.8.3.1 Semáforos semi-activados por el tránsito

Se llama semáforos semi-activados por el tránsito a aquellos en los cuales sólo se detectan los vehículos en una de las calles de la intersección, normalmente la calle secundaria. En este caso el derecho de paso (verde) permanece en la arteria principal y sólo se transfiere a la calle secundaria si se ha registrado una demanda para ello (1 vehículo ha sido detectado). Este sistema tiene la ventaja de que sólo se requieren detectores en la calle secundaria. Sin embargo, los semáforos semi-activados presentan algunos problemas.

- los semáforos semi-activados presentan una tasa mayor de accidentes que aquellos que son totalmente activados por el tránsito.
- La llegada de un vehículo a la calle lateral interrumpe el flujo en la arteria principal en forma arbitraria (a menos que su verde mínimo no se haya cumplido todavía) aun cuando este flujo sea alto en ese momento.

3.8.3.2 Semáforos (totalmente) activados por el tránsito

Los controladores de estos semáforos utilizan detectores en todas las arterias que llegan a la intersección, y de esta manera pueden asignar en forma más equilibrada las fases correspondientes. Se describirán aquí solamente los más sencillos y que constituyen la recomendación del presente Manual.

Aparte de los parámetros básicos que es posible establecer en una intersección de tiempos fijos (secuencia de fases, entreverde, todo-rojo, etc., pero excluyendo largo del ciclo y largo de fases) un semáforo activado por el tránsito requiere al menos especificar:

i) Duración mínima del período verde. Este es el derecho de paso más corto que puede otorgarse. Generalmente un valor entre 7y 15 segundos.

ii) Duración máxima del periodo verde. Este es el derecho de paso más largo que puede otorgarse. Este se especifica de modo que si la intersección tiene demandas máximas en todas las arterias la duración total del ciclo no exceda los 120 segundos. Valores usuales oscilan entre 10 y 70 segundos. La forma normal de especificar este valor se detalla más abajo.

iii) Intervalo de vehículos. Permite al vehículo desplazarse desde el detector hasta la intersección y al mismo tiempo se usa para identificar una disminución en el flujo que tiene el derecho de paso. Cada vehículo que acciona el detector reinicia la medición del intervalo al vehículo siguiente. Cuando este intervalo llega al máximo prefijado se inicia el proceso del cambio de fase si se ha registrado una demanda para ello. Este intervalo se fija generalmente entre 3 y 4 segundos y estos determinan también la localización del detector de acuerdo con la velocidad media de la arteria.

Ejemplo:

- Velocidad media = 36 km/h (10 m/seg)
- intervalo de vehículos= 4 segundos
- Distancia entre detector y línea de detención 40 m.

Para asegurarse que un vehículo que va un poco más lento no quede detenido por el cambio de fase se puede colocar el detector a una distancia 10% más cercana a la línea de detención. En este ejemplo $40 - 4 = 36$ mts.

3.8.3.3 Características optativas

i) Verde máximo variable. En esta opción la duración máxima del período verde depende del flujo promedio en el movimiento correspondiente; mayor flujo, mayor verde máximo hasta llegar a un límite absoluto, también especificable.

ii) Intervalo vehicular variable. Esto requiere al menos el doble de los detectores de modo que los vehículos y sus velocidades sean identificados. De esta manera se calcula el tiempo necesario para permitir que el vehículo pase por la línea de detención sin detenerse.

iii) Tiempo entreverde; para permitir el despeje de la intersección, dependiendo de la forma como se decidió realizar un cambio de fase.

iv) Omisión de etapas o fases. Se puede omitir una fase (en un semáforo de 3 o más fases) si no hay demanda para ella. Incluye la detección de vehículos que desean virar a la izquierda para llamar a la fase correspondiente.

3.8.3.4 Selección de parámetros para un semáforo activado por el tránsito

Los tiempos mínimos entreverdes y todo rojo se escogen de acuerdo a las características generales de la intersección, necesidades de peatones, etc., como se indicara en el Párrafo 3.1.8.6.

Los tiempos máximos (absolutos) se deben escoger como sigue. Primero debe identificarse el período de demanda máxima probablemente la media hora de mayor demanda de un día típico. Luego debe procederse a calcular el ciclo y los repartos de verde que corresponden como si el semáforo fuera de tiempos fijos, incluyendo la restricción de un ciclo máximo de 120 segundos. Se recomienda utilizar el ciclo y las fases que minimizan las demoras con este objeto. Finalmente la duración de los verdes presentados resultantes se adopta como máximo absoluto para los movimientos correspondientes del semáforo activado por el tránsito.

3.8.4 NECESIDADES DE LOS PEATONES

3.8.4.1 Indicaciones a peatones

Los períodos de un semáforo destinado a controlar el paso de los vehículos pueden proveer suficiente información para los peatones. A menudo, las indicaciones a los vehículos son suficientes para ayudar al peatón a cruzar la intersección con seguridad.

Sin embargo, puede requerirse indicaciones especiales para los peatones en los siguientes casos:

- Ubicación de los cabezales para vehículos es tal que peatones no pueden observar la cara que afecta la calzada que desea cruzar. Esto puede deberse a cabezales muy altos o simplemente no visibles debido a ubicación, presencia de viseras, etc.
- El flujo peatonal es muy alto, es decir superior a 1000 peatones por hora que cruzan una calzada.
- la intersección es compleja.

En estos casos se usarán cabezales especiales para peatones) los que presentarán las siguientes indicaciones:

- Figura de un hombre de pie en rojo:
- Detenerse, no cruzar
- Figura de un hombre caminando, continúa:
- Empiece a cruzar o cruce.
- Figura de un hombre caminando, destellando: peligro, termine de cruzar pero no inicie un cruzamiento.

Las lentes para peatones tendrán la forma circular de diámetro 0,30 m. Los cabezales estarán ubicados a una altura sobre la acera de entre 2,30 y 3,00 m.

3.8.4.2 Tiempo de cruce de peatones

En general los tiempos de cruce de peatones pueden estimarse siguiendo as siguientes velocidades medias:

Niños de 6 a 10 años	1.1m/seg.
Adolescentes	1.8m/seg.
Adultos: hombres	1.6m/seg.
mujeres	1.4m/seg.

Mayores de 55años: 10% menos

Como promedio general puede adoptarse 1,4 m/seg.

En cada diseño de tiempos verdes vehiculares de un semáforo deberá verificarse si éstos permiten el cruce seguro de peatones entre las calzadas correspondientes. Para ello deberá calcularse el tiempo de cruce de un peatón medio y agregar al menos 5 segundos extra de seguridad. Estos tiempos de cruce constituirán un mínimo para la duración de los tiempos verdes vehiculares correspondientes. El diseño del semáforo deberá modificar- sede acuerdo con estas recomendaciones.

Si los peatones que cruzan en un semáforo tienen una estructura de edad peculiar, debe adoptarse la velocidad de cruce más adecuada.

3.8.4.3 Duración períodos peatonales

Se considera necesario introducir luces peatonales. Es necesario calcular la duración de las 3 indicaciones:

- rojo
- verde continuo
- verde centellante o discontinuo

La duración de los dos períodos verdes (verde + verde centellante) debe calcularse de modo que un peatón medio pueda cruzar con seguridad (tiempo de cruce más 5 segundos). Esta duración debe alargarse si hay un alto flujo peatonal o si la duración del fijo a movimientos vehiculares problemáticos así lo permite.

La duración del verde centellante será igual al 90% del tiempo de cruce de un peatón medio (redondeado al segundo más cercano).

La duración del verde continuo tendrá un mínimo de S segundos. El verde continuo comenzará 1 segundo después del fin del período amarillo para los flujos vehiculares problemáticos.

El verde centellante terminará (cambiará a rojo) al menos 3 segundos antes del comienzo del verde que da derecho de paso a movimientos vehiculares problemáticos.

Si la duración del rojo a los movimientos vehiculares problemáticos lo permite, se prolongará el verde peatonal continuado más allá del mínimo necesario.

Estos criterios deberán usarse también en el diseño de fases peatonales exclusivas.

3.9 COORDINACIÓN DE SÉMAFOROS

La coordinación de semáforos es una de las formas más eficientes de reducir demoras, consumo de combustibles, contaminación y accidentes. Los parámetros más importantes que controlan un sistema coordinado son:

Duración del Ciclo (40-120 seg). Generalmente todos los semáforos coordinados funcionan con un ciclo común.

- Repartición o Asignación de Verde. La proporción del ciclo (común) que ofrece un período verde a cada corriente de tránsito.
- Desfase. El período que transcurre entre el comienzo de una fase verde específica, en el comienzo de una fase verde específica, en un semáforo en particular.
- Controlador maestro. Un semáforo tomado como referencia. En sistemas pequeños el equipo central de control puede estar en sus cercanías.
- Plan o programa. Instrucciones que definen la forma en que cada semáforo operará en el tiempo (reparto de verde, desfase, ciclo). Estas instrucciones se pueden transmitir como una serie de señales eléctricas o por radio a cada semáforo/controlador local.

Originalmente se coordinan semáforos a lo largo de un corredor. Esquemas sencillos como ese pueden a veces diseñarse mediante técnicas gráficas (Banda verde). Si el corredor tiene tránsito en dos sentidos y semáforos irregularmente espaciados, puede ser difícil, o incluso imposible ofrecer una "banda verde" sin interrupciones y que satisfaga la demanda. Estos planes son generalmente fijos y calculados sobre la base de datos históricos sobre flujos y velocidades. Progresos en el diseño y manufactura de computadores han permitido su uso en la operación de sistemas coordinados. Cuando se usa un computador no sólo se puede cubrir un área geográfica más grande, sino que también el control puede hacerse más sofisticado y pueden agregarse otros tipos de servicios complementarios, como por ejemplo la detección de fallas.

3.9.1 SISTEMAS SIN COMPUTADOR

3.9.1.1 Sistemas con planes fijos

Es aquí donde nace el concepto de controlador maestro. Los planes se calculan externamente y se implementan en cada controlador local. Estos sistemas requieren señales para indicar los cambios de fase. Pueden basarse en relojes que funcionan con la frecuencia del servicio eléctrico (subestación común), o relojes de cuarzo de gran precisión. En este caso no se requieren cables, pero la coordinación se comenzará a perder, requiriendo mantención y re-coordinación.

Si se pueden tender o utilizar cables, las señales para el cambio de fase pueden venir del controlador maestro. Se pueden implementar planes para distintas horas del día respondiendo así a la demanda. También emplean sistemas coordinados que utilizan señales de radio para transmitir las instrucciones de control.

3.9.1.2 Sistemas semi-flexibles

En este caso, las intersecciones funcionan en un ciclo común el cual se divide en una parte fija y una no-controlada. La parte fija es la que se encarga de mantener la progresión o coordinación en la arteria principal. Si hay demanda en alguna de las calles secundarias, ésta se satisface durante la parte no-controlada del ciclo. Esta parte no-controlada funciona entonces como una intersección activada por el tránsito.

3.9.2 SISTEMAS CONTROLADOS POR UN COMPUTADOR

En general, en los sistemas controlados por computador éste no sólo se encarga de enviar señales o instrucciones de cambio de fase a los controladores locales, sino que provee otras funciones:

- planes para vehículos de emergencia (ambulancias, bomberos, policía) de manera que éstos cuenten con una banda verde especial.
- letreros variables, que indiquen por ejemplo el cambio de sentido de una arteria.
- información sobre la disponibilidad de estacionamiento.
- conteo automático de tránsito.
- comprobación del buen funcionamiento de los controladores locales incluso hasta el nivel de funcionamiento de las ampollitas si es necesario.

Generalmente estos sistemas se complementan con el uso de televisión de circuito cerrado para ayudar a la detección y resolución de problemas locales. La mayor parte de estos sistemas deben operar con dos computadores acoplados, uno manteniendo el control y el otro de respaldo en caso de que el primero sufra una falla. Una de las ventajas de la operación dual es que el segundo computador puede emplearse para otros trabajos de ingeniería de tránsito, por ejemplo la puesta al día de planes fijos y la mantención de una base de datos actualizada. Gracias al desarrollo de los microprocesadores es posible adquirir sistemas compactos que ofrecen todos los servicios mencionados en el párrafo anterior, a bajo costo para operar alrededor de 120 intersecciones.

3.9.3 PLANES FIJOS Y PLANES DINÁMICOS

Desde que se introdujo el uso de computadores en la coordinación de semáforos se ha sugerido que en lugar de emplear planes fijos calculados con datos históricos, se debería prescindir de planes y responder a la demanda local en forma inmediata pero sin perder la coordinación. Se habla así de sistemas fijos y sistemas dinámicos o adoptivos.

Es necesario señalar que para que un sistema dinámico funcione bien se requiere:

- un gran número de detectores de tránsito.
- un buen modelo de comportamiento de los grupos de vehículos.
- capacidad y velocidad del computador, para analizar datos y elegir el mejor plan no para cada intersección aislada sino para el conjunto.
- líneas de comunicación de capacidad suficiente y que no sean muy sensitivas a interferencia externas.
- mecanismos para cumplir fallas en el equipo, particularmente detectores.

3.9.4 CÁLCULO DE PLANES

3.9.4.1 Sistemas sencillos (arteriales)

i) Sistema simultáneo Este es uno de los primeros sistemas empleados, probablemente el origen del término "sincronización de semáforos". Bajo este sistema todos los semáforos de una arteria muestran el mismo color al mismo tiempo. Este sistema utiliza un solo controlador maestro y el desfase entre semáforos es cero.

Por supuesto este sistema es muy difícil de aplicar eficientemente a menos que existan distanciamientos muy largos entre intersecciones. La relación que debe cumplirse entre velocidad media, duración de ciclo y espaciamiento entre semáforos es:

$$D = 0.28VC \quad (394.1)$$

En que

D = espaciamiento (en metros)

V = velocidad de circulación (en km/hr)

C = duración del ciclo (en segundos)

Por ejemplo, si la velocidad es de 30 km/hr. y la distancia de 200 metros, el ciclo debe ser de 24 segundos lo que es demasiado corto.

Este sistema tiene numerosas desventajas:

- normalmente resulta en velocidades altas y detenciones en vez de alguna progresión.
- el sistema si opera es sólo eficiente para las intersecciones importantes.
- requiere separación uniforme de semáforos.

Sin embargo, a veces puede usarse para dos o tres intersecciones muy cercanas que son parte de un sistema mayor.

3.9.4.2 Sistema alternado

En este caso los semáforos de intersecciones contiguas presentan colores alternados. En el sistema sencillo se presentan indicaciones contrarias. En sistemas alternados dobles y triples dos o tres semáforos operan simultáneamente y muestran colores alternados con el grupo adyacente. En el caso del sistema alternado simple el desfase es exactamente medio ciclo. Para el caso de los sistemas múltiples el desfase es cero para los semáforos simultáneos, y medio ciclo para los demás.

En general este sistema es superior al anterior, pero aún no aporta la flexibilidad que se requiere en la mayoría de los casos.

La relación entre espaciamento, velocidad y longitud del ciclo es ahora:

$$D = 0.14CV \quad (394.2)$$

Por ejemplo, para el caso anterior se utiliza un sistema alternado simple. El ciclo puede ser de 48 segundos, lo que es más razonable

Si el sistema es doble la relación es:

$$D = 0.07CV \quad (394.3)$$

Las mayores limitaciones de este sistema son:

- requiere reparticiones de verde básicamente semejantes para la arteria principal y secundaria. no se adapta bien a arterias que tengan semáforos espaciados en forma irregular.
- es difícil de ajustar a las condiciones de tránsito ya que esencialmente la longitud del ciclo debe permanecer constante.

Sin embargo, este sistema puede aplicarse en redes cuadriculadas regulares, como las que existen en el centro de varias ciudades de nuestro país.

3.9.4.3 El diagrama espacio-tiempo

El diseño de progresiones más flexible en arterias principales requiere el uso del llamado diagrama espacio-tiempo. Este diagrama permite calcular "por tanteo" los desfases que mantienen (si es posible) a todos los vehículos en movimiento y hacen un uso efectivo de los períodos de verde. En un diagrama espacio-tiempo se ubica generalmente el espacio en el eje vertical y el tiempo en el horizontal como muestra la Figura 3.9-1.

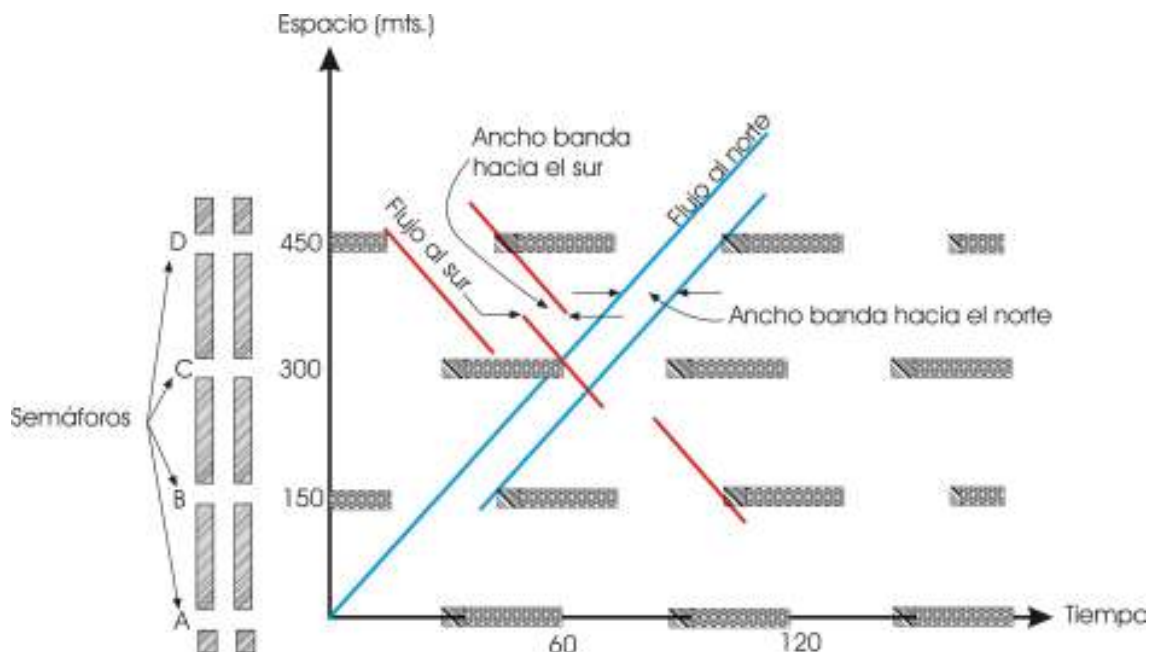


FIGURA N° 3.9-1 DIAGRAMA ESPACIO-TIEMPO

Los períodos de verde y rojo efectivo (no requiere señalar amarillo) se indican en la parte del diagrama que corresponde a la ubicación de cada intersección. El color mostrado es el que enfrenta el tránsito en la arteria principal. El rojo se puede representar por un área achurada ///// o simplemente una línea gruesa sólida. El color verde se representa por la ausencia de indicación alguna, es decir el espacio entre rojos. La trayectoria de un vehículo se presenta como una línea, cuya pendiente representa la velocidad del vehículo (en una escala apropiada a las escalas de los ejes vertical y horizontal).

El desfase entre una intersección base (generalmente la inferior. A en la Figura 3.9-1.) y cualquier otra intersección está dado por la separación horizontal del comienzo del periodo verde. Generalmente el periodo verde comienza en t_0 para la intersección base.

El problema consiste, entonces, en manipular el desfase las intersecciones (excepto la base) de modo de permitir el paso máximo de vehículos sin detenerse y a una velocidad promedio razonable. Esto se hace generalmente por tanteo.

3.9.4.4 Sistemas progresivos

En este caso el desfase entre semáforos puede tener cualquier valor y no necesariamente una función fija del ciclo común. En sistemas más avanzados el desfase puede ser diferente en distintos periodos del día (de demanda máxima fuera de él), así como puede variar la repartición del verde.

La supervisión de los controles individuales de cada intersección se logra mediante un controlador maestro. También es posible mantener la coordinación mediante relojes digitales en cada controlador local, los que se usan para iniciar los cambios de fase y de plan. Para obtener una máxima flexibilidad del sistema los conteos de tránsito deben efectuarse frecuentemente. Generalmente se emplean tres planes, máxima demanda de la mañana, fuera de dicho periodo y máxima demanda de la tarde.

Es posible usar otros programas computacionales para diseñar sistemas progresivos, por ejemplo TRANSYT.

3.9.4.5 Sistemas de redes

No siempre se trata de coordinar semáforos a lo largo de una arteria. La coordinación de intersecciones controladas por semáforos en una red reviste complicaciones adicionales. En general no es posible producir "bandas verdes" por las cuales los vehículos circulen sin detenerse.

La coordinación de semáforos en una red tampoco puede estudiarse simplemente usando métodos gráficos. Los programas de computación juegan aquí un papel muy importante. Se han desarrollado programas para el cálculo de planes, los más conocidos son:

- TRANSYT
- SCOOT

Los dos programas producen siempre mejores resultados que coordinaciones realizadas en forma manual:

- TRANSYT producen los mejores resultados en redes de tiempo fijo.
- SCOOT producen los mejores resultados en redes con demanda variable.

Se recomienda el programa TRANSYT en la preparación de planes fijos de coordinación de semáforos.

3.9.5 REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS COORDINADOS

3.9.5.1 Requisitos Generales

Al igual que existen requisitos para la instalación de semáforos también es necesario adoptarlos para la instalación de sistemas coordinados. La adopción de un sistema coordinado implica varios costos en términos de:

- Nuevo equipo de control central
- Modificación de intersecciones
- Equipo de comunicaciones
- Estudios (conteos, preparación de etc.)
- Entrenamiento de personal
- Mantenimiento del equipo
- Puesta al día de planes.

Si se instala un sistema coordinado donde los beneficios no logran superar los costos mencionados se estará haciendo una mala inversión.

Es posible utilizar un programa de computación como TRANSYT para estimar los beneficios que producirían con la instalación de un sistema coordinado. Sin embargo, éstos son sólo una estimación y a menudo, al menos parte de estos beneficios, podrían obtenerse con sólo poner al día los diseños de los semáforos existentes. Por ello, algunos países han adoptado requisitos básicos para la instalación de estos sistemas.

3.9.5.2 Requisitos básicos

a. Sistemas que utilizan computador central

Estos pueden adoptarse en áreas en las que hay por lo menos 4 intersecciones controladas por semáforo por kilómetro cuadrado o alternativamente al menos 4 semáforos por kilómetro de arteria.

Se requiere además que el sistema total tenga al menos 50 intersecciones controladas por semáforo no hay limite superior.

Cada uno de los semáforos mencionados aquí debe encontrarse plenamente justificado por al menos uno de los criterios mencionados en el Tópico 3.1.2, excepto el criterio de mantenimiento de una progresión adecuada.

En otras palabras, no basta con demostrar que el número o densidad de intersecciones controladas por semáforos es suficiente. Es necesario demostrar también que todos los semáforos mencionados se justifican por otro requisito.

b. Sistemas más sencillos (sin computador, sin cables)

En el caso de una arteria con flujo homogéneo y con poca o nula interferencia de calles laterales, se requiere que existan por lo menos 5 intersecciones controladas por semáforos separadas cada una por no más de 1.000 metros. En el caso de calles normales se requiere el mismo criterio pero la separación máxima se reduce a 250 metros, debido a que los volúmenes de las calles laterales introducen perturbaciones en la progresión. Cada uno de estos semáforos debe estar justificado independientemente de acuerdo con los criterios mencionados en el punto anterior.

3.9.6 CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

3.9.6.1 Costo

El tamaño físico y costo de los computadores ha bajado mucho. El costo por intersección, sin embargo, es raro que baje de US \$ 16.000, incluyendo equipo de transmisión de datos, obras civiles y modificaciones.

Sin embargo, los beneficios de estos sistemas (si se encuentran justificados por los requisitos anteriores) son sustanciales y en general se estima que se recuperan los costos de instalación dentro del primer año de operaciones (En términos de tiempo ahorrado).

Cabe señalar que los beneficios dependen del cálculo de planes adecuados y de la calidad de los datos suministrados. Esto requiere un esfuerzo permanente de recolección de datos y puesta al día de planes. Los errores son más graves en un sistema centralizado que en uno independiente.

Generalmente al instalar un sistema coordinado se aprovecha para reemplazar equipo anticuado y en algunos casos mejorar la geometría de algunas intersecciones. Los costos en Ingeniería Civil para corregir esto más el tendido de cables puede ser considerable.

En algunos casos es posible arrendar líneas telefónicas para conectar controladores locales con el control central. Si bien esto reduce costos de inversión puede resultar en altos costos de operación. La conexión por radio tiene atractivos pero también limitaciones.

3.9.6.2 Equipos de detección de tránsito

Es un sistema coordinado y controlado por computador, es muy útil contar con información inmediata de los flujos de tránsito en las arterias principales. Esto es válido aun cuando sólo se adopten planes fijos y no dinámicos. La forma más práctica de obtener esto es mediante detectores de lazo.

Los detectores de lazo son razonablemente confiables siempre que se los mantenga adecuadamente. De acuerdo con la configuración usada estos detectores pueden entregar información sobre flujos (clasificados o no), velocidades, densidades de tránsito y largo de colas. Se han desarrollado otros tipos de detectores, fundamentalmente del tipo ultrasonido, de radar o de tubos neumáticos. Por el momento todos estos presentan problemas ya sea de mantenimiento, alineación o de señales falsas.

3.9.6.3 Estándares

Es importante tener en cuenta que es muy probable que cualquier sistema de coordinación que se instale deba ser ampliado en el futuro. Es probable que si se trata de un sistema arterial, el que éste llegue a formar parte de una red mayor en el futuro.

Por ello, es necesario adoptar de antemano estándares para las convenciones de comunicación y control. De este modo podrán instalarse equipos de diferentes fabricantes (que satisfagan ese estándar) interconectados en un mismo sistema. Esto es de gran importancia para asegurar que una ciudad no queda atada a un fabricante único.

3.9.6.4 Sistemas sin cable

Los sistemas sin cable más frecuentes utilizan la frecuencia de la red de energía eléctrica para mantener la sincronización de relojes en cada controlador local. Esto requiere que toda el área esté conectada a la misma subestación alimentadora. Se requiere además de contar con un reloj (normalmente de cuarzo) de respaldo para el caso de falla en el suministro de la energía eléctrica. La precisión requerida es del orden de por lo menos 2 segundos al año. Una mantención periódica 1 vez al año debe encargarse de actualizar planes y tiempos. El desarrollo de microprocesadores electrónicos de bajo costo permite el uso de varios planes para distintos días y horas. Existe la posibilidad de reforzar el sincronismo de los relojes mediante señales de radio, pero todavía esto no está bien desarrollado.

3.10 LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA SEMAFORIZACIÓN

La metodología propuesta en el presente manual para la semaforización permite una solución eficiente del problema en que cada condición, requisito, factor etc., ha sido tratada sistemáticamente.

Como un esquema final a continuación se da una lista de verificación con la cual, y de seguirse sus pasos, se puede enfrentar y solucionar el problema de semaforización.

Lista de verificación

- i) Determinar si se requiere realmente instalar un semáforo en la intersección. Recolectar la información requerida, principalmente conteos de tránsito, y comparar estos datos con los requisitos básicos para justificar una instalación de un semáforo.
- ii) Escoger uno o más períodos de diseño. Estos pueden ser por ejemplo:
 - hora de demanda máxima de la mañana de un día medio.
 - hora de demanda máxima de la tarde de un día medio.
 - hora de período (s) que no sea In) de demanda máxima.
 - un período hipotético en el futuro (por ejemplo de 2 años más).
- iii) Confeccionar diseños preliminares del diseño geométrico y distribución de pistas de la intersección.
- iv) Describir las corrientes o movimientos que usarán la intersección.
- v) Medir o estimar los flujos de saturación para cada movimiento y escoger los grados de saturación aceptables para cada movimiento.
- vi) Determinar los movimientos críticos, el diagrama de etapas o fases y calcular sus longitudes y la duración óptima del ciclo.
- vii) Revisar los flujos de saturación y otros de talle de su diseño si existen movimientos obstaculizados sin una fase especial.
- viii) Repetir los cálculos y etapas iv) a vN) para cada uno de los períodos de diseño.
- ix) Calcular índices de eficiencia para cada uno de sus diseños y cada período; en particular demoras.
- x) Repetir los cálculos en etapas iii) a vii) para otros diseños geométricos de la intersección.
- xi) Tomar una decisión sobre el diseño más adecuado y confeccionar planos detallado para la misma.
- xii) Contratar la construcción y montaje del nuevo sistema y vigilar su implementación.
- xiii) Estudiar el comportamiento de la intersección en los días que sigan a su inauguración y comparar los índices de rendimiento observados con los producidos en la etapa de diseño. Corregir y modificar los tiempos del diseño adoptado y/o la geometría de la intersección misma. Esta etapa del diseño, a menudo llamada sintonización fina de la intersección, es fundamental en la obtención de un diseño eficiente.
- xiv) Establecer o integrar la intersección en el programa de mantención regular de semáforos. Revisar cada dos años los flujos y el diseño para decidir si se hace necesario un cambio. Hacer esta revisión más a menudo si existen circunstancias que induzcan a cambios rápidos en las condiciones.

ÍNDICE DE CONTENIDO

4.	SEÑALIZACIÓN EN ZONAS DE TRABAJO	4-1
4.1	INTRODUCCIÓN.....	4-1
4.1.1	FUNCIÓN.....	4-1
4.1.2	ZONA DE TRABAJOS EN LA VÍA.....	4-1
4.1.2.1	Área de advertencia.....	4-1
4.1.2.2	Área de transición.....	4-1
4.1.2.3	Área de trabajos.....	4-1
4.1.2.4	Área de tránsito.....	4-1
4.1.2.5	Área de seguridad.....	4-1
4.1.2.6	Fin zona de trabajos.....	4-2
4.2	SEÑALES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	4-3
4.2.1	SEÑALES VERTICALES.....	4-3
4.2.1.1	Reglamentarias.....	4-3
4.2.1.2	Señales de advertencia de peligro.....	4-3
4.2.1.3	Señales informativas.....	4-3
4.2.2	ELEMENTOS DE CANALIZACIÓN.....	4-3
4.2.3	DEMARCACIÓN.....	4-3
4.2.4	SISTEMAS DE CONTROL DE TRÁNSITO.....	4-3
4.2.5	ELEMENTOS PARA AUMENTAR LA VISIBILIDAD DE TRABAJADORES Y VEHÍCULOS.....	4-3
4.2.6	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.....	4-3
4.2.6.1	Mensaje.....	4-3
4.2.6.2	Forma, color y dimensiones.....	4-4
4.2.6.3	Retroreflexión.....	4-4
4.2.6.4	Emplazamiento.....	4-4
4.2.7	SISTEMA DE SOPORTE.....	4-4
4.2.8	RETIRO DE SEÑALES.....	4-4
4.2.9	PLAN DE SEÑALIZACIÓN Y DE MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	4-5
4.3	SEÑALES VERTICALES.....	4-5
4.3.1	FORMA Y COLOR.....	4-5
4.3.2	DIMENSIONES.....	4-5
4.3.3	RETORREFLEXIÓN.....	4-9
4.3.4	EMPLAZAMIENTO.....	4-9
4.3.4.1	Ubicación longitudinal.....	4-9
4.3.4.2	Ubicación lateral.....	4-9
4.3.4.3	Altura.....	4-10
4.3.4.4	Orientación.....	4-10
4.3.5	SEÑALES REGLAMENTARIAS.....	4-10
4.3.6	SEÑALES TRANSITORIAS.....	4-10
4.3.6.1	Emplazamiento.....	4-13
4.3.7	SEÑALES INFORMATIVAS.....	4-20
4.3.7.1	Clasificación.....	4-20
4.3.7.2	Mensaje.....	4-22
4.3.7.3	Leyenda.....	4-22
4.3.7.4	Flechas.....	4-22
4.3.7.5	Tamaño y diagramación.....	4-22
4.3.7.6	Señales que informan sobre pistas de circulación de carreteras.....	4-27
4.4	CANALIZACIÓN.....	4-46
4.4.1	ELEMENTOS DE CANALIZACIÓN.....	4-46
4.4.1.1	Función.....	4-46
4.4.1.2	Color.....	4-46
4.4.1.3	Retroreflexión.....	4-46
4.4.1.4	Emplazamiento.....	4-47
4.4.1.5	Materiales.....	4-47
4.4.2	CONOS.....	4-48
4.4.3	DELINEADORES.....	4-49
4.4.3.1	Delineador vertical.....	4-49
4.4.4	BARRERAS.....	4-52
4.4.4.1	Barreras Simples.....	4-52
4.4.4.2	Barreras Articuladas.....	4-54
4.4.5	TAMBORES.....	4-55
4.4.6	CILINDROS DE TRÁNSITO.....	4-56
4.4.7	LUCES.....	4-57
4.4.7.1	Faros.....	4-57
4.4.7.2	Balizas de alta intensidad.....	4-57

4.4.8	REFLECTORES.....	4-58
4.4.9	FLECHAS DIRECCIONALES LUMINOSAS	4-58
4.4.9.1	Diseño geométrico.....	4-60
4.4.9.2	Longitud de transición (Lt).....	4-60
4.4.9.3	Longitud de seguridad (Ls).....	4-61
4.4.9.4	Ancho de seguridad (As).....	4-61
4.4.9.5	Protección a peatones.....	4-61
4.4.9.6	Trabajos de corta duración y/o móviles.....	4-63
4.5	DEMARCACIONES.....	4-65
4.5.1	TRATAMIENTO DE LA DEMARCACIÓN EN ZONAS DE TRABAJO	4-65
4.5.2	ELIMINACIÓN DE DEMARCACIONES PROVISORIAS	4-65
4.5.3	DESVÍO DE TRÁNSITO.....	4-65
4.6	SISTEMAS DE CONTROL DE TRÁNSITO.....	4-68
4.6.1	FUNCIÓN.....	4-68
4.6.2	CLASIFICACIÓN.....	4-68
4.6.3	EMPLAZAMIENTO.....	4-68
4.6.4	CONTROL PARE / SIGA	4-68
4.6.5	BANDERERO.....	4-69
4.6.6	OPERACIÓN DEL SISTEMA	4-69
4.6.7	SEMÁFOROS.....	4-70
4.7	ELEMENTOS PARA AUMENTAR VISIBILIDAD DE TRABAJADORES Y VEHÍCULOS	4-72
4.7.1	VESTIMENTA DE TRABAJO DE ALTA VISIBILIDAD	4-72
4.7.2	CLASIFICACIÓN.....	4-73
4.7.3	CARACTERÍSTICAS.....	4-73
4.7.3.1	Color.....	4-73
4.7.3.2	Retrorreflexión.....	4-73
4.7.3.3	Diseño.....	4-74
4.7.3.4	Material de fondo.....	4-74
4.7.3.5	Material retrorreflectante	4-74
4.7.4	UNIFORME DEL BANDERERO	4-75
4.7.5	ELEMENTOS RETRORREFLECTANTES PARA VEHÍCULOS	4-78
4.7.6	FORMA Y COLOR	4-78
4.7.7	UBICACIÓN.....	4-78
4.7.7.1	Parte Posterior.....	4-78
4.7.7.2	Costados.....	4-78
4.7.8	RETRORREFLEXIÓN.....	4-78
4.8	ESQUEMAS TIPO	4-80
4.8.1	ESQUEMAS TIPO VÍAS URBANAS	4-82
4.8.2	ESQUEMAS TIPO EN VÍAS RURALES	4-95
4.8.3	ESQUEMAS TIPO VÍAS URBANAS Y/O RURALES.....	4-107

4. SEÑALIZACIÓN EN ZONAS DE TRABAJO

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se abordan las señales, dispositivos, medidas de seguridad y esquemas de señalización que se deben utilizar cuando se realicen trabajos en la vía, entendiéndose como tales **cualquier trabajo o restricción temporal** que cause la obstrucción parcial o total de ésta.

Para cada señal, dispositivo y esquema se define su función, criterios de diseño y aplicaciones más comunes.

Las condiciones de circulación a través de una zona de trabajo no son las habituales para la mayoría de los usuarios, por lo que los criterios de seguridad aplicados al diseño de señalización de obras son tanto o más relevantes que en situaciones normales.

Los estándares definidos en este Capítulo deben considerarse como los mínimos requeridos en una zona de trabajo, cuando a juicio del diseñador existan zonas de mayor riesgo de accidentes o de peligros asociados a la obra, estos estándares pueden establecerse superiores a lo indicado.

4.1.1 FUNCIÓN

Las señales y medidas de seguridad para trabajos en la vía tienen como objetivo fundamental que el tránsito a través o en los bordes de la zona donde se realizan las obras sea seguro y expedito, alterando lo menos posible las condiciones normales de circulación, garantizando a su vez la seguridad de los trabajadores y de las obras.

Ello requiere que las señales y medidas utilizadas reglamenten la circulación, adviertan de peligros, guíen adecuadamente a los conductores a través de la zona de trabajo y protejan tanto a éstos como a los trabajadores.

Deben ser instaladas, previo análisis técnico, sólo en aquellos lugares donde se justifiquen y por el período de tiempo que duren los trabajos.

4.1.2 ZONA DE TRABAJOS EN LA VÍA

Una zona de trabajos en la vía está compuesta por las áreas o sectores mostrados en la Figura 4.1-1 y detallados a continuación.

4.1.2.1 Área de advertencia

En esta área se debe advertir a los usuarios la situación que la vía presenta más adelante, proporcionando suficiente tiempo a los conductores para modificar su patrón de conducción (velocidad, atención, maniobras, etc.) antes de entrar a la zona de transición.

4.1.2.2 Área de transición

Es el área donde los vehículos deben abandonar la o las pistas ocupadas por los trabajos. Esto se consigue generalmente con canalizaciones o angostamientos suaves, delimitados por conos, tambores u otro de los dispositivos especificados en la Sección 4.4.

4.1.2.3 Área de trabajos

Es aquella zona cerrada al tránsito donde se realizan las actividades requeridas por los trabajos, en su interior operan los trabajadores, equipos y se almacenan los materiales.

4.1.2.4 Área de tránsito

Es la parte de la vía a través de la cual es conducido el tránsito.

4.1.2.5 Área de seguridad

Es el espacio que separa el área de trabajos de los flujos vehiculares o peatonales. Su objetivo principal es proporcionar al conductor, que por error traspasa las canalizaciones del área de transición o la de tránsito, un sector despejado en el que recupere el control total o parcial del vehículo antes que éste ingrese al área de trabajo. Por ello no deben ubicarse en ella materiales, vehículos, excavaciones, señales u otros elementos.

4.1.2.6 Fin zona de trabajos

Es el área utilizada para que el tránsito retorne a las condiciones de circulación que presentaba antes de la zona de trabajo.

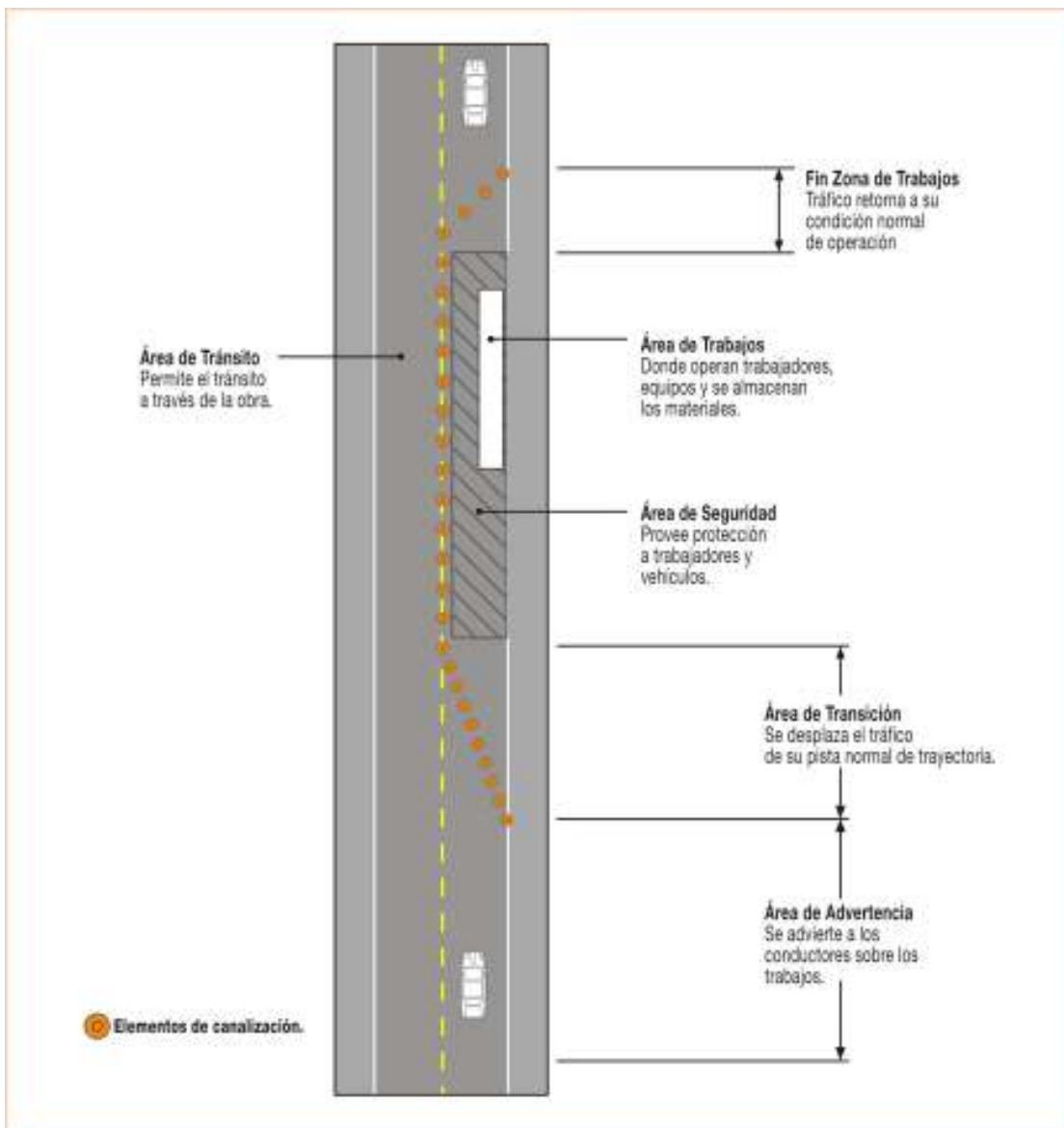


FIGURA 4.1-1 ZONA DE TRABAJOS EN LA VÍA

4.2 SEÑALES Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

La habilitación de toda zona de trabajos en la vía debe contemplar los siguientes tipos de señales y elementos:

4.2.1 SEÑALES VERTICALES

De acuerdo a la función que desempeñan, se clasifican en:

4.2.1.1 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 autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito. Estas señales se rigen por lo indicado en el Capítulo 1 de este Volumen.

4.2.1.2 Señales de advertencia de peligro

Su propósito es advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes. Estas señales suelen denominarse también señales preventivas. Estas señales se rigen por lo indicado en el Capítulo 1 de este Volumen.

4.2.1.3 Señales informativas

Tienen como propósito guiar a los usuarios a través de la zona de trabajos y entregarles la información necesaria para transitar por ella en forma segura. Estas señales se rigen por lo indicado en el Capítulo 1 de este Volumen.

El color de fondo de las señales de advertencia de peligro e informativas que deban ser instaladas sólo mientras se efectúan los trabajos debe ser naranja. Excepcionalmente la señal TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1) es amarilla fluorescente. Estas señales dan origen a una denominación especial, llamada Señales de Zonas de Obras o **Señales Transitorias**.

4.2.2 ELEMENTOS DE CANALIZACIÓN

Su propósito es delimitar las superficies disponibles para el tránsito, guiando a los conductores y peatones a través de la zona de trabajo, y aislar las áreas destinadas a la obra propiamente tal. También permiten definir las variaciones en el perfil transversal, garantizándose de esta forma un nivel de seguridad adecuado tanto a los usuarios de la vía como al personal a cargo de las obras.

4.2.3 DEMARCACIÓN

Se utiliza para regular la circulación, advertir, guiar y encauzar a los usuarios que transitan por la zona de trabajos.

4.2.4 SISTEMAS DE CONTROL DE TRÁNSITO

Su propósito es regular el paso de vehículos y peatones en la zona de trabajos en aquellos puntos o tramos donde dos o más flujos deben compartir la vía.

4.2.5 ELEMENTOS PARA AUMENTAR LA VISIBILIDAD DE TRABAJADORES Y VEHÍCULOS

Se utilizan para asegurar que los trabajadores y vehículos de la obra sean distinguidos y percibidos apropiadamente por los conductores en cualquier condición.

4.2.6 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

4.2.6.1 Mensaje

Toda señal o elemento utilizado en la zona de trabajos debe transmitir un mensaje inequívoco al usuario del sistema vial, lo que se logra a través símbolos y/o leyendas. Estas últimas se componen de palabras y/o números.

Dado que los símbolos se entienden más rápidamente que las leyendas, se recomienda dar prioridad al uso de ellos, los que deben corresponder sólo a los especificados en este Volumen.

Si el mensaje está compuesto por un símbolo y una leyenda, ambos deben ser concordantes.

Cuando se utilizan leyendas, éstas se deben construir con las letras, números y especificaciones contenidas en **el Anexo A del Volumen, tratándose de señales verticales, y en Anexos del Capítulo 2, en el caso de demarcaciones**. Esta normalización optimiza la legibilidad de las señales.

4.2.6.2 Forma, color y dimensiones

La forma, color y dimensiones mínimas que caracterizan a cada señal facilitan que sean reconocidas y comprendidas por los usuarios de la vía. En las siguientes secciones de este Capítulo se detallan dichas características para cada tipo de señal.

En particular, el color de fondo naranja de las señales de advertencia de peligro, informativas y elementos de canalización, utilizados en zonas de trabajos, indica a los usuarios de la vía el carácter transitorio de ellos.

Los colores de las señales y elementos de canalización deben corresponder a los especificados en Capítulo 1, Sección 1.5.

4.2.6.3 Retroreflexión

Las señales y dispositivos de seguridad deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática. Por ello, se confeccionan con materiales apropiados y se someten a procedimientos que aseguran su retroreflexión en toda su superficie en el caso de las señales, y al menos parcialmente en el caso de los dispositivos que no cuentan con iluminación propia. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminados por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. Ver Capítulo 1, Tópico 1.1.5.

En las secciones siguientes de este Capítulo se especifican para cada caso los estándares mínimos de retroreflexión que las señales y dispositivos deben cumplir **permanentemente**.

La retroreflexión de las señales y dispositivos se ve muy afectada por el polvo y cualquier suciedad que se adhiere a ellos, por lo que la mantención de los niveles especificados requiere de un programa de limpieza acorde a las características climáticas y medioambientales de cada zona en particular.

4.2.6.4 Emplazamiento

Dado que los trabajos en la vía constituyen una alteración de las condiciones normales de circulación, tanto la ubicación de dichos trabajos como sus características deben ser advertidas a los usuarios con una anticipación tal que les permita reaccionar y maniobrar en forma segura. Esto requiere que las señales y dispositivos estén emplazados apropiadamente respecto a la situación a que se refieren y de tal manera que sean claramente perceptibles para los usuarios de la vía.

En las secciones siguientes de este Capítulo se detallan los criterios y reglas que definen el emplazamiento para los distintos tipos de señales y dispositivos utilizados en zonas de trabajos en la vía.

4.2.7 SISTEMA DE SOPORTE

El sistema de soporte de las señales y elementos de canalización en zonas de trabajos debe asegurar que éstos se mantengan en la posición correcta ante cargas de viento y que si inadvertidamente es impactado por un vehículo, no represente un peligro grave para éste, para los peatones o para los trabajadores de la obra.

Cuando sea necesario lastrar las bases de esas señales y/o elementos se recomienda el uso de sacos de arena. **Nunca deben utilizarse en sus bases hormigón, estructuras metálicas o piedras.**

4.2.8 RETIRO DE SEÑALES

La señalización permanente deberá ser retirada o cubierta, de tal manera que no pueda ser vista de día o de noche de modo tal que no interfiera con la señalización transitoria.

De la misma manera, las señales transitorias y dispositivos utilizados durante la realización de los trabajos deben ser retirados o borrados, junto con la finalización de las obras que dieron origen a su instalación.

4.2.9 PLAN DE SEÑALIZACIÓN Y DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

Quien ejecute trabajos en las vías públicas está obligado a colocar y mantener por su cuenta, de día y de noche, la señalización y medidas de seguridad adecuadas a la naturaleza de las obras.

Con el objetivo de asegurar que dicha señalización y medidas de seguridad cumplan con su función, quien ejecute los trabajos debe confeccionar un **Plan de Señalización y de Medidas de Seguridad**, el cual debe contar con la aprobación previa de la autoridad competente sobre la vía.

El Plan de Señalización y Medidas de Seguridad debe ser confeccionado por un Ingeniero Civil, Arquitecto, Constructor Civil, Ingeniero de Ejecución de Transporte y/o Tránsito u otro profesional que cuente con un curso de acreditación respecto de la materia.

Las características específicas de dicho Plan dependen del impacto que tengan los trabajos en el tránsito de peatones, vehículos y otros usuarios de la vía. Por ello, la autoridad responsable de la operación de la vía es quién debe definirlas. En todo caso **todo Plan debe cumplir con los estándares mínimos especificados en este Manual**.

Se excluyen de la necesidad de presentar un Plan de señalización sólo los trabajos en la vía originados por situaciones de emergencia, como reposición de postes.

4.3 SEÑALES VERTICALES

La función de las señales verticales en zonas de trabajos, al igual que en el caso de las señales permanentes, es reglamentar o advertir de peligros o informar acerca de direcciones y destinos. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales y en sitios donde los peligros no son de por sí evidentes.

4.3.1 FORMA Y COLOR

Estas señales se clasifican en:

- Señales Reglamentarias: Su forma es circular y sólo se acepta inscribir la señal misma en un rectángulo cuando lleva una leyenda adicional. Se exceptúan las señales CEDA EL PASO (SR-2), PARE (SR-1). Sus colores son blanco, rojo, negro y azul. Estas señales son tratadas en detalle en el Capítulo 1 de este Volumen.
- Señales de Advertencia de Peligro: Tienen la forma de un cuadrado, que se coloca con una de sus diagonales en forma vertical. Su color de fondo es naranja y sus símbolos, leyendas y orla son negros. Excepcionalmente la señal TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1) es de fondo amarillo fluorescente
- Señales Informativas: Son rectangulares, pudiendo su lado mayor colocarse tanto horizontal como verticalmente. Su color de fondo es naranja y sus símbolos, letras y orla negros.

Los colores de estas señales deben corresponder a lo especificado en el Capítulo 1, Tópico 1.1.5.

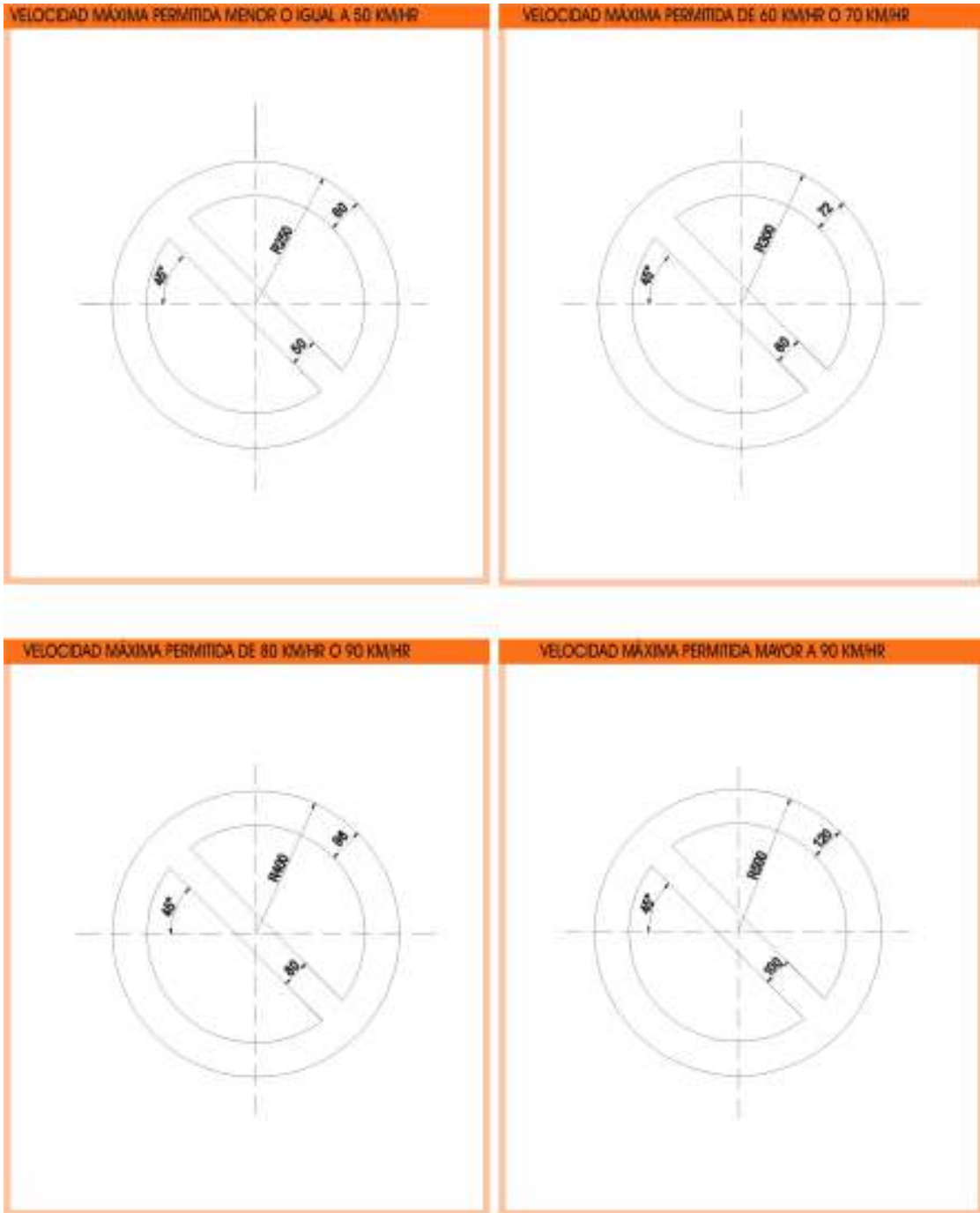
4.3.2 DIMENSIONES

El tamaño de las señales verticales es función de la velocidad máxima permitida en la zona de trabajos, ya que ésta determina las distancias a la que la señal debe ser vista y leída. Por ello, las dimensiones mínimas de cada señal reglamentaria y de advertencia de peligro, se han definido según los siguientes cuatro tramos de velocidades máximas permitidas:

- menor o igual a 50 km/hr
- 60 ó 70 km/hr
- 80 ó 90 km/hr
- mayor a 90 km/hr

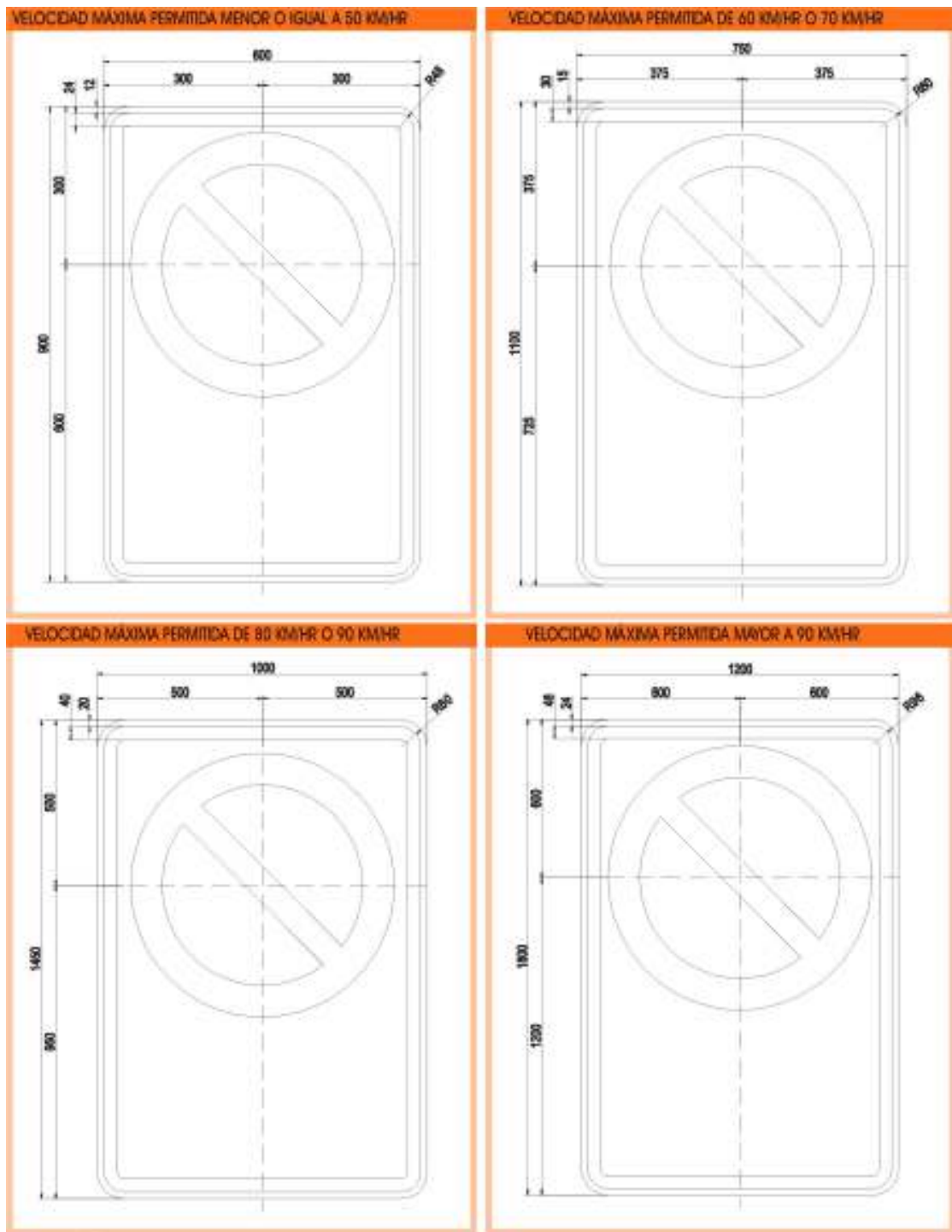
En la Figura 4.3-1, 2 y 3 se muestran los tamaños mínimos asociados a dichas velocidades. No obstante, cuando se requiera mejorar la visibilidad de una señal, tales dimensiones mínimas pueden ser aumentadas, siempre que se mantenga la proporcionalidad entre todos sus elementos.

En el caso de señales informativas para trabajos en la vía, las medidas de la señal dependen del tamaño de letra, de la o las leyendas y demás elementos a inscribir en ella. Dado el tamaño de letra que corresponda a la velocidad máxima, la señal se diagrama horizontal y verticalmente con los espacios pertinentes entre todos sus elementos, según se detalla en Anexo A.



notas en milímetros.

FIGURA 4.3-1 DIMENSIONES MÍNIMAS SEÑALES REGLAMENTARIAS



cotas en milímetros

FIGURA 4.3-2 DIMENSIONES MÍNIMAS SEÑALES REGLAMENTARIAS

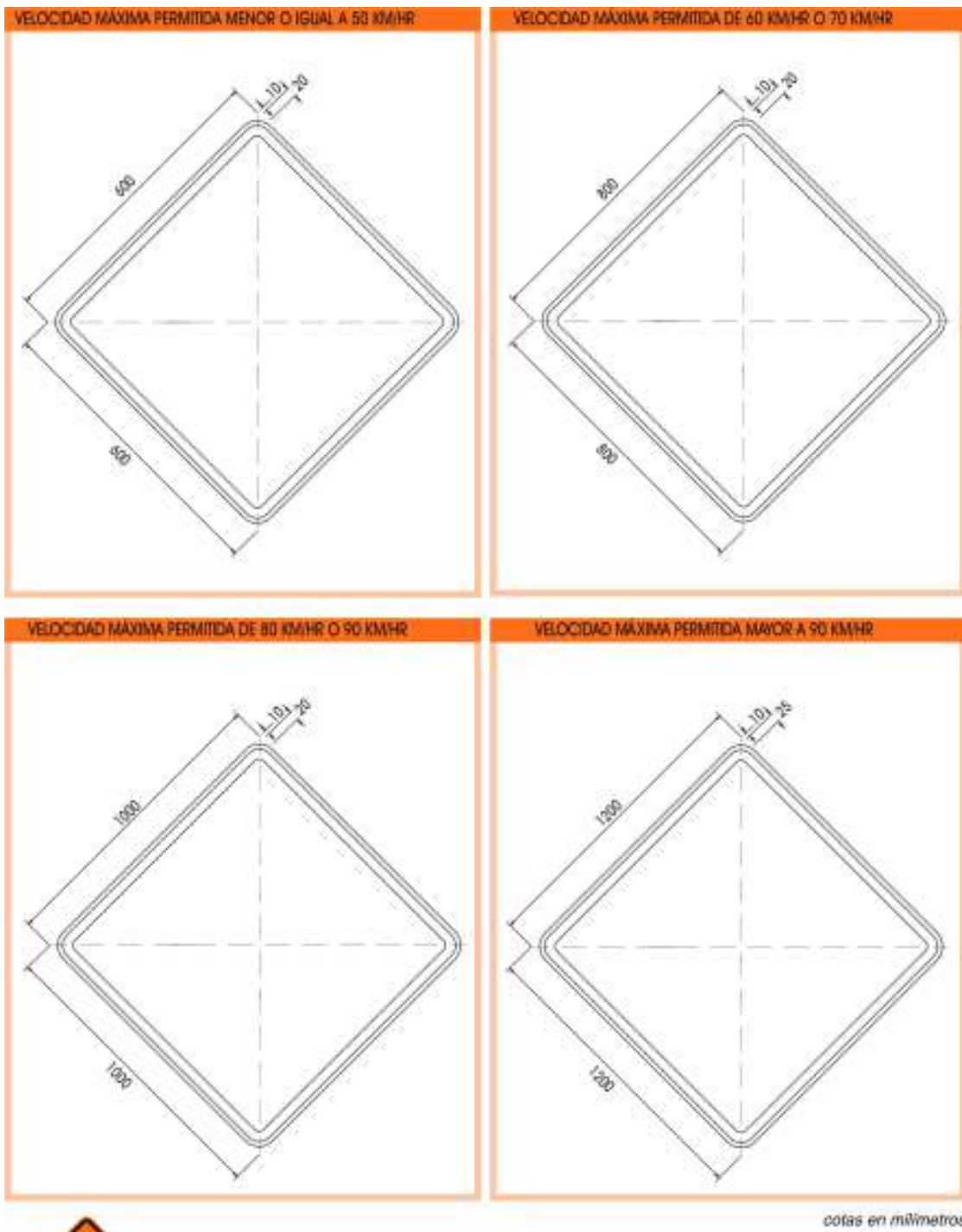


FIGURA 4.3-3 DIMENSIONES MÍNIMAS SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

4.3.3 RETORREFLEXIÓN

Los colores de las señales verticales preventivas e informativas utilizadas en zonas de trabajos deben cumplir **siempre** con los niveles mínimos de retrorreflexión que se entregan en la Tabla 4.3-1, cuyos ángulos de entrada y de observación corresponden a los definidos en la Norma ASTM D 4956 – 95.

Los colores de las señales reglamentarias deben cumplir siempre con los niveles mínimos de retrorreflexión especificados en el Capítulo 1 de este Manual.

TABLA 4.3-1 NIVELES MÍNIMOS DE RETORREFLEXIÓN (CD/LX M2)

Ángulo		Color		
Entrada	Observación	Naranja	Amarillo	Blanco
- 4°	0,2°	80	136	200
30°	0,2°	48	80	120
- 4°	0,5°	24	50	76
30°	0,5°	20	36	52

4.3.4 EMPLAZAMIENTO

Para garantizar su eficacia el emplazamiento de las señales verticales debe considerar:

- distancia entre la señal y la situación a la cual ella se refiere o ubicación longitudinal
- distancia entre la señal y la o las pistas destinadas a la circulación o ubicación lateral
- altura
- orientación

En general las señales verticales se instalan a los costados del sector de calzada destinada a la circulación, en el área de advertencia o de fin de trabajos.

Excepcionalmente, por las características especiales de la obra puede ser necesario ubicarlas también en el Área de Transición, pero en ningún caso deben instalarse en el área de seguridad o de trabajo.

4.3.4.1 Ubicación longitudinal

La ubicación longitudinal de cada señal debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima permitida en la vía, ver, leer y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- a) indicar el inicio o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señal debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- b) advertir o informar sobre condiciones de la vía o de acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

4.3.4.2 Ubicación lateral

Para que las señales puedan ser percibidas por los conductores es preciso que éstas se ubiquen dentro de su cono de atención, esto es, dentro de 10° respecto de su eje visual, evitando instalarlas alejadas de la calzada, demasiado elevadas o muy bajo respecto del nivel de ésta. Ver Figura 4.3-4.

Para lograr una buena visibilidad nocturna de las señales se recomienda ubicarlas en lugares donde puedan ser adecuadamente iluminadas por los focos de los vehículos.

En general, los conductores están acostumbrados a encontrar las señales al lado derecho de la vía, por lo tanto es allí donde deben ser ubicadas. Sin embargo, dado el carácter excepcional de los trabajos en la vía, siempre se debe considerar el reforzamiento de la señal instalando otra idéntica al costado izquierdo.

Los postes y demás elementos estructurales de las señales pueden representar un peligro para los usuarios que eventualmente los impacten y para los trabajadores de la obra. Por ello, teniendo presente la ubicación de las señales dentro del cono de atención, es conveniente situarlas alejadas del borde de la o las pistas de circulación, disminuyendo así las probabilidades de que sus soportes sean embestidos por los vehículos.

TABLA 4.3-2 VALORES DISTANCIAS MÍNIMAS UBICACIÓN LATERAL (A) Y ALTURA (H)

Tipo Vía	A(m)		H(m)	
	mínimo	mínimo	mínimo	máximo
Vías rurales	0,8	1,5	2,2	
Vía urbana sin solera	1,0	2,0	2,2	
Vía urbana con solera	0,3	2,0	2,2	



FIGURA 4.3-4 UBICACIÓN SEÑALES VERTICALES EN ÁREA DE ADVERTENCIA

Las distancias laterales mínimas mostradas en la Figura 4.3-4 han dado un resultado satisfactorio, por lo que deben servir como guía, para señales instaladas en el Área de Advertencia. Las señales que se instalen en el Área de Transición, se deben ubicar detrás de la canalización, como se muestra en los esquemas tipo de la Sección 4.8.

4.3.4.3 Altura

La altura de la señal debe asegurar su visibilidad. Por ello la elevación correcta queda definida, en primer lugar, por los factores que podrían afectar dicha visibilidad, como altura de vehículos en circulación, alto de la vegetación existente o la presencia de cualquier otro obstáculo. En segundo lugar, debe considerarse la geometría horizontal y vertical de la vía.

Los valores recomendados para la altura del borde inferior de una señal vertical en una zona de trabajos en la vía, respecto de la parte más alta de la calzada se muestran en la Figura 4.3-4.

4.3.4.4 Orientación

Cuando un haz de luz incide perpendicularmente en la cara de una señal se produce el fenómeno de reflectancia especular, que deteriora su nitidez. Para minimizar dicho efecto, se recomienda orientar las señales de modo que la cara de éstas y una línea paralela al eje de calzada formen un ángulo ligeramente superior a 90°.

4.3.5 SEÑALES REGLAMENTARIAS

Las características de estas señales no varían cuando se instalan en zonas de trabajos respecto de su aplicación permanente, por lo que sus especificaciones deben ser consultadas en el Capítulo 1 del presente Volumen.

4.3.6 SEÑALES TRANSITORIAS

Las Señales Transitorias corresponden a señales de advertencia de peligro en zonas de trabajo, las cuales se basan en las señales preventivas, vistas en el Capítulo 1 de este Volumen. El propósito de ellas es advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la zona de trabajos.

Estas señales, en adelante referidas como de "Preventivas Transitorias" (PT), requieren que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones.

Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso excesivo de ellas para prevenir peligros aparentes tiende a disminuir el respeto y obediencia a todas las señales.

Las señales transitorias que deben instalarse mientras se realicen los trabajos serán de fondo naranja y su símbolo negro, con la excepción de la señal TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1).

En esta sección se presentan en detalle solamente las señales de advertencia sobre zona de trabajos PT-1, 2 y 3, ya que con la excepción del color de fondo – naranja – la forma, dimensiones, letras, símbolos y ámbito de aplicación de las otras señales de advertencia se especifican en el Capítulo 1, señales preventivas del presente Volumen.

No obstante lo anterior, para facilitar el uso de este Manual, todas las señales de advertencia eventualmente utilizadas en zonas de trabajo, se muestran en la Figura 4.3-5, 6 y 7.



FIGURA 4.3-5 SEÑALES TRANSITORIAS



FIGURA 4.3-6 SEÑALES TRANSITORIAS (CONTINUACIÓN)



FIGURA 4.3-7 SEÑALES TRANSITORIAS (CONTINUACIÓN)

4.3.6.1 Emplazamiento

Las señales transitorias 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. Este puede variar de 3 segundos, en el caso de las señales de advertencia más sencillas, como CURVA A LA DERECHA (PT-5), PENDIENTE FUERTE DE BAJADA (PT-17), etc., hasta 10 segundos en el caso de señales sobre situaciones complejas como CRUCES FERROVIARIOS (PT-33, PT-34), BIFURCACIONES Y CONVERGENCIAS (PT-37), etc.

Por lo tanto, la distancia requerida entre la señal y la situación que advierte queda determinada por la velocidad máxima permitida en la vía y el tiempo a que se refiere el párrafo anterior (distancia mínima = velocidad máxima * tiempo de reacción).

Dicha distancia puede ser ajustada, dependiendo de factores tales como, geometría de la vía, accesos y calles de servicio, visibilidad, tránsito y otros, pero en ningún caso podrá ser menor a 30 m.

Lo anterior, sin perjuicio de las distancias mínimas establecidas más adelante para casos específicos.

En el caso especial de las señales que advierten sobre restricciones en la zona de trabajos, que afectan sólo a cierto tipo de vehículos, ellas deben ubicarse antes del empalme con la ruta alternativa o desvío que evita la restricción o antes del lugar donde un vehículo afectado por la limitación pueda virar en "U". Dicha ruta alternativa debe contar con señalización informativa que permita a los conductores retomar la vía original sin dificultad. En la Figura 4.3-8 se esquematiza esta situación.

Cuando la distancia entre la señal de advertencia y el inicio de la condición peligrosa es superior a 300 m, se debe agregar a la señal una placa adicional que indique tal distancia, como lo muestra la Figura 4.3-9. Si dicha distancia es menor a un kilómetro la indicación se da en múltiplos de 100 m y si es mayor, se redondea a kilómetros enteros.

Cuando los trabajos se lleven a cabo en vías urbanas donde la velocidad máxima permitida sea igual o superior a 70 km/hr, todas las señales de advertencia deberán contener placas que indiquen la distancia al riesgo en metros o kilómetros.

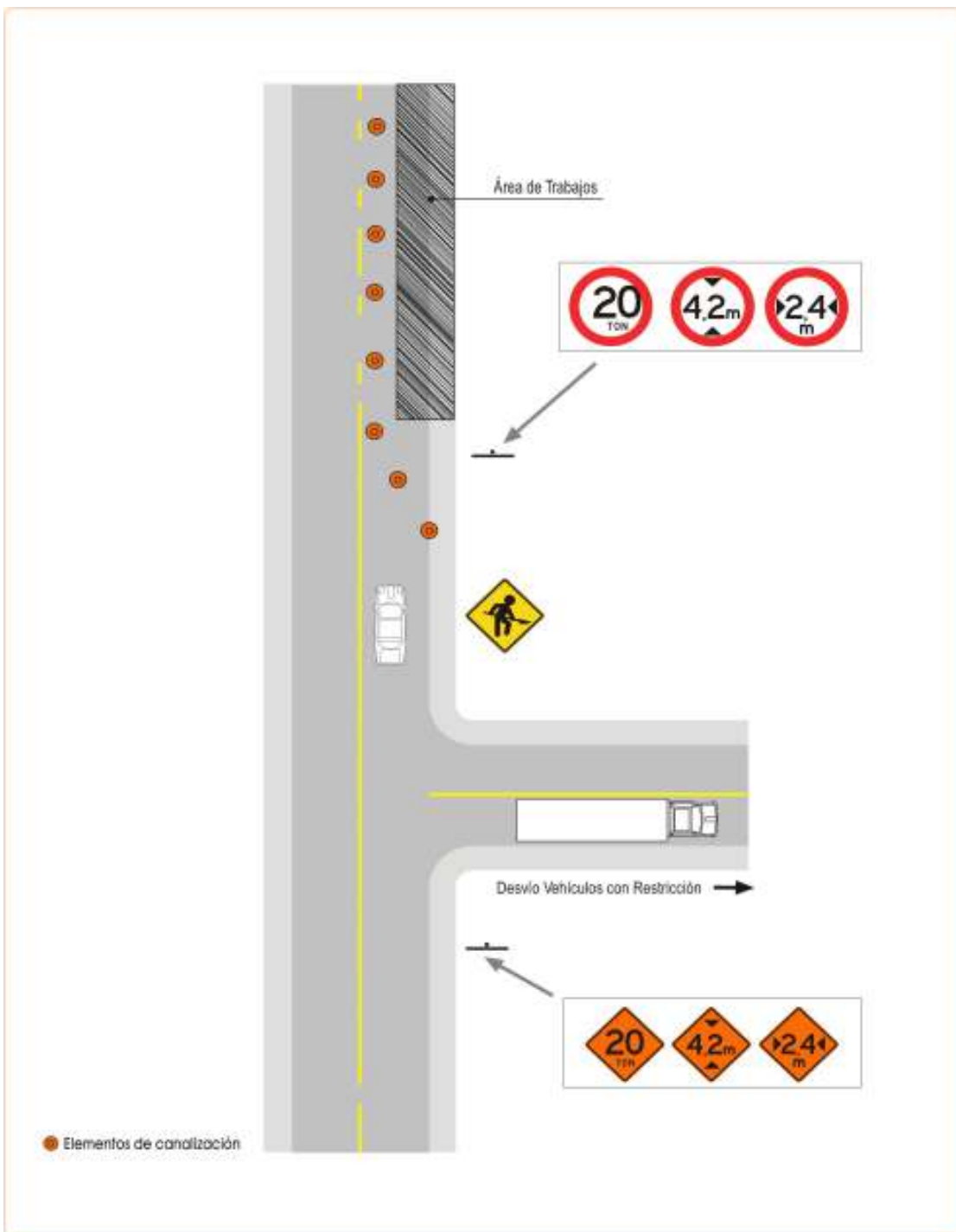
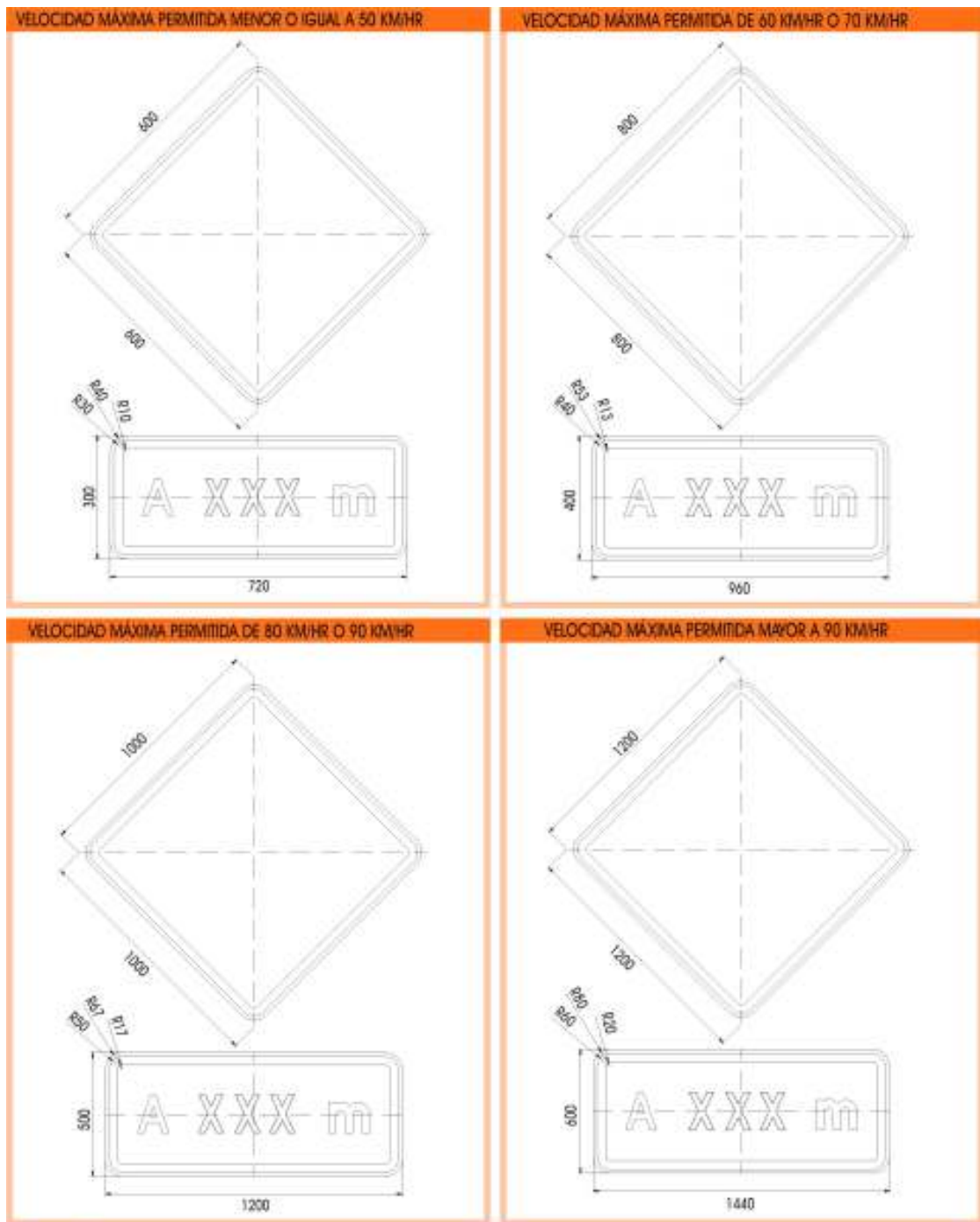


FIGURA 4.3-8 EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN ZONA CON RESTRICCIÓN

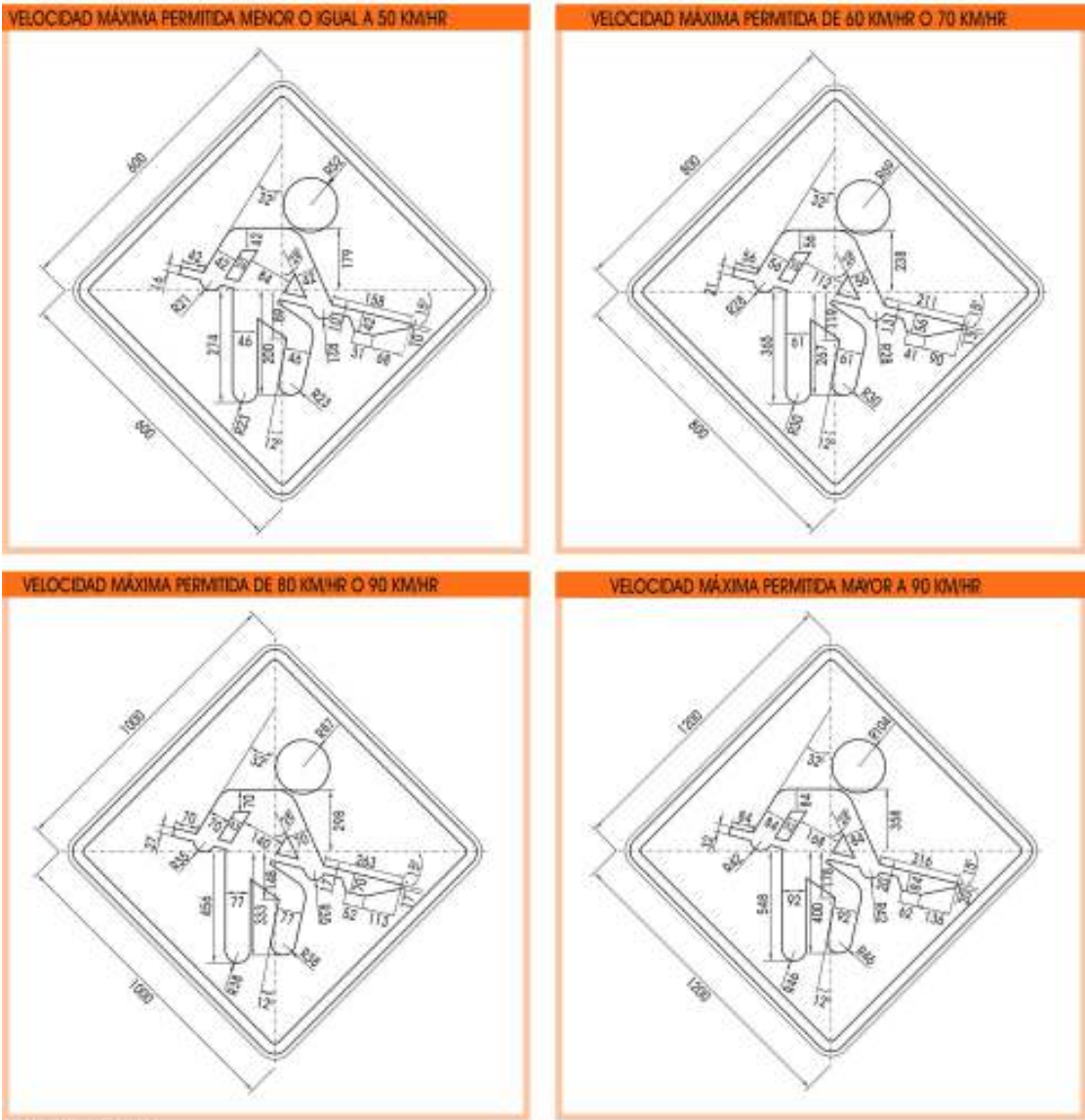


colas en milímetros



FIGURA 4.3-9 SEÑAL TRANSITORIA CON PLACA ADICIONAL

TRABAJOS EN LA VÍA **PT - 1**



cotas en milímetros



Esta señal se utiliza para advertir a los conductores que las condiciones de circulación se modifican más adelante por la realización de trabajos en la vía.

Se debe ubicar antes del área de transición o canalización, a una distancia que depende de la velocidad Máxima permitida antes de la zona de trabajo, y de aquella autorizada en la zona misma y otras variables como tiempo de reacción.

Excepcionalmente, esta señal de advertencia es de color amarillo fluorescente.

FIGURA 4.3-10 SEÑAL PT-1

En la Tabla 4.3-3 se presentan distancias mínimas recomendadas, suponiendo una diferencia de velocidades máximas de aproximadamente 10 m/s - por ejemplo, pasar de 100 a 70 km/hr -, una desaceleración de 1 m/s², un tiempo de reacción de 5 segundos, con tránsito bajo o moderado.

TABLA 4.3-3 DISTANCIAS MÍNIMAS

Velocidad Máxima antes de Zona de Trabajos (Km/hr)	Distancia (D) mínima entre señal TRABAJOS EN LA VIA (PT-1) e inicio Área de Transición o canalización (m)	
	Vías Rurales	Vías Urbanas
Menor o Igual a 40	100	30
50	150	60
60	200	150
70	270	250
80	350	350
90	400	400
100	500	500
110	550	-
120	650	-

En vías urbanas que tengan características de autopistas, la distancia mínima deberá regirse por lo establecido para vías rurales. Estos valores mínimos deben ser aumentados cuando las características físicas y operacionales de la vía lo ameriten.

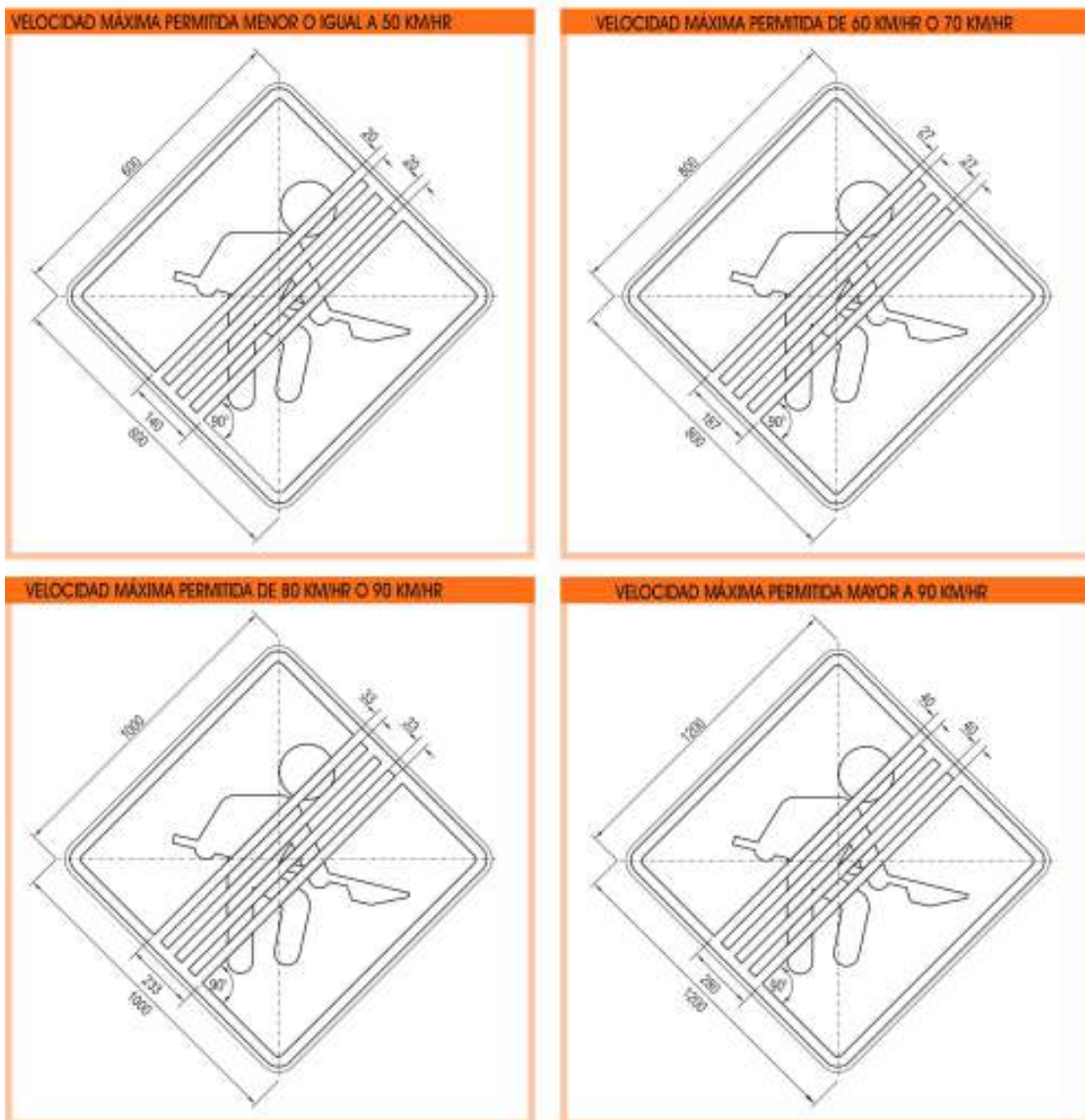
Cuando la referida distancia sea superior a 300 m se debe agregar una placa adicional que indique dicha longitud con la leyenda "A XXX m". A su vez, cuando la zona de trabajo cubra más de 500 m y menos de 1000 m, se puede agregar una placa que indique el largo de dicha zona con la leyenda "PRÓXIMOS XXX M". Si los trabajos se prolongan por más de 1000 m, la indicación debe estar aproximada al km, "PRÓXIMOS XX KM".

Dada la relevancia del mensaje que entrega esta señal, ella puede ser reiterada uniformemente antes del área de transición y/o puede ser reforzada ubicándola también al costado izquierdo de la vía.

Si los trabajos se encuentran muy próximos a una intersección, esta señal debe instalarse también en las otras vías que acceden al cruce, con placas adicionales que contengan flechas apuntando en la dirección de los trabajos. Ver esquema en Sección 4.8, Figura 4.8-12 y Figura 4.8-13.

FIN TRABAJOS EN LA VÍA

PT - 2



cotas en milímetros



Esta señal se utiliza para indicar que la circulación a través de la zona de trabajo ha concluido y se reestablecen las condiciones que existían antes de ella.

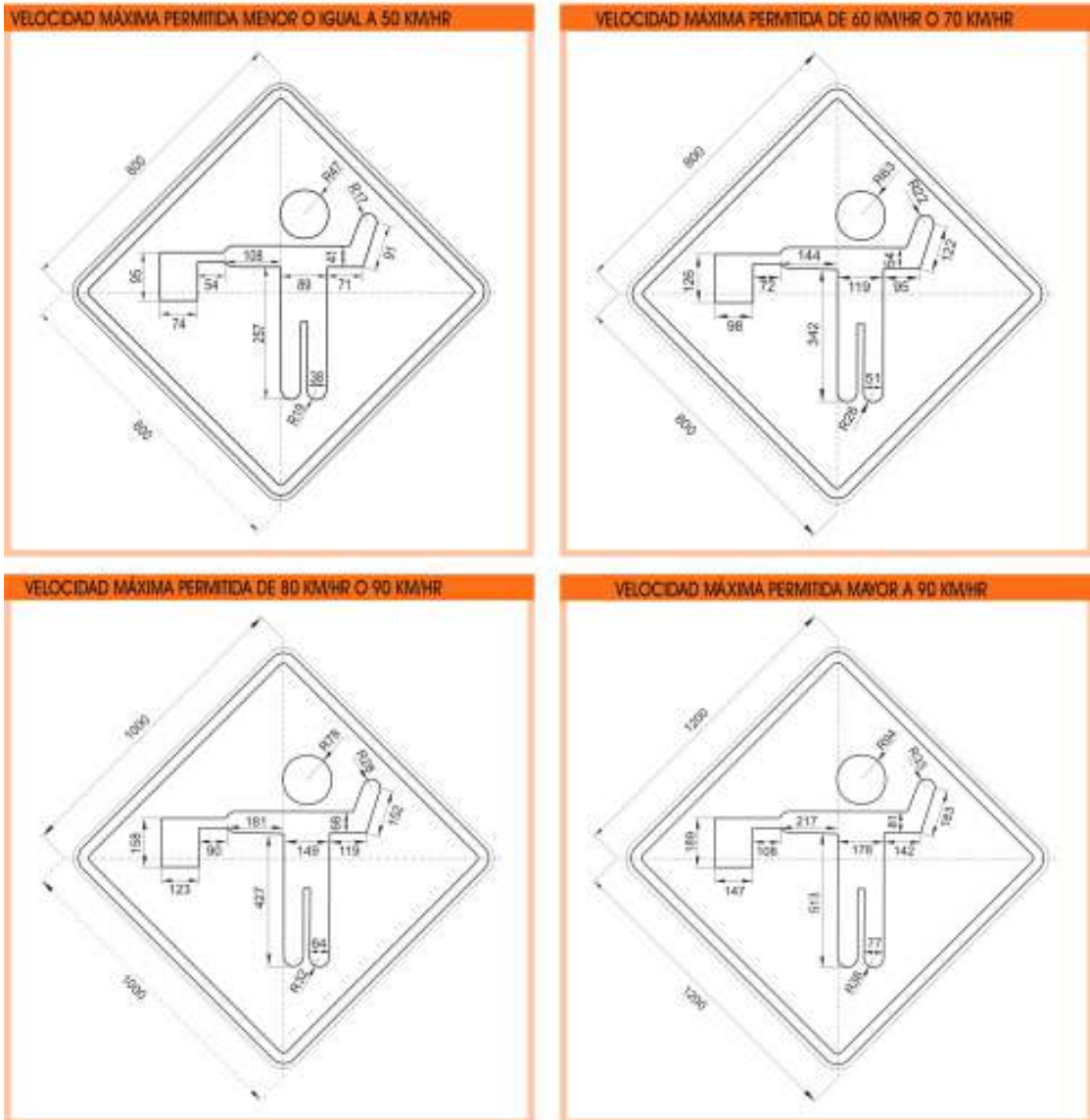
Para reforzar el mensaje se debe agregar una placa adicional con la leyenda "FIN TRABAJOS".

Esta señal se debe instalar a no menos de 120 m del punto donde finaliza el área de seguridad, en vías rurales, y a no menos de 25 m cuando se trata de vías urbanas.

FIGURA 4.3-11 SEÑAL PT-2

BANDERERO

PT - 3



cotas en milímetros



Esta señal se utiliza para advertir que más adelante el tránsito por la zona de trabajos es controlado por un Banderero. Por motivos de seguridad de este trabajador, la velocidad máxima permitida en el sector que se ubica el banderero no debe superar los 50 km/hr. En zonas de trabajos con velocidades máximas superiores, deben adoptarse medidas para disminuir la velocidad gradualmente, hasta 50 km/hr, a lo menos 200 m antes en vías rurales y 100 m en urbanas.

La señal debe ubicarse a lo menos 350 m antes del punto de control en vías rurales y 120 m en urbanas, Recomendándose que sea reiterada antes del punto donde el Banderero se ubique.

FIGURA 4.3-12 SEÑAL PT-3

4.3.7 SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios a través de la zona de trabajos, entregándoles la información necesaria para que puedan transitar por ella de la forma más segura, simple y directa posible.

4.3.7.1 Clasificación

Las señales informativas para trabajos en la vía, de acuerdo a su función, se clasifican en:

- Señales que guían al usuario a través de un desvío (ITD)
- Señales que informan sobre pistas de circulación (ITP)
- Otras (ITO)

Además, se consideran señales informativas para trabajos en la vía las Señales de Preseñalización (IP), de Dirección (ID) y de Confirmación (IC), que son utilizadas solamente durante la realización de los trabajos. Con la excepción de su color de fondo, siempre naranja, y de letras y orla negras, las características de diseño y diagramación de estas señales se detallan en el Capítulo 1 del presente Volumen.

En la Figura 4.3-13 se muestran las señales informativas mencionadas.

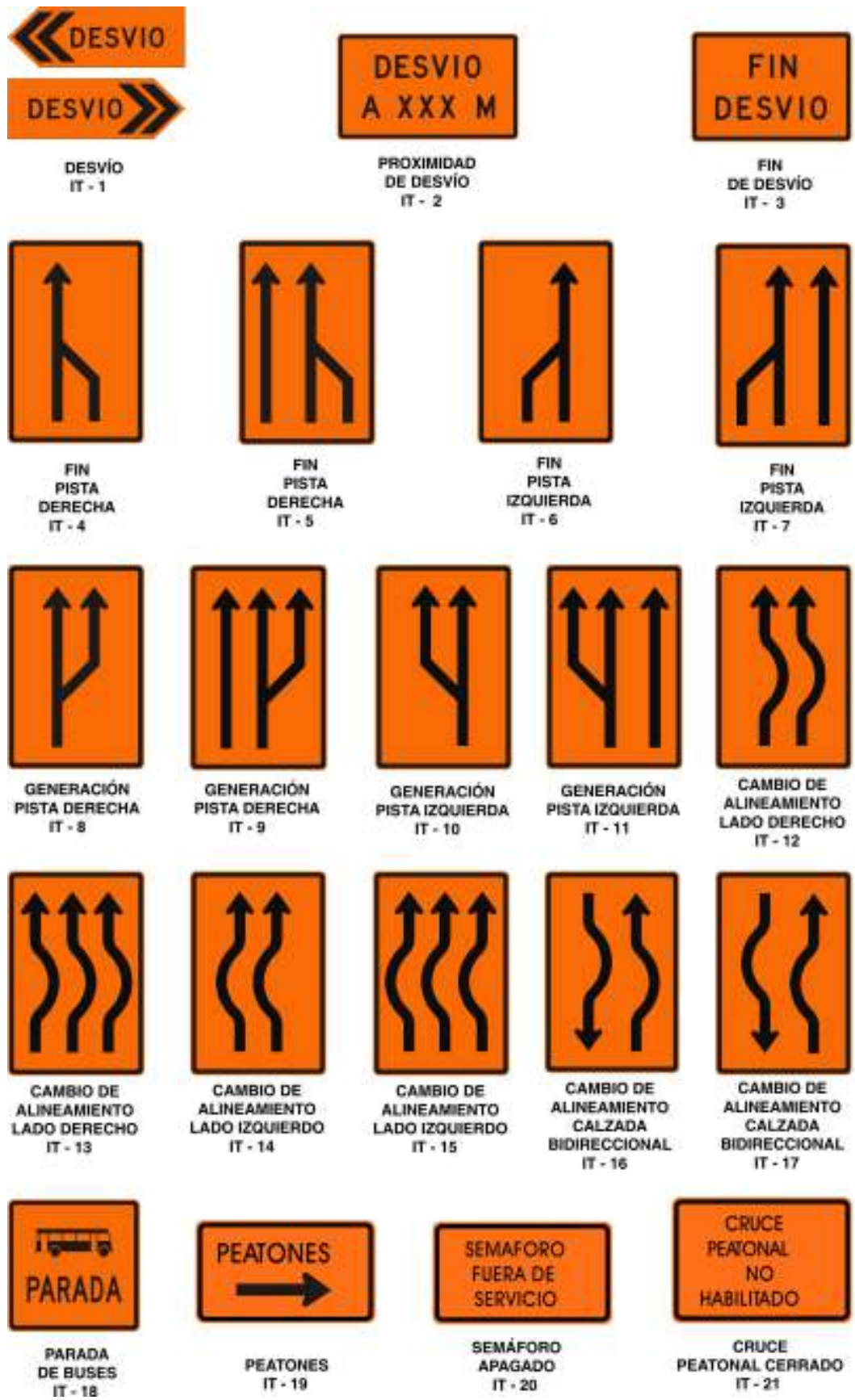


FIGURA 4.3-13 SEÑALES TRANSITORIAS

4.3.7.2 Mensaje

En el caso de las señales informativas, el mensaje no siempre se entrega a través de una sola señal, sino que en una secuencia de ellas, diseñadas y emplazadas para funcionar en conjunto, como se detalla en el Capítulo 1 de este Manual.

Las señales informativas de carácter permanente, que se ubiquen dentro de una zona de trabajos y cuyo mensaje no tenga validez mientras se desarrollen las obras, deben ser retiradas o cubiertas, de tal manera que no confundan a los usuarios de la vía.

4.3.7.3 Leyenda

Ya que los conductores no deben distraer su atención de la vía por más de un instante, una señal informativa no debe contener un texto de más de 3 líneas.

Cuando la señal informe sobre situaciones que ocurren más adelante en la vía, se debe indicar la distancia a dicha situación, ubicando en su parte inferior la leyenda "A XXX M". Ver Figura 4.3-9.

4.3.7.4 Flechas

Las flechas se usan para asociar pistas a determinados movimientos y para indicar en un desvío la dirección y sentido a seguir.

La flecha debe ser oblicua ascendente o bien horizontal, representando claramente el ángulo de la maniobra requerida.

En señales de Preseñalización y Dirección deben utilizarse las flechas definidas en el Capítulo 1 del presente volumen. En el caso de señales que informan sobre la utilización de pistas de circulación en Autopistas y Autovías deben utilizarse las flechas detalladas más adelante para las señales ITP.

4.3.7.5 Tamaño y diagramación

a. Letras

Las leyendas de señales informativas de obras se escriben con letras mayúsculas.

En condiciones ideales los mensajes se pueden leer y entender de una sola mirada, pero factores como la distracción del conductor, la obstrucción de la línea visual por otros vehículos, condiciones climáticas desfavorables, visión reducida u otros, pueden demorar la lectura. Por ello, se estima que el tiempo requerido para leer y entender una señal puede variar entre 3 y 5 segundos, dependiendo fundamentalmente de la capacidad del conductor y del grado de complejidad del mensaje. A su vez, el tiempo disponible para leer una señal queda determinado por la velocidad del vehículo.

En función de la velocidad máxima permitida en la zona de trabajo se han determinado las alturas mínimas de letra que detalla la Tabla 4.3-4. En cada caso se entregan dos valores: el primero de ellos aplicable a mensajes simples, cuya leyenda no supere las 2 líneas, y el segundo, a mensajes de mayor complejidad de hasta 3 líneas.

TABLA 4.3-4 ALTURA MÍNIMA DE LETRAS PARA DISTINTAS VELOCIDADES MÁXIMAS

Velocidad Máxima (Km/hr)	Altura Mínima de Letra (cm)	
	Leyendas simples	Leyendas complejas
Menor o igual a 40	7,5	12,5
50	12,5	17,5
60 ó 70	15,0	22,5
80 ó 90	20,0	30,0
Mayor a 90	25,0	35,0

No obstante lo anterior, los tamaños mínimos de letra pueden aumentarse si un estudio técnico de las condiciones del tránsito y su composición, de la geometría de la vía u otros factores lo justifica.

Determinada la altura de letra, la señal se diagrama horizontal y verticalmente con los espacios pertinentes entre todos sus elementos: leyenda, símbolo, orla y flechas, de acuerdo a lo indicado más adelante y en el Anexo A. Este procedimiento define las dimensiones de la señal.

b. Espaciamientos y márgenes

Los espaciamientos entre letras de una palabra se detallan en el Anexo A.

El margen mínimo a utilizar en el diseño de las señales informativas para zonas de trabajos corresponde a $3/4$ de la altura de letra, tanto para márgenes inferiores y superiores como laterales. Dicho margen se mide desde el borde exterior de la señal hasta el borde de la leyenda correspondiente.

La separación mínima entre líneas de texto es $1/2$ de la altura de letra.

c. Orla

El ancho de la orla de la señal debe corresponder al especificado en la Tabla 4.3-5.

TABLA 4.3-5 ANCHO DE ORLA

Dimensión de la señal	Ancho orla
Hasta 1m x 1m	2,0 cm
Hasta 2m x 3m	2,5 cm
Más de 2m x 3m	3,0 cm

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

d. Emplazamiento

La ubicación longitudinal de las señales informativas queda determinada por su función y se especifica más adelante para cada tipo de señal. No obstante, dicha ubicación puede ser ajustada, dependiendo de las condiciones del lugar y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, composición de éste y otros.

Siempre se debe tener presente que la repetición de señales informativas, ya sea a través de una secuencia en la ruta o de su instalación en ambos costados de ella, ofrece al conductor más de una oportunidad para obtener la información que se desea entregarle.

DESVÍO **IT - 1**



cotas en milímetros



Esta señal se utiliza para indicar a los usuarios el tipo de maniobra requerida para continuar circulando a través de la zona de trabajos. Se debe ubicar justo antes del lugar donde nace el desvío, con la flecha indicando en qué dirección y sentido continúa la vía.

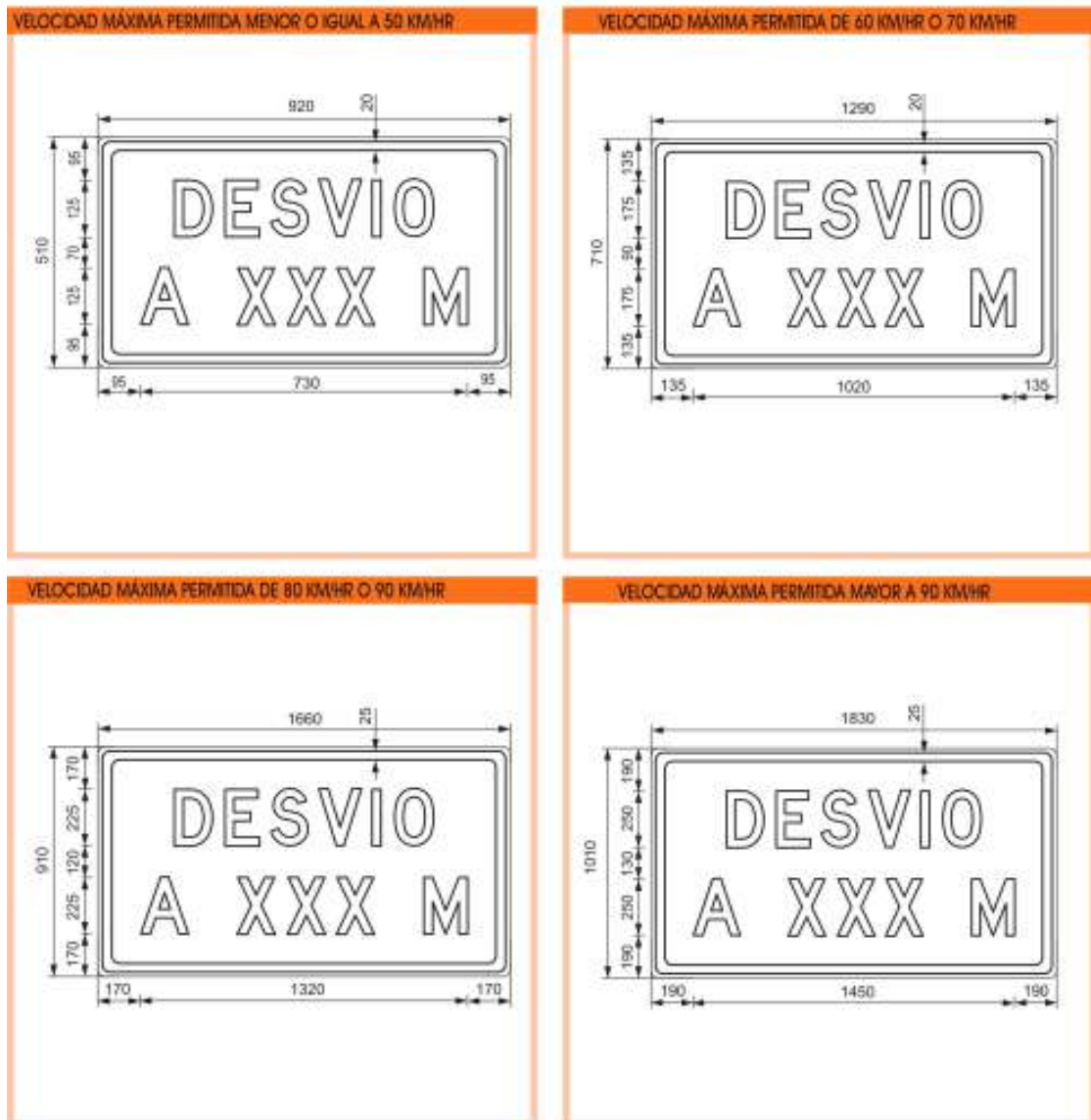


A lo largo del desvío puede ser reiterada cuando se produzcan cambios de dirección importantes.

FIGURA 4.3-14 SEÑAL IT-1

PROXIMIDAD DE DESVÍO

IT-2



cotas en milímetros



Esta señal informa sobre la proximidad de un desvío en la zona de trabajos. Debe indicar siempre la distancia a la que éste se encuentra.

En vías rurales puede ser reiterada al menos una vez.

FIGURA 4.3-15 SEÑAL IT-2

FIN DE DESVÍO **IT-3**

VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MENOR O IGUAL A 50 KM/HR.



VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 60 KM/HR O 70 KM/HR.



VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA DE 80 KM/HR O 90 KM/HR.



VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA MAYOR A 90 KM/HR.



cotas en milímetros



Esta señal informa sobre el fin de la restricción a la circulación por la ruta en que se encontraban los vehículos antes de ingresar al desvío.

Se debe ubicar a no más de 100 m del lugar de retorno a la ruta original.

FIGURA 4.3-16 SEÑAL IT-3

4.3.7.6 Señales que informan sobre pistas de circulación de carreteras

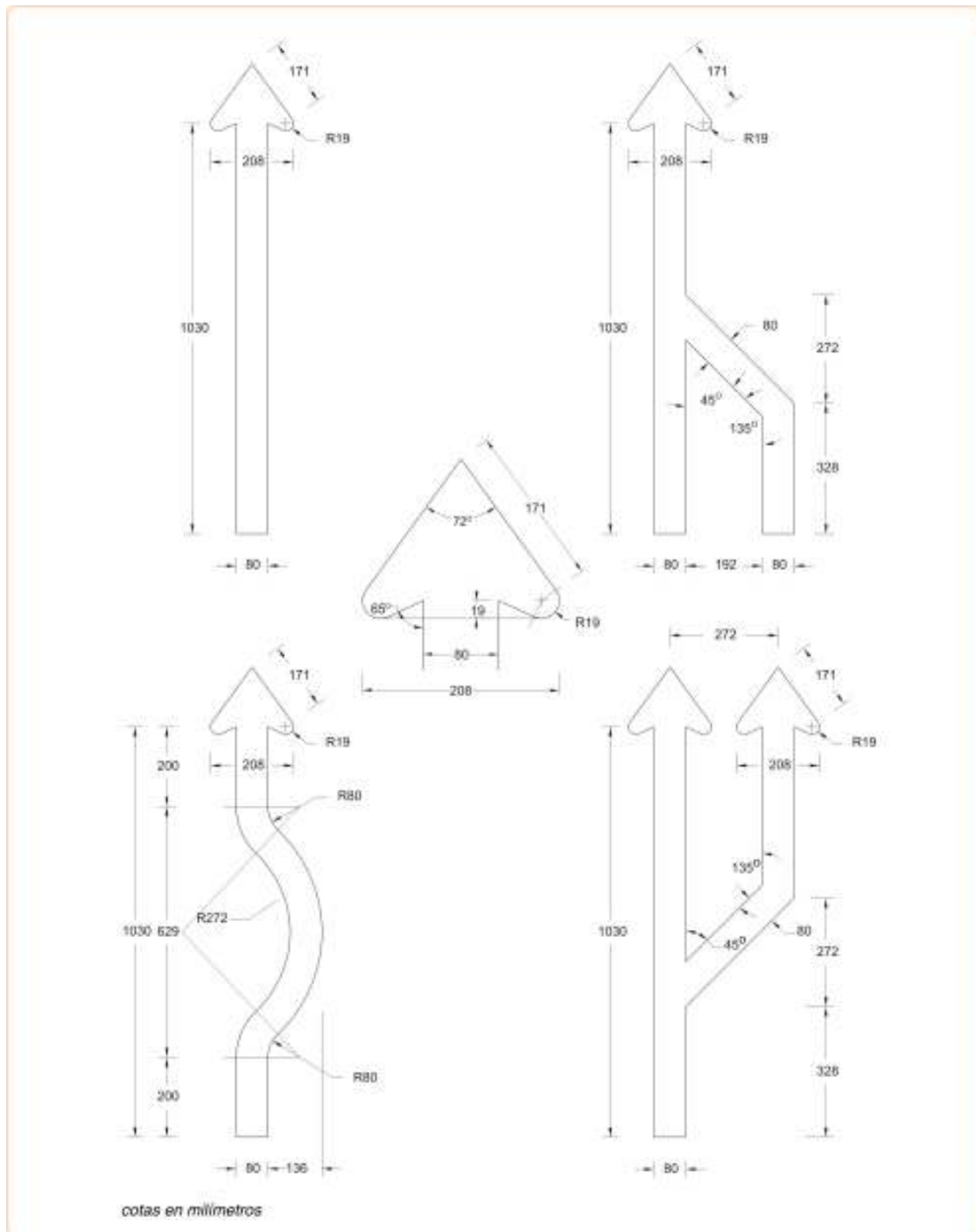
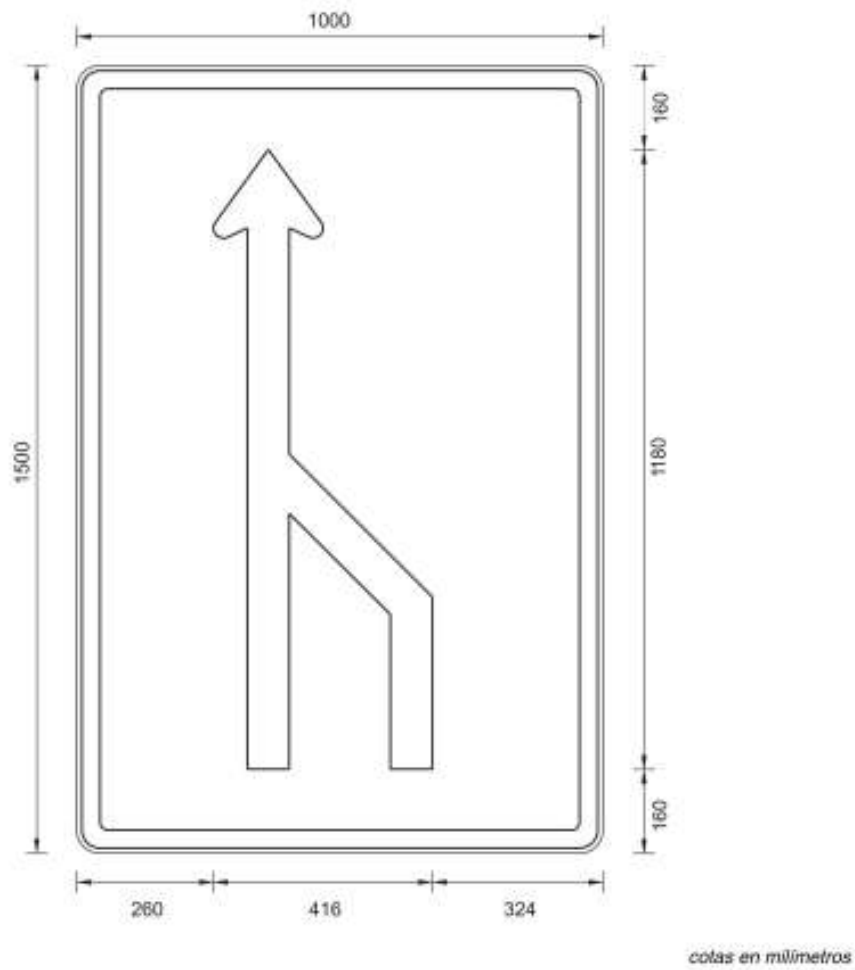


FIGURA 4.3-17 DIAGRAMAS FLECHAS CAMBIO DE PISTA

FIN PISTA DERECHA	IT-4
--------------------------	-------------

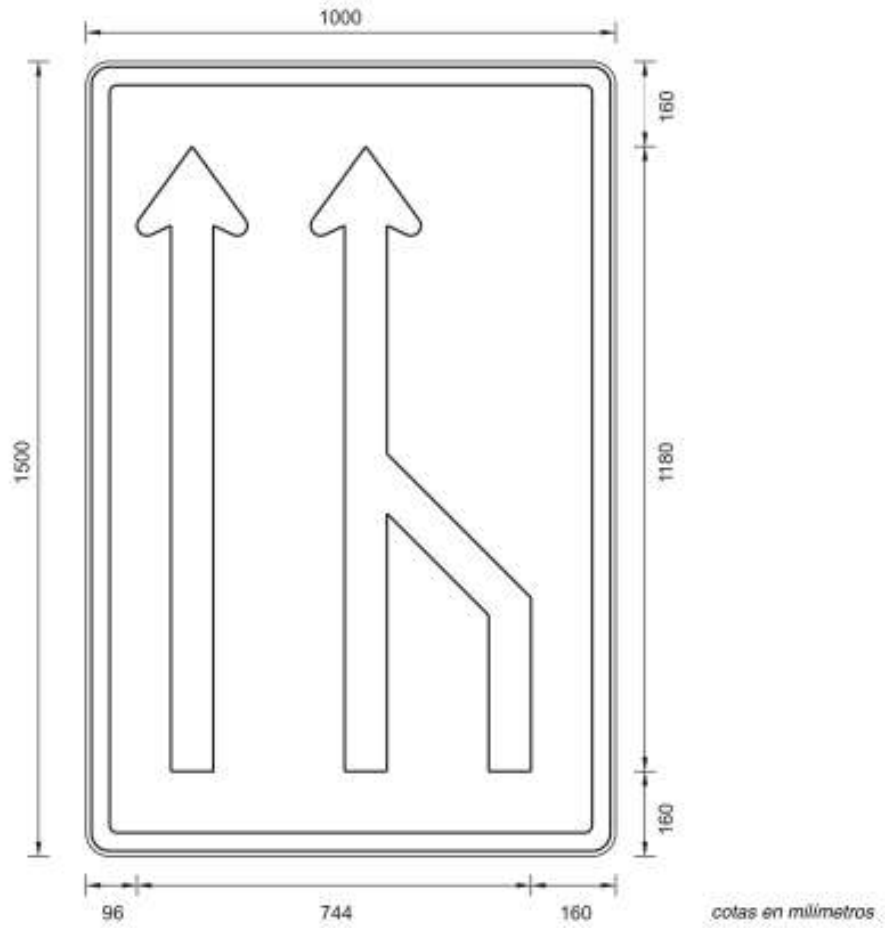


Esta señal informa sobre el fin de la pista derecha en una calzada unidireccional de dos pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición de dos pistas a una.

FIGURA 4.3-18 **SEÑAL IT-4**

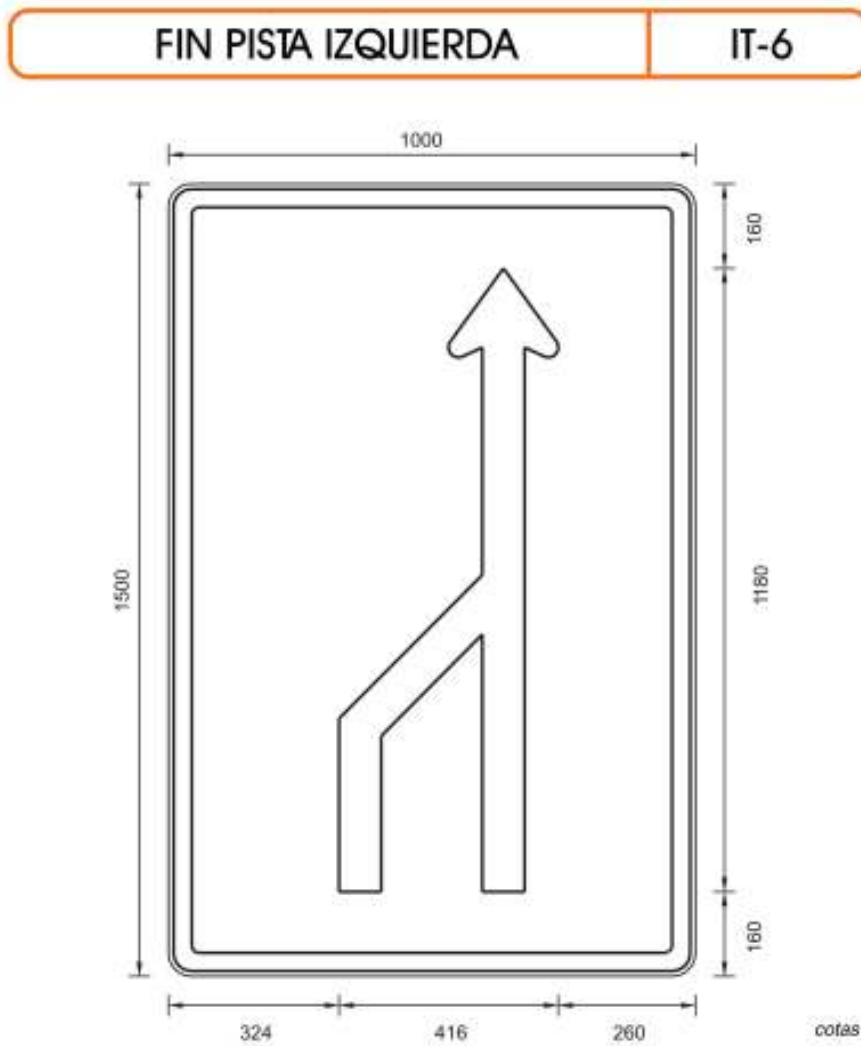
FIN PISTA DERECHA **IT-5**



Esta señal informa sobre el fin de la pista derecha en una calzada unidireccional de tres pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición de tres pistas a dos.

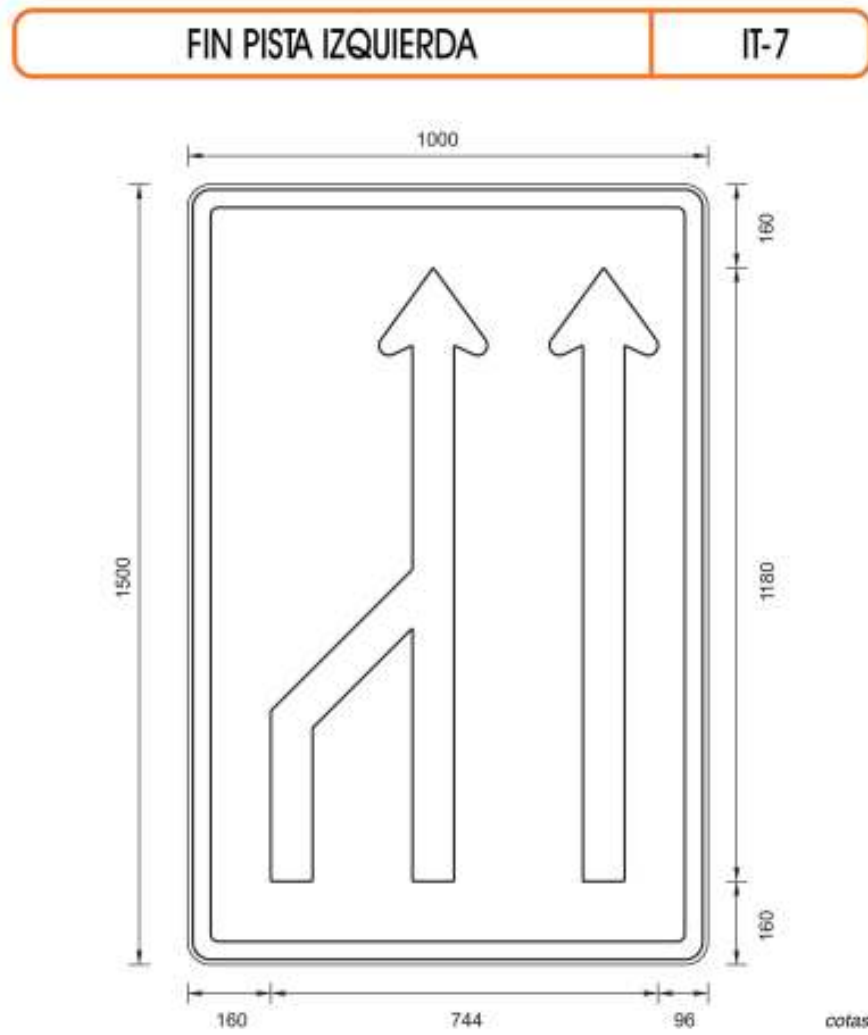
FIGURA 4.3-19 **SEÑAL IT-5**



Esta señal informa sobre el fin de la pista izquierda en una calzada unidireccional de dos pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición de dos a una pista.

FIGURA 4.3-20 SEÑAL IT-6



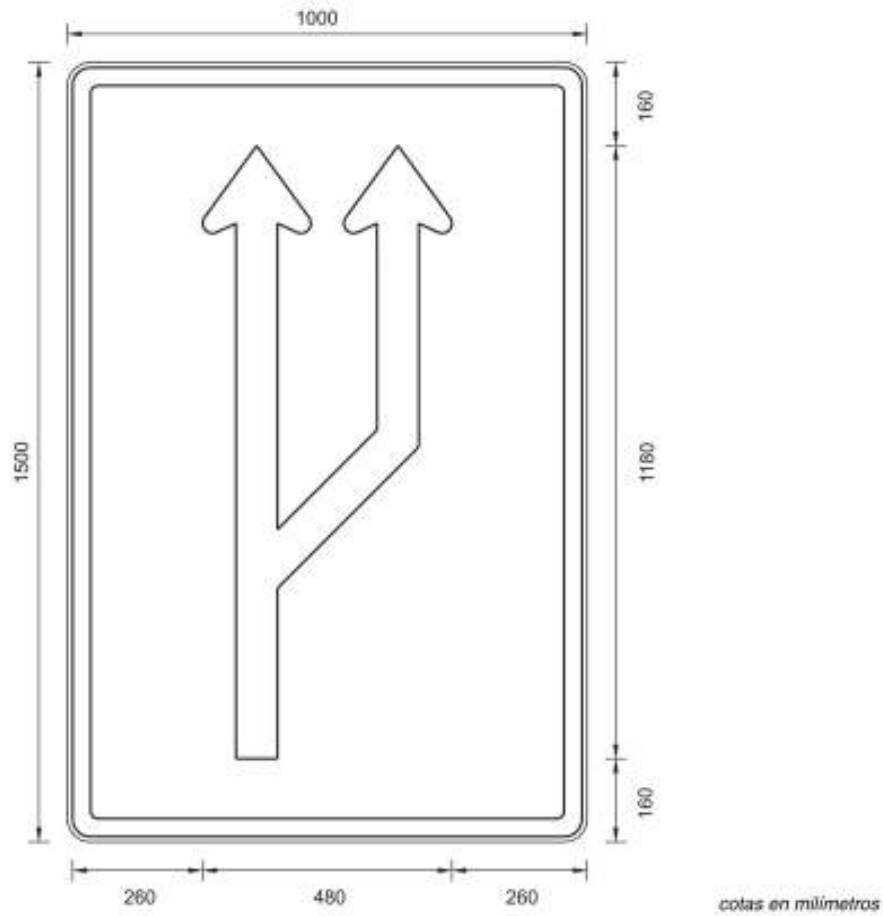
Esta señal informa sobre el fin de la pista izquierda en una calzada unidireccional de tres pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición de tres a dos pistas.

FIGURA 4.3-21 SEÑAL IT-7

GENERACION PISTA DERECHA

IT-8

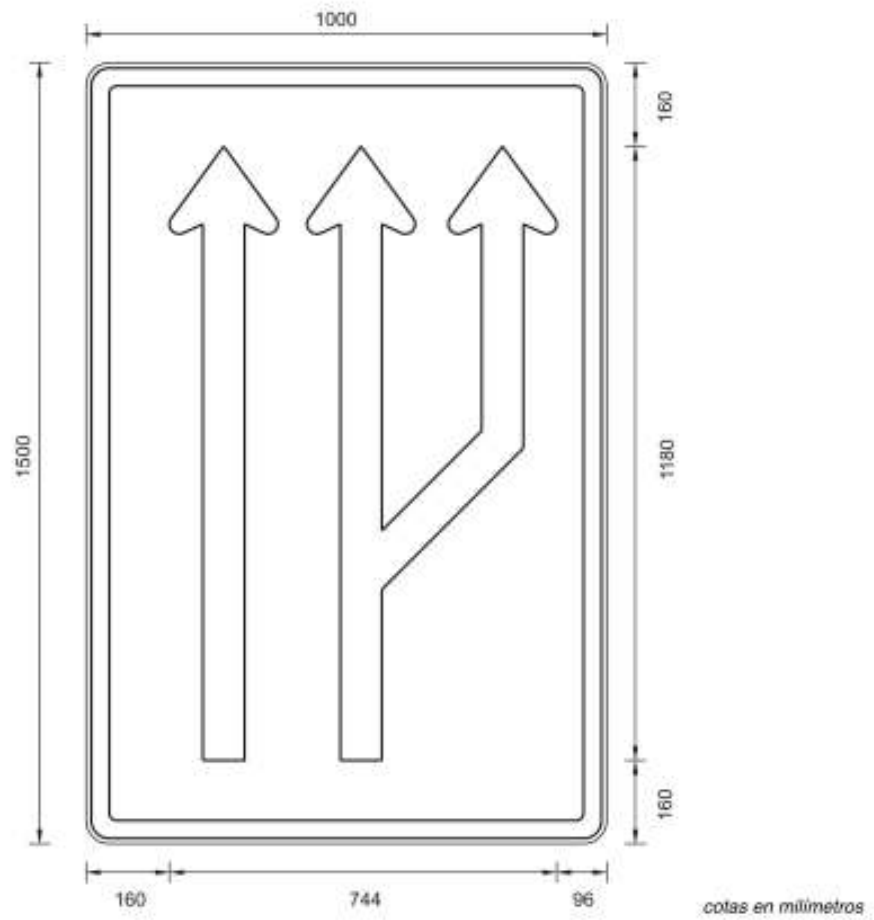


Esta señal informa sobre la generación de una pista al lado derecho en una calzada unidireccional de dos pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición de una a dos pistas.

FIGURA 4.3-22 SEÑAL IT-8

GENERACION PISTA DERECHA **IT-9**

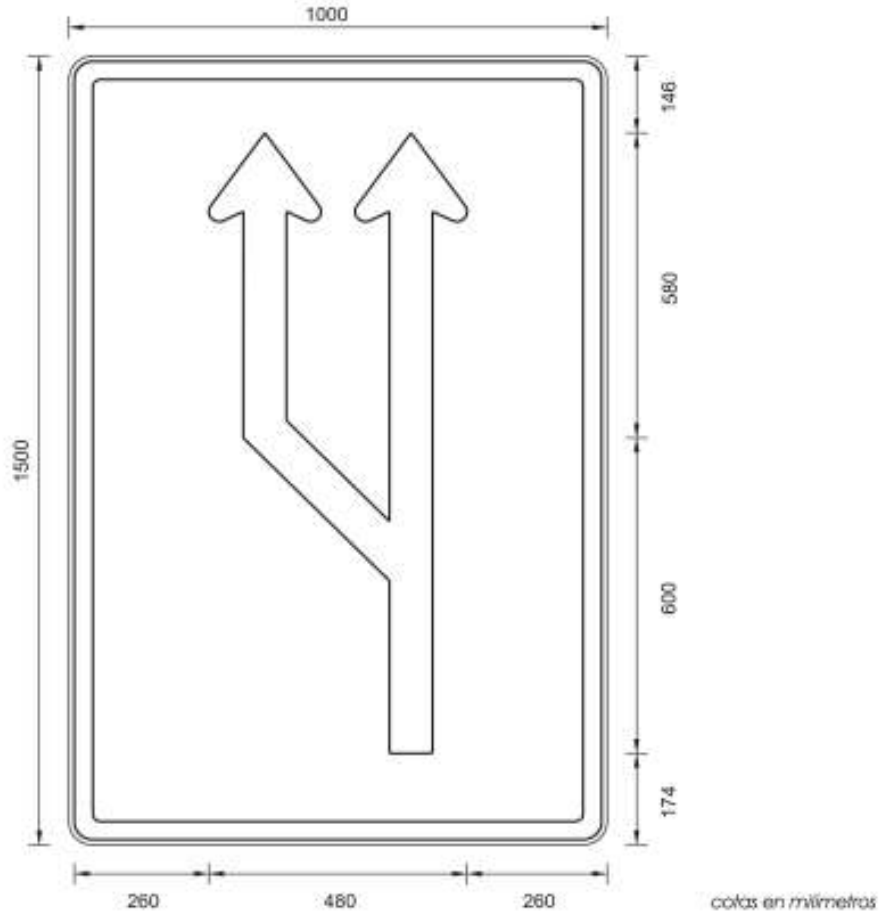


Esta señal informa sobre la generación de una pista al lado derecho en una calzada unidireccional de tres pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición de dos a tres pistas.

FIGURA 4.3-23 SEÑAL IT-9

GENERACION PISTA IZQUIERDA **IT-10**



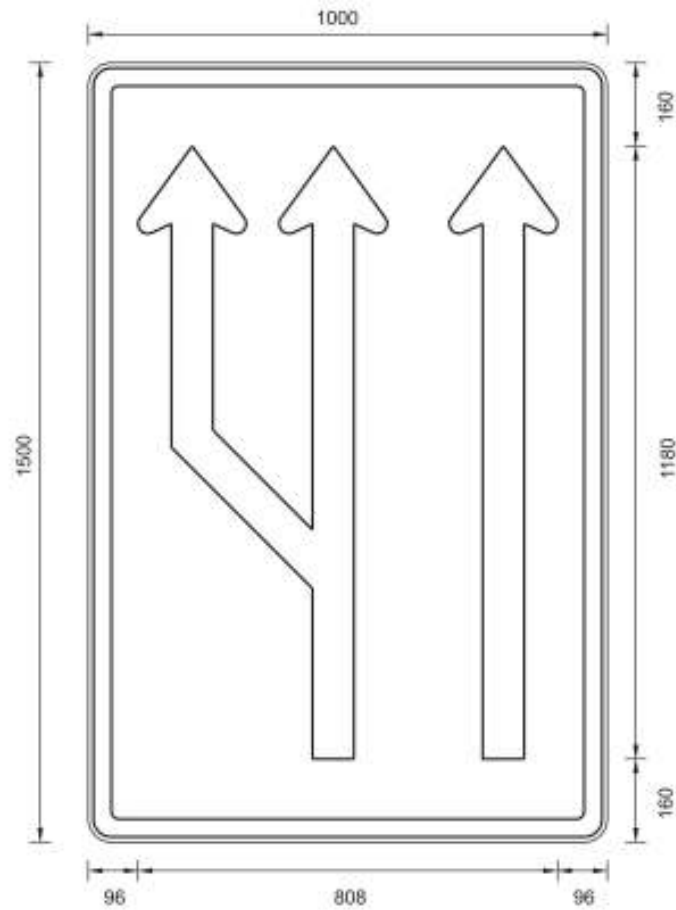
Esta señal informa sobre la generación de una pista al lado izquierdo en una calzada unidireccional de Dos pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición

FIGURA 4.3-24 SEÑAL IT-10

GENERACION PISTA IZQUIERDA

IT-11



cotas en milímetros



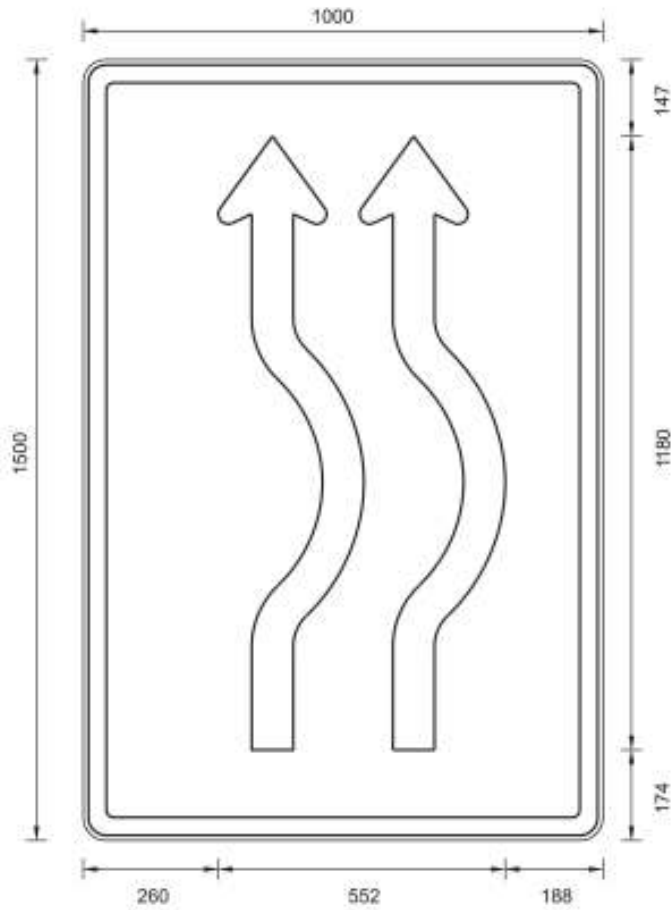
Esta señal informa sobre la generación de una pista al lado izquierdo en una calzada unidireccional de tres pistas, sin mediana.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio de la transición de dos a tres pistas.

FIGURA 4.3-25 SEÑAL IT-11

CAMBIO DE ALINEAMIENTO LADO DERECHO

IT-12



cotas en milímetros

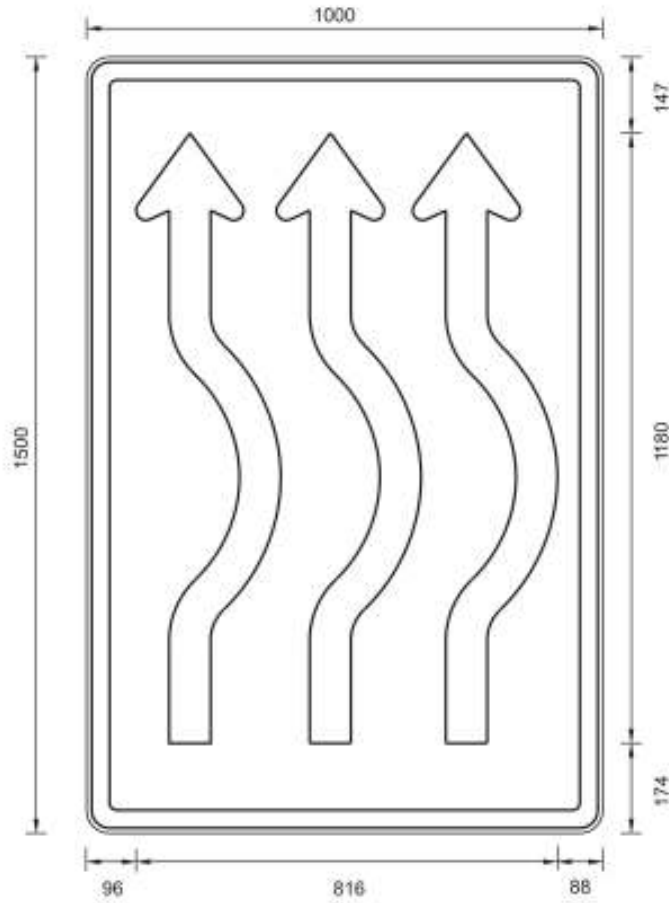


Esta señal informa sobre la proximidad de un cambio de alineación en una calzada unidireccional de dos pistas, generado por trabajos en el costado izquierdo de ella.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio del cambio de alineación.

FIGURA 4.3-26 SEÑAL IT-12

**CAMBIO DE ALINEAMIENTO
LADO DERECHO** **IT-13**



datos en milímetros

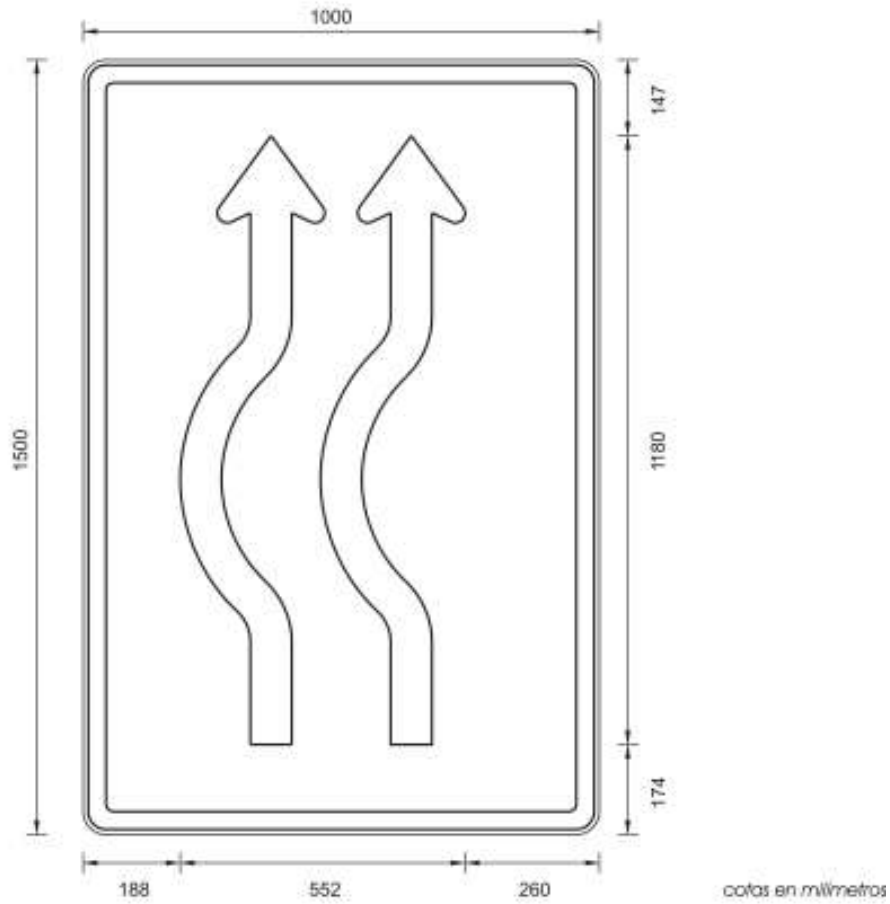


Esta señal informa sobre la proximidad de un cambio de alineación en una calzada unidireccional de tres pistas, generado por trabajos en el costado izquierdo de ella.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio del cambio de alineación.

FIGURA 4.3-27 **SEÑAL IT-13**

CAMBIO DE ALINEAMIENTO LADO IZQUIERDO	IT-14
--	--------------

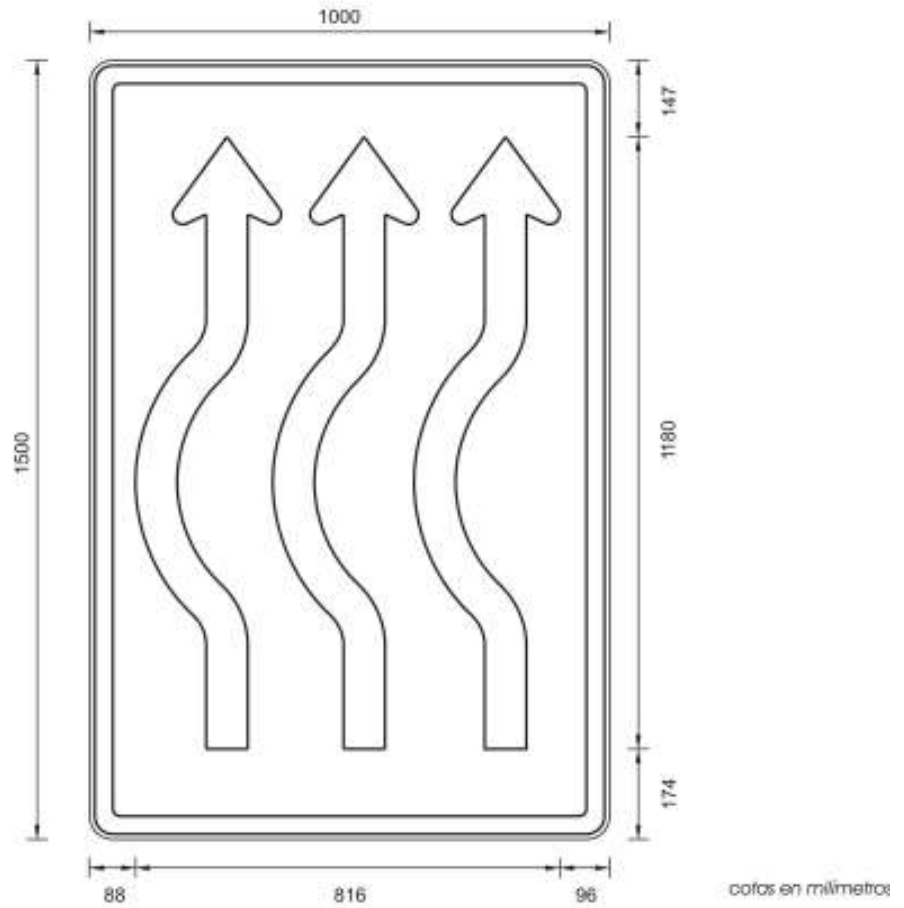


Esta señal informa sobre la proximidad de un cambio de alineación en una calzada unidireccional de dos pistas, generado por trabajos en el costado derecho de ella.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio del cambio de alineación.

FIGURA 4.3-28 SEÑAL IT-14

CAMBIO DE ALINEAMIENTO LADO IZQUIERDO	IT-15
--	--------------

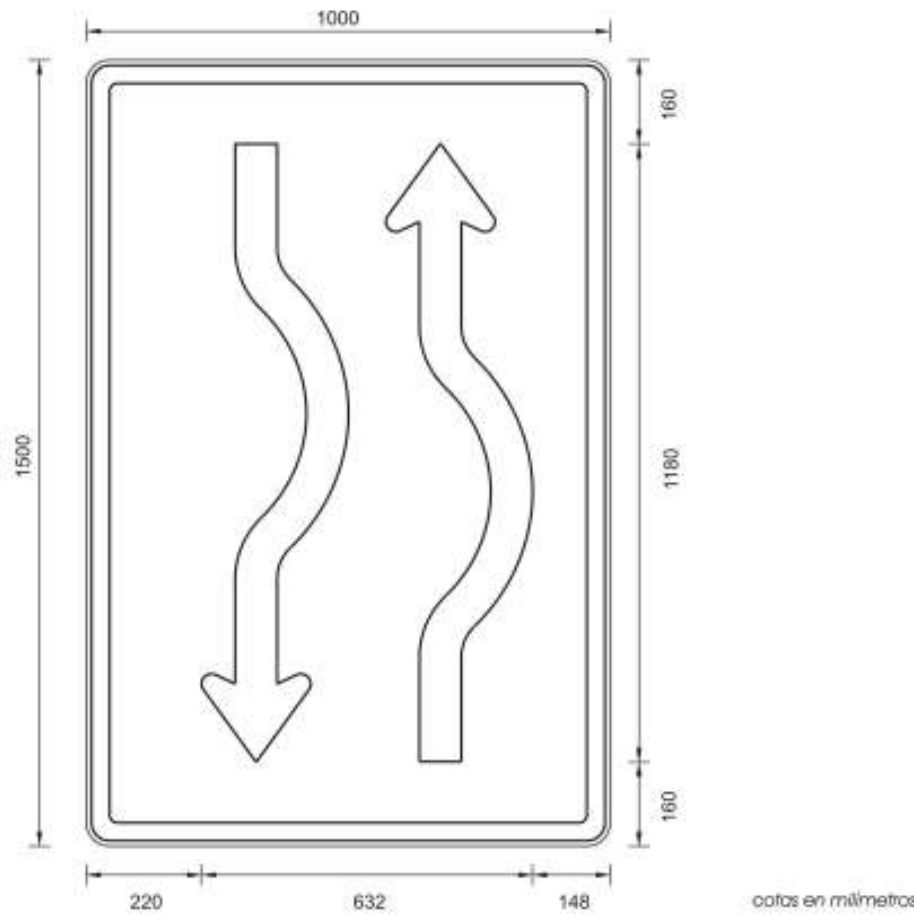


Esta señal informa sobre la proximidad de un cambio de alineación en una calzada unidireccional de tres pistas, generado por trabajos en el costado derecho de ella.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio del cambio de alineación.

FIGURA 4.3-29 SEÑAL IT-15

CAMBIO DE ALINEAMIENTO CALZADA BIDIRECCIONAL	IT-16
---	--------------



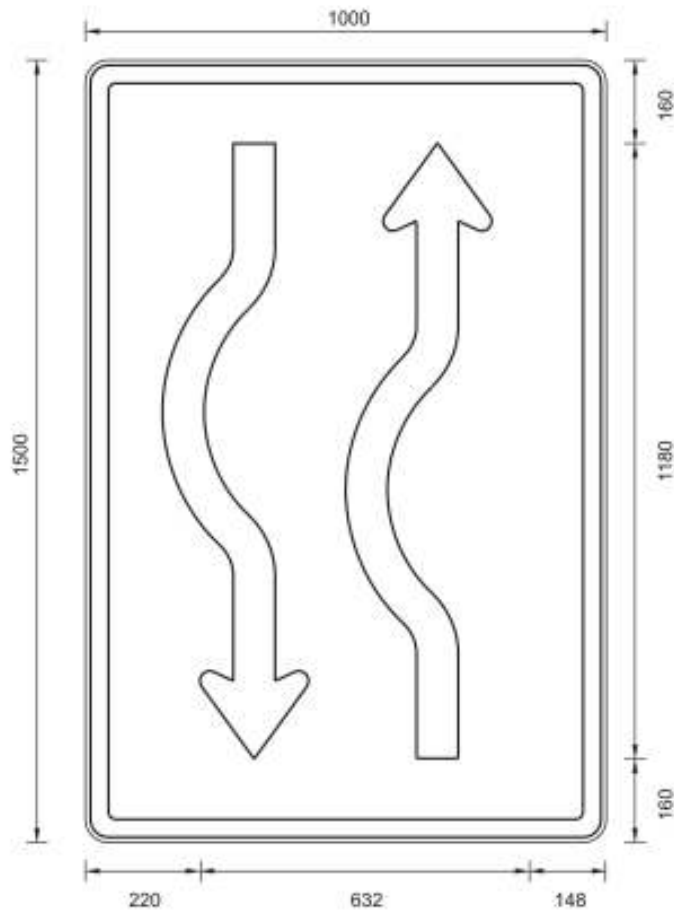
Esta señal informa sobre la proximidad de un cambio de alineación en una calzada bidireccional.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio del cambio de alineación.

FIGURA 4.3-30 SEÑAL IT-16

CAMBIO DE ALINEAMIENTO CALZADA BIDIRECCIONAL

IT-17



cotas en milímetros

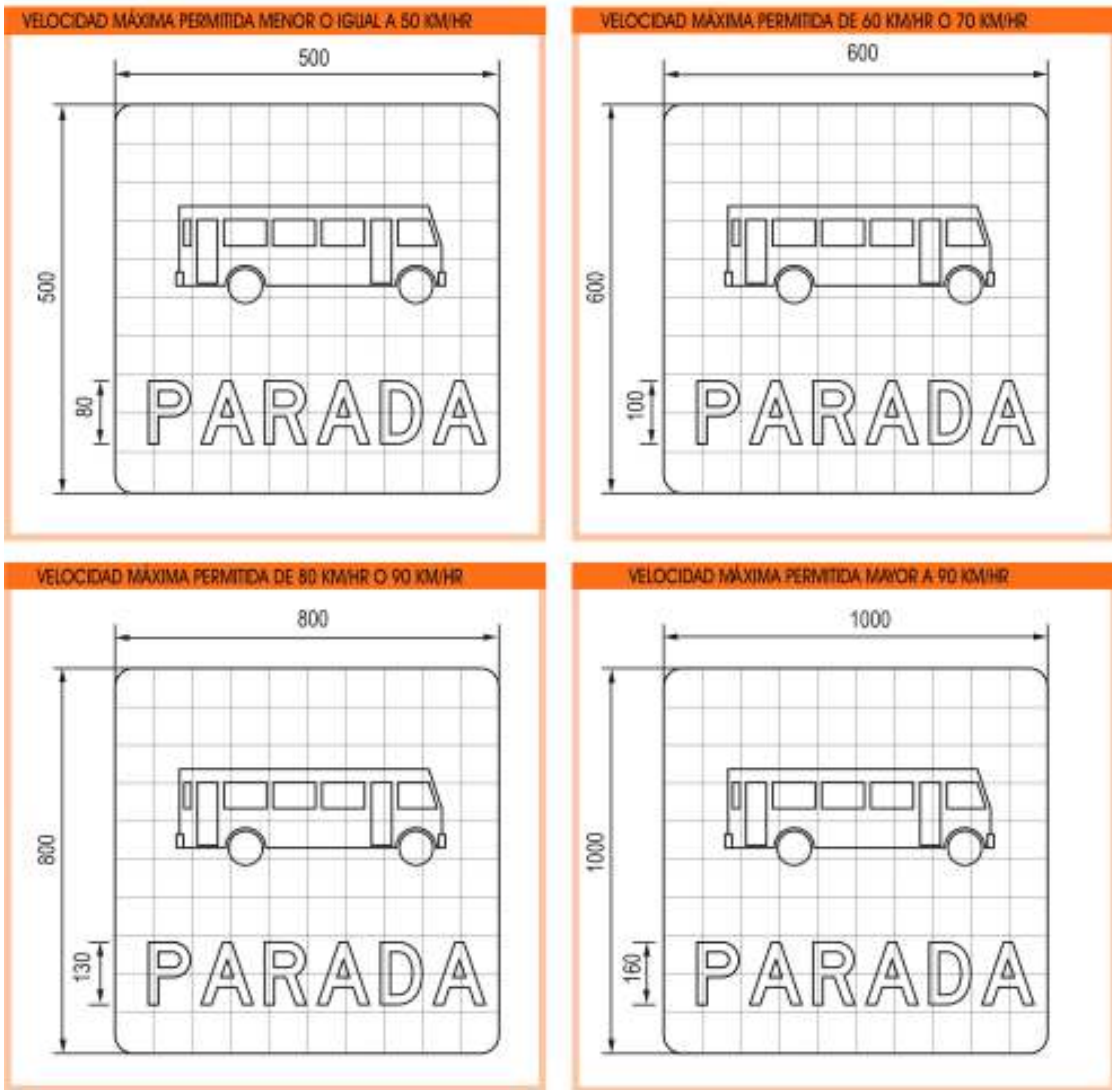


Esta señal informa sobre la proximidad de un cambio de alineación en una calzada bidireccional.

Se debe instalar al menos 150 m antes del inicio del cambio de alineación.

FIGURA 4.3-31 SEÑAL IT-17

PARADA DE BUSES **IT-18**



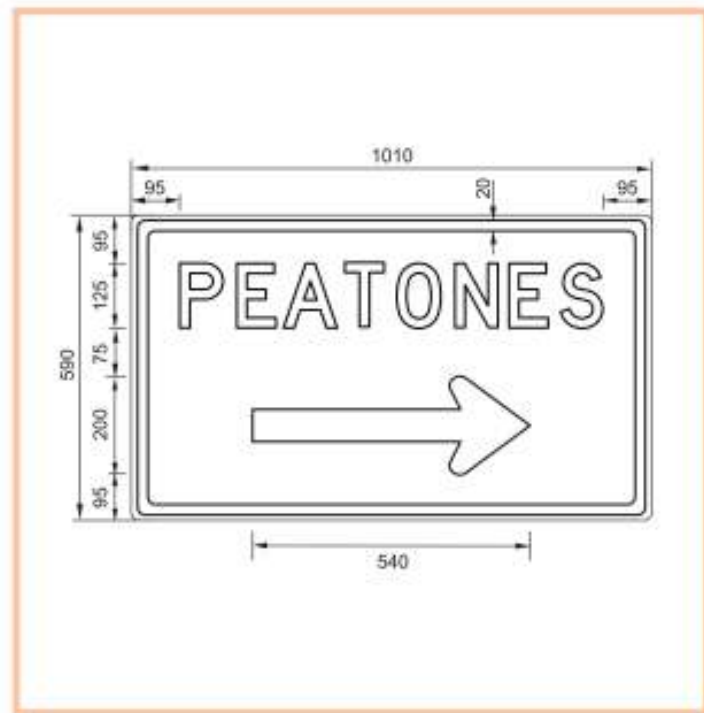
cotas en milímetros



Esta señal indica un lugar donde está autorizada temporalmente la detención de buses del transporte Público para tomar o dejar pasajeros.

FIGURA 4.3-32 SEÑAL IT-18

PEATONES	IT-19
----------	-------



cotas en milímetros



Esta señal indica a los peatones que deben circular por un sector especialmente habilitado para ellos

FIGURA 4.3-33 SEÑAL IT-19

SEMÁFORO APAGADO IT-20



datos en milímetros



Esta señal indica que el semáforo se encuentra temporalmente fuera de servicio.

FIGURA 4.3-34 SEÑAL IT-20

CRUCE PEATONAL CERRADO

IT-21

*cotas en milímetros*

Esta señal indica que el cruce peatonal se encuentra cerrado temporalmente al paso de peatones.

FIGURA 4.3-35 SEÑAL IT-21

4.4 CANALIZACIÓN

La canalización de una zona de trabajos cumple las funciones de guiar a los peatones y conductores en forma segura a través del área afectada por la obra, advertir sobre el riesgo que ésta representa y proteger a los trabajadores. Se materializa a través de los elementos presentados en esta sección, los que además de cumplir con los estándares mínimos aquí especificados, deben ser de forma, dimensiones y colores uniformes a lo largo de toda la zona de trabajos.

El diseño de la canalización debe proveer una gradual y suave transición, ya sea para desplazar el tránsito de una pista hacia otra, para conducirlo a través de un desvío o para reducir el ancho de la vía.

4.4.1 ELEMENTOS DE CANALIZACIÓN

Las canalizaciones se pueden materializar a través de diversos elementos:

- Conos
- Delineadores
- Barreras
- Tambores
- Cilindros
- Luces
- Reflectores
- Hitos de vértice
- Flechas direccionales luminosas

También se considera un elemento de canalización la demarcación, la cual se especifica en la Sección 5.

4.4.1.1 Función

La canalización puede dividirse en dos secciones:

- Aquellas donde es necesario generar transiciones con angostamientos e incluso el cierre de una vía, y
- Tramos donde se debe delinear el trazado de la vía.

Como se especifica más adelante, algunos elementos de canalización pueden utilizarse en ambos tipos de secciones - conos, tambores y cilindros -, pero otros como el delineador vertical o las flechas direccionales luminosas pueden utilizarse sólo en una de ellas.

4.4.1.2 Color

En general, los elementos de canalización utilizan combinaciones de franjas o sectores blancos y naranjas, con las excepciones mencionadas mas adelante.

4.4.1.3 Retroreflexión

Los colores de las partes retroreflectantes de los elementos de canalización deben cumplir **siempre** con los niveles mínimos de retroreflexión que se entregan en la Tabla 4.4-1, cuyos ángulos de entrada y de observación corresponden a los definidos en la Norma ASTM D 4956 – 95.

TABLA 4.4-1 NIVELES MÍNIMOS DE RETROREFLEXIÓN (CD/LX M²)

Ángulo		Colores	
Entrada	Observación	Blanco	Naranja
- 4°	0,2°	84,0	30,0
- 4°	0,2°	36,0	15,6
30°	0,2°	36,0	8,4
30°	0,2°	18,0	4,8

4.4.1.4 Emplazamiento

El emplazamiento de los elementos canalizadores debe asegurar una transición suave y una delineación continua, de tal manera que las maniobras necesarias para transitar a través de la canalización se puedan realizar en forma segura. Los elementos canalizadores nunca deben estar separados por una distancia superior a 9 m.

4.4.1.5 Materiales

Todos los materiales que conforman los elementos de canalización deben asegurar que al ser impactados por un vehículo, éste no sufrirá daños de consideración y que el dispositivo golpeado no constituirá un peligro para otros usuarios de la vía o trabajadores de la obra. Por ello no deben utilizarse elementos metálicos, como el fierro, con la excepción de las Flechas Direccionales Luminosas. Tampoco se deben utilizar bases de hormigón o de piedra para el soporte de los elementos.

Los materiales y procesos de instalación deben asegurar que la forma del elemento se mantenga invariable mientras sean utilizados. Por ello, dispositivos de plástico y papel, como huinchas - cuya forma varía con el viento, la lluvia y la nieve - **no deben ser utilizados**.

Los elementos cuya forma se haya deteriorado por su uso habitual o por impactos de vehículos, deben ser reemplazados inmediatamente por otros en buen estado.

4.4.2 CONOS

Se emplean cuando es necesario definir una variación en el trazado, ancho y número de pistas de la calzada, para encauzar el tránsito y guiar el flujo vehicular por el lugar de los trabajos.

Su altura mínima es de 0,70 m. Sin embargo, ésta debe aumentarse en vías con altos volúmenes de tránsito o velocidades máximas permitidas superiores a 70 km/hr., como se detalla en la Tabla 4.4-2.

TABLA 4.4-2 ALTURA MÍNIMA DE CONOS

Velocidad máxima en Zona de Trabajos (Km/hr)	Altura mínima de Conos (cm)
Menor o igual a 50	70
60	70
70	80
80	80
Mayor a 80	100

La forma del cono y las dimensiones de sus elementos -retroreflectantes, base, etc.-, deben ser homogéneas, en toda la zona de trabajos.

Los conos son de color naranja y deben contar con dos bandas retroreflectantes blancas de a lo menos 8 cm de alto, ubicadas en su parte superior, según se muestra en la Figura 4.4-1.

Pueden ser reforzados con dispositivos luminosos para aumentar su visibilidad.

Los conos no deben utilizarse en las siguientes situaciones:

- En curvas que cuenten con delineadores direccionales.
- Para segregar el tráfico en zonas de peligro, como excavaciones profundas o donde opera un banderero, casos en los cuales se deben implementar sistemas de contención.

El espaciamiento máximo entre conos instalados paralelos al eje longitudinal de la vía, cuando el ancho de calzada habilitada para el tránsito es constante, será de 9 m. Sin embargo, nunca podrá haber menos de 2 conos entre los extremos de una transición.

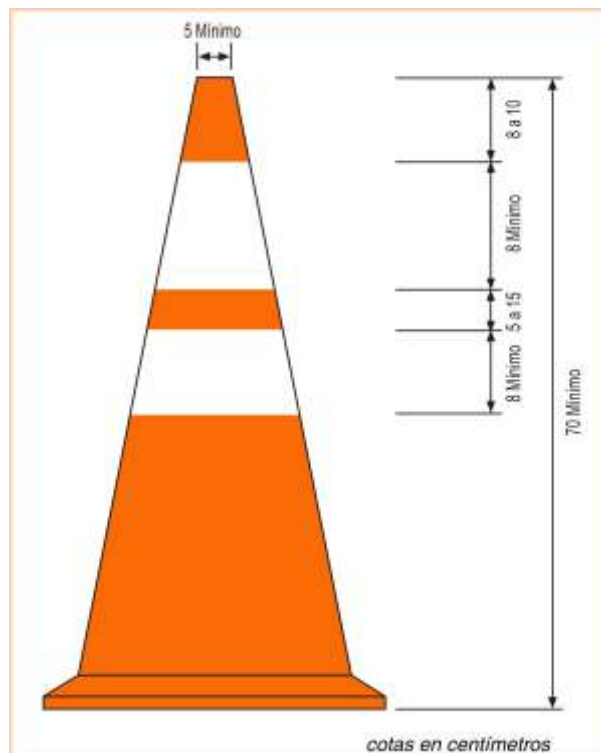


FIGURA 4.4-1 CONO TIPO

4.4.3 DELINEADORES

4.4.3.1 Delineador vertical

Estos elementos indican la alineación horizontal y vertical de la vía permitiendo a los conductores individualizar la pista de circulación apropiada. Deben ubicarse suficientemente próximos unos de otros, de tal manera que delinee claramente la canalización durante las horas de oscuridad. El uso de estos elementos puede hacerse en combinación con otros dispositivos de canalización, siempre y cuando ésta sea uniforme.

Los delineadores deben tener la forma y colores mostrados en la Figura 4.4-2.

Los delineadores verticales se emplazarán en los bordes de la calzada. Su espaciamiento máximo es de 20 m en los desarrollos de curvas y 40 m en zonas rectas.

Estos dispositivos no deben utilizarse en las siguientes situaciones:

- En curvas que cuenten con delineadores direccionales
- En transiciones con angostamientos o en cierre de vías
- En zonas de peligro, como es el caso de las excavaciones profundas

Cuando los delineadores son ubicados de tal manera que la superficie retrorreflectante y los vehículos que se aproximan a él forman un ángulo cercano a los 90°, estos elementos pueden resultar más visibles que los conos. Sin embargo, presentan la desventaja de no ser igualmente percibidos desde otros ángulos. Por ello, no deben instalarse cerca de intersecciones, ni de modo que su superficie retrorreflectante forme un ángulo menor de 90° con el tráfico que se aproxima.

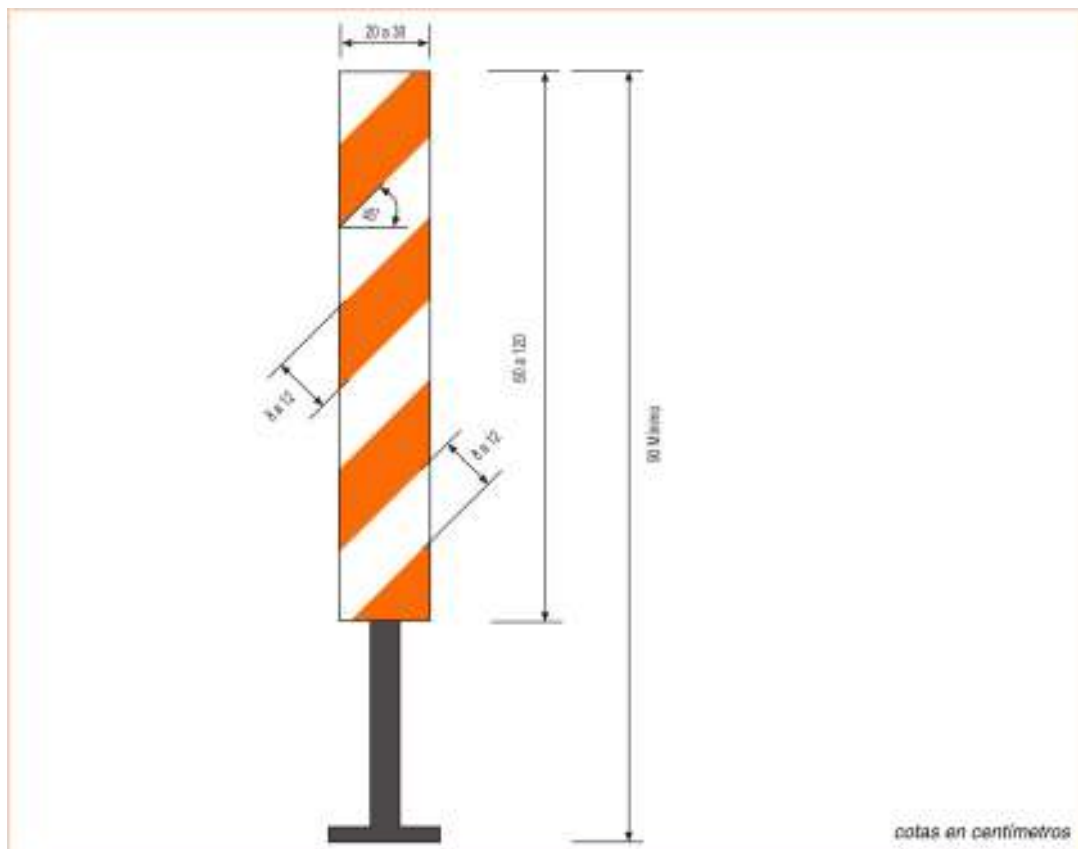


FIGURA 4.4-2 DELINEADOR VERTICAL

El delineador direccional tiene como propósito guiar al usuario a través de una curva horizontal, cuyo radio de curvatura sea menor a 500 m, y su velocidad de diseño sea igual o menor a la velocidad máxima permitida en la zona de trabajo.

Estos delineadores se deben instalar en placas en el borde externo de la curva y perpendiculares a la visual del conductor, en Ambos sentidos. La separación entre dos delineadores debe ser tal que el conductor siempre aprecie como mínimo tres de estos dispositivos. Se deben instalar sobre una base que permita moverlos fácilmente y siempre en número superior a 3.

Cuando los delineadores se instalen junto con otros dispositivos de canalización, debe procurarse que ellos no afecten la visibilidad de ningún elemento.

En general su color de fondo es naranja y la flecha blanca.

Los delineadores direccionales pueden ser simples o dobles, como se muestra en la Figura 4.4-3 y en la Figura 4.4-4.

Los delineadores que se instalen a lo largo de una curva deben ser sólo de un tipo.

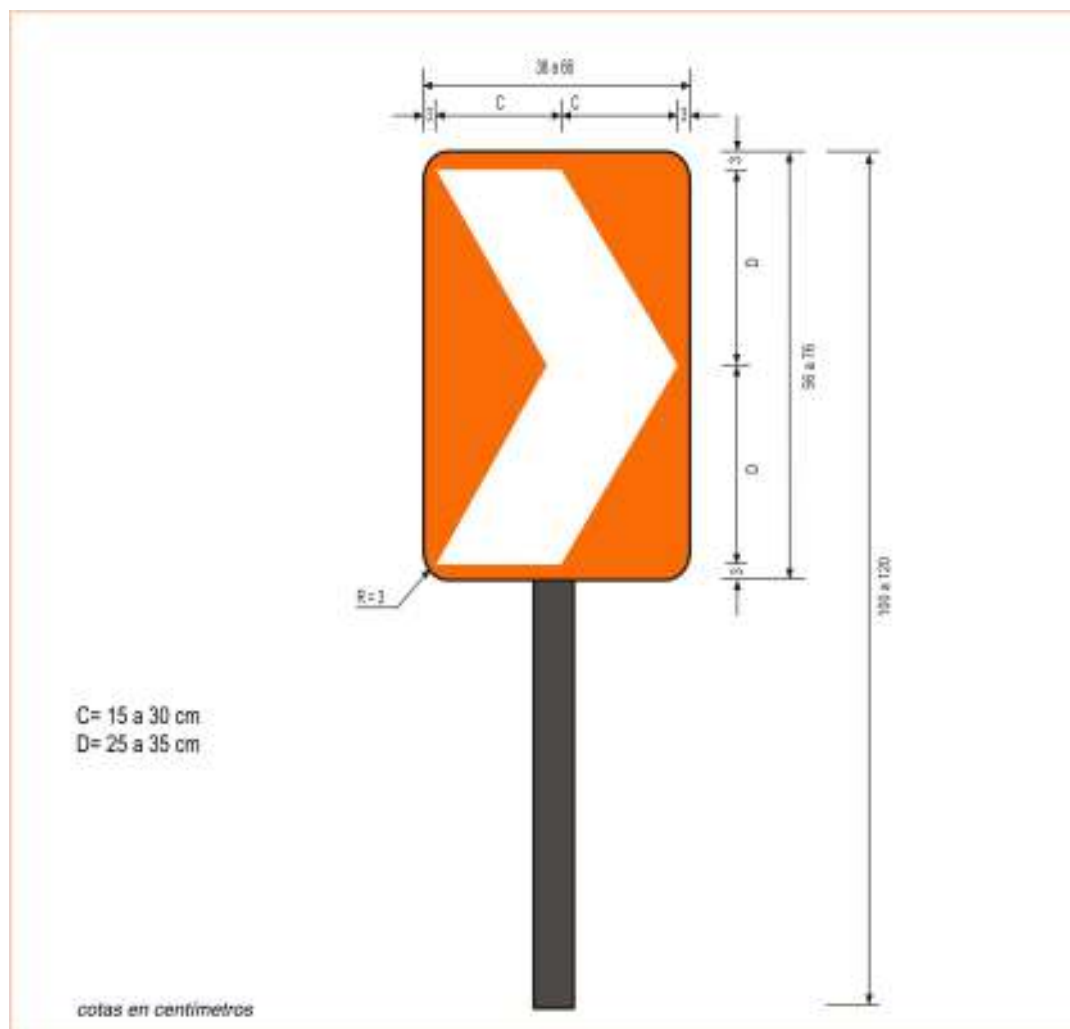


FIGURA 4.4-3 DELINEADOR DIRECCIONAL SIMPLE



FIGURA 4.4-4 DELINEADOR DIRECCIONAL DOBLE

4.4.4 BARRERAS

4.4.4.1 Barreras Simples

Se utilizan barreras simples para:

- impedir el tránsito por una vía, cuando producto de los trabajos éste debe suspenderse,
- cercar o delimitar el área de trabajo y,
- definir una variación en el perfil transversal disponible para la circulación de vehículos.

En el o los paneles de la barrera se ubican franjas de ancho uniforme, verticales o inclinadas en 45°, de colores alternados blanco y naranja, ambos retrorreflectantes.

Las barreras simples se clasifican en 3 tipos, I, II y III. Las características de cada una de ellas se detallan en la Figura 4.4-5 y en la Figura 4.4-6.



FIGURA 4.4-5 BARRERA TIPO I

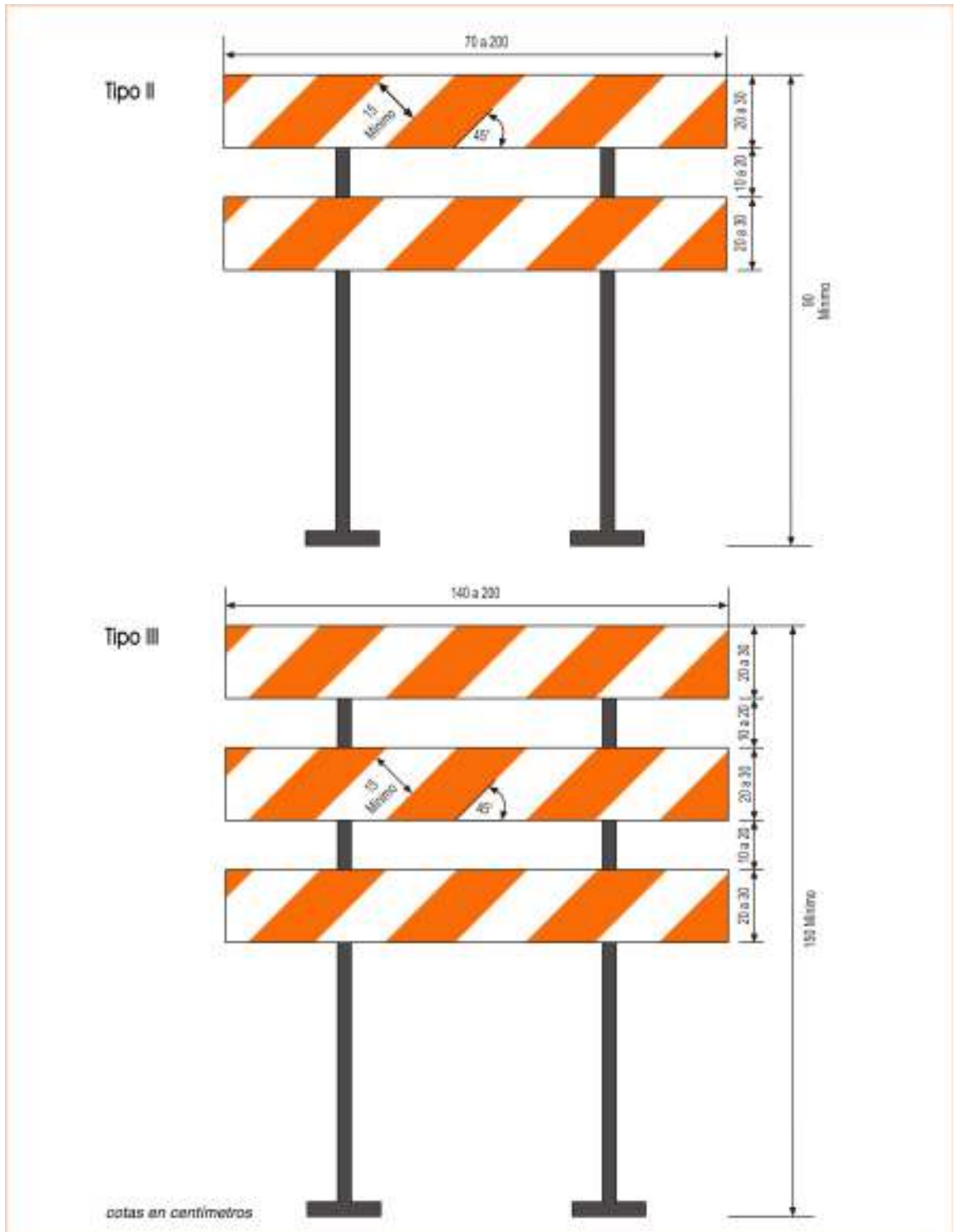


FIGURA 4.4-6 BARRERAS TIPO II Y III

Las barreras tipo I y tipo II se utilizan para cercar el área de trabajo y delinear angostamientos.

Para el cierre de vías se debe instalar barreras tipo III, las que pueden extenderse a lo ancho de toda la calzada, incluyendo bermas.

4.4.4.2 Barreras Articuladas

Estas barreras se pueden utilizar como elementos de canalización en los casos en que sea necesario definir una variación en el perfil transversal disponible para el tránsito de vehículos. También pueden instalarse para definir el alineamiento en tramos rectos y curvas. En todo caso, siempre deben ser complementadas con luces o elementos retrorreflectantes.

Estos dispositivos deben ser lastrados con agua o arena, hasta 1/10 de su volumen o lo recomendado por el fabricante.

Su altura mínima es de 90 cm como se muestra en la Figura 4.4-7. El color de estos elementos es blanco y naranja y se instalan forma alternada.

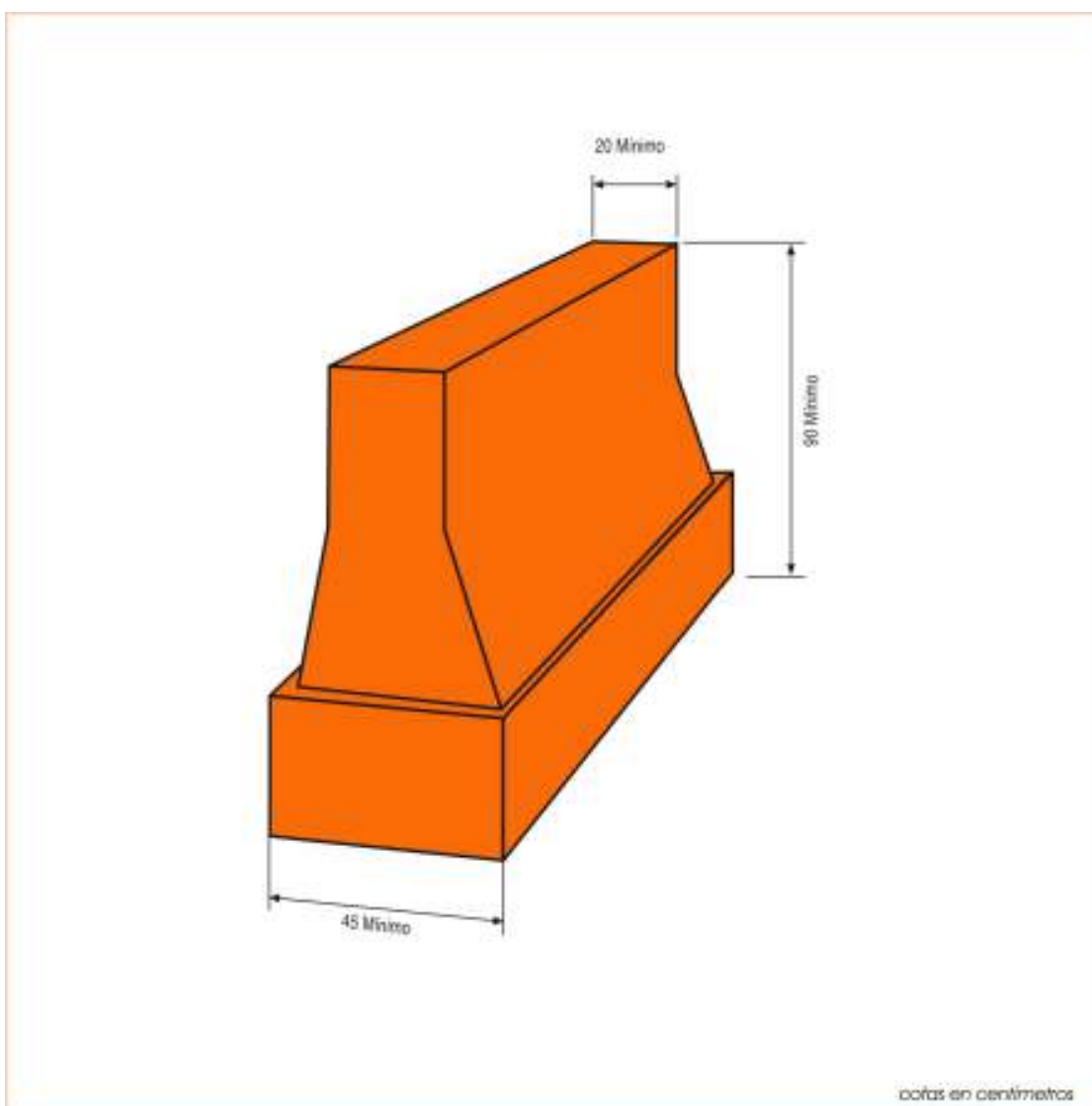


FIGURA 4.4-7 BARRERA ARTICULADA

4.4.5 TAMBORES

Estos elementos se pueden utilizar tanto en sectores en que se mantiene la alineación longitudinal como en aquellos en que se presentan transiciones por angostamiento.

Los tambores deben ser de PVC o de un material de similares características; sus dimensiones mínimas se detallan en la Figura 4.4-8, su color es naranja, con a dos franjas horizontales blancas retrorreflectantes de 0,20 m de alto que abarquen todo el perímetro.

Pueden complementarse con luces permanentes de advertencia.

Los tambores pueden lastrarse con agua o arena – hasta 1/10 de su capacidad o lo recomendado por el fabricante - y siempre deben permanecer cerrados. Además, deben ser portátiles, de manera que puedan ser fácilmente cambiados de ubicación a medida que avanza la obra.

No deben estar conformados por elementos metálicos.

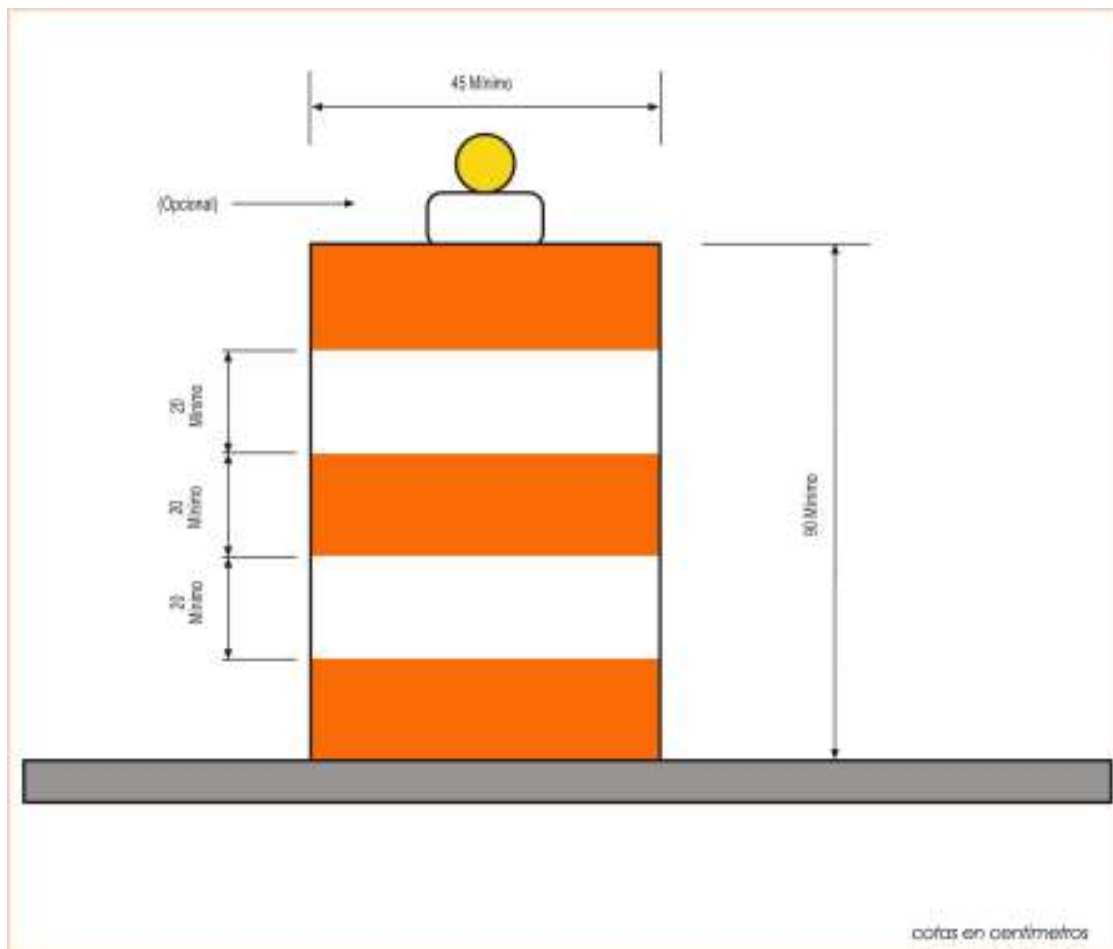


FIGURA 4.4-8 TAMBOR DE TRÁNSITO

4.4.6 CILINDROS DE TRÁNSITO

Estos dispositivos pueden utilizarse, tanto para definir transiciones por angostamiento como para delinear el borde de la calzada.

Deben ser de goma, PVC u otro material de similares características. Deben ser de color naranja con dos bandas blancas retrorreflectantes en su parte superior. Su altura mínima es de 0,70 m y su diámetro mínimo 0,10 m, como se detalla en la Figura 4.4-9.

Los cilindros resultan particularmente apropiados para separar flujos opuestos en una calzada habilitada para el tránsito en ambos sentidos, así como para separar dos pistas de tránsito divergente o convergente.

Estos dispositivos no deben utilizarse en las siguientes situaciones:

- En curvas que cuenten con delineadores direccionales.
- Para segregar el tráfico de zonas de peligro, como es el caso de las excavaciones profundas o donde opera un Banderero, casos en los cuales se deben implementar defensas de hormigón.

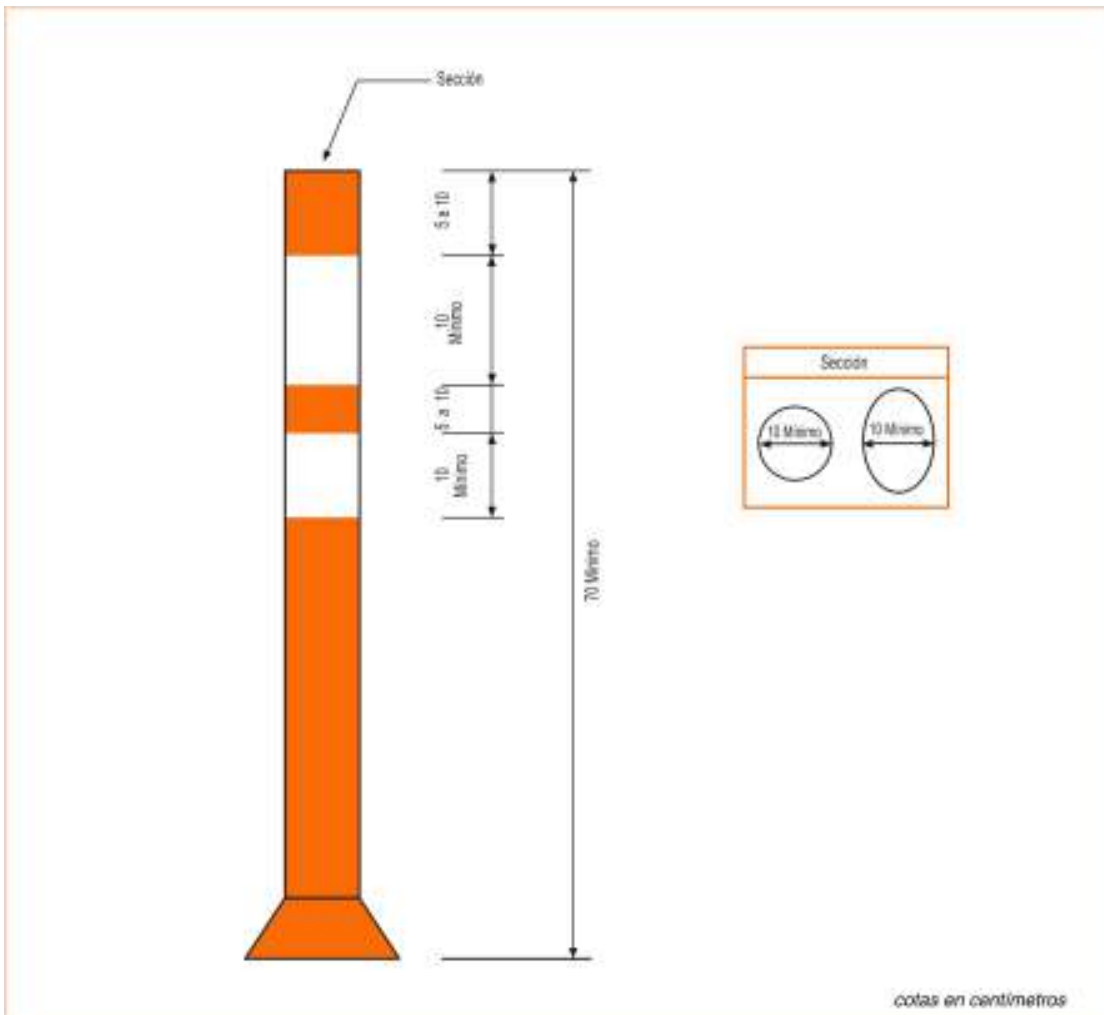


FIGURA 4.4-9 CILINDRO DE TRÁNSITO

4.4.7 LUCES

Se utilizan en general durante la noche y otros períodos de baja luminosidad, durante el día y la noche en vías de alta velocidad o tráfico, y en otras situaciones de riesgos en que es necesario reforzar la visibilidad de los elementos de canalización.

Pueden ser continuas o intermitentes. Las primeras se utilizan en serie para delinear la canalización tanto en sectores con modificaciones del ancho de calzada, como en aquellos donde la vía presenta un ancho constante; los segundos se deben utilizar para advertir sobre puntos de riesgo.

Las luces deben ubicarse a una altura lo más cercana posible a 1,20 m., sobre un elemento de canalización.

Los elementos luminosos posibles de utilizar son:

4.4.7.1 Faros

Estos dispositivos consisten en un foco de luz amarilla, de un diámetro mínimo de 18 cm, los que deben instalarse alternadamente sobre los elementos de canalización (conos, barreras, delineadores, etc.), a partir del que la inicia. Cuando son intermitentes la frecuencia de encendido de la luz debe ser superior o igual a 25 y menor igual a 60 destellos por minuto. Las lámparas deben estar energizadas entre el 7% y el 15% de la duración de cada ciclo. El nivel de intensidad luminosa durante este período debe ser – como mínimo - de 1,5 candelas, esta cantidad medida en la superficie sobre un plano paralelo al lente y limitado por líneas a 5 grados sobre y bajo el eje óptico, y 10 grados a la izquierda y derecha del mismo.

Si la luz es continua debe tener una intensidad mínima de 0,5 candelas, medida en las condiciones especificadas para la luz intermitente.

4.4.7.2 Balizas de alta intensidad

Estas balizas se pueden utilizar para llamar la atención sobre un peligro especial existente en un sitio en particular. Su color debe ser amarillo.

La intensidad luminosa de estos elementos debe superar las 2 candelas y su frecuencia de destellos debe encontrarse entre 25 y 60 por minuto.

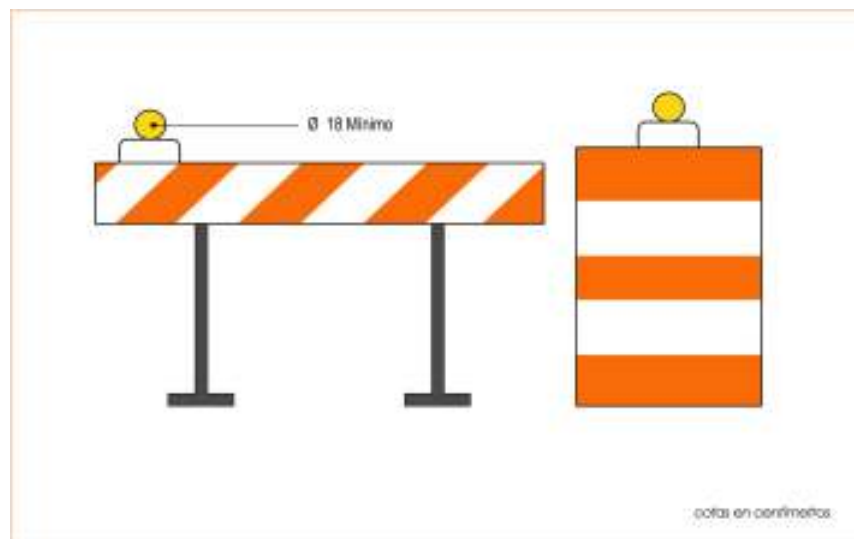


FIGURA 4.4-10 ESQUEMA UBICACIÓN DE LUCES EN ELEMENTOS CANALIZADORES

4.4.8 REFLECTORES

Estas luces se utilizan en lugares donde los usuarios de la vía y los trabajadores de la obra requieren permanentemente una visión del conjunto del área involucrada para percibir correctamente los riesgos generados por los trabajos. Además de la noche pueden ser utilizados en otros períodos con escasa visibilidad.

Estos dispositivos, además de mejorar la visibilidad de la señalización, permiten recuperar la visión de conjunto indispensable para una conducción segura. Algunos casos a considerar son:

- Circulación de peatones
- Tramos en los cuales se presentan variaciones en la calidad de la superficie de la calzada
- Control por bandereros
- Trabajos nocturnos
- Cruce de maquinarias

Los reflectores deberán colocarse en forma tal que se ilumine correctamente el área deseada sin producir encandilamiento a los conductores de los vehículos motorizados.

4.4.9 FLECHAS DIRECCIONALES LUMINOSAS

Este tipo de señalización se utiliza, tanto de día como de noche, cuando es necesario entregar advertencias adicionales sobre un cambio en la dirección de una vía o desvío o cuando es necesario guiar el tráfico a través de una zona de trabajos, con grandes densidades de tráfico y/o altas velocidades de circulación. Siempre se deben utilizar como complemento a otras señales o elementos de canalización, por ejemplo, conos o barreras.

Son señales construidas a partir de una matriz de elementos luminosos o panel; la cual es capaz de destellar o despegarse secuencialmente, simulando una flecha.

Se ubican:

- Al inicio de la transición por angostamiento, detrás de los elementos de canalización, en el lado que se produce la transición
- En cierre de pistas o vías, detrás de las barreras que advierten dicha situación
- A lo largo de Áreas de Transición, el panel disponiendo de tal manera con respecto a los conductores que la señal indique la dirección y sentido de circulación que deben seguir los vehículos. En estos casos el panel no debe destellar
- En sistemas móviles donde se cierra una pista. Ver Párrafo 4.4.9.6.

Para mejorar su visibilidad, la parte inferior de la flecha debe estar a más de 1,80 m sobre la calzada.

En la Tabla 4.4-3 y Figura 4.4-11 se entregan especificaciones recomendadas para el tamaño, la forma, legibilidad y elementos que conforman las flechas direccionales luminosas.

TABLA 4.4-3 PANELES LUMINOSOS PARA ZONAS DE TRABAJO.

Tipo de Vía	Tamaño Mínimo (cm)	Distancia de legibilidad mínima (m)	Número mínimo de elementos o celdas	Frecuencia Destello (destellos/minuto)
Vía urbana con velocidad máxima 50 km/hr	50 x 100	400	12	25 a 60
Vía con velocidad máxima menor o igual a 70 km/hr	70 x 140	1000	13	
Vía con velocidad máxima superior a 70 km/hr	120 x 240	1600	15	

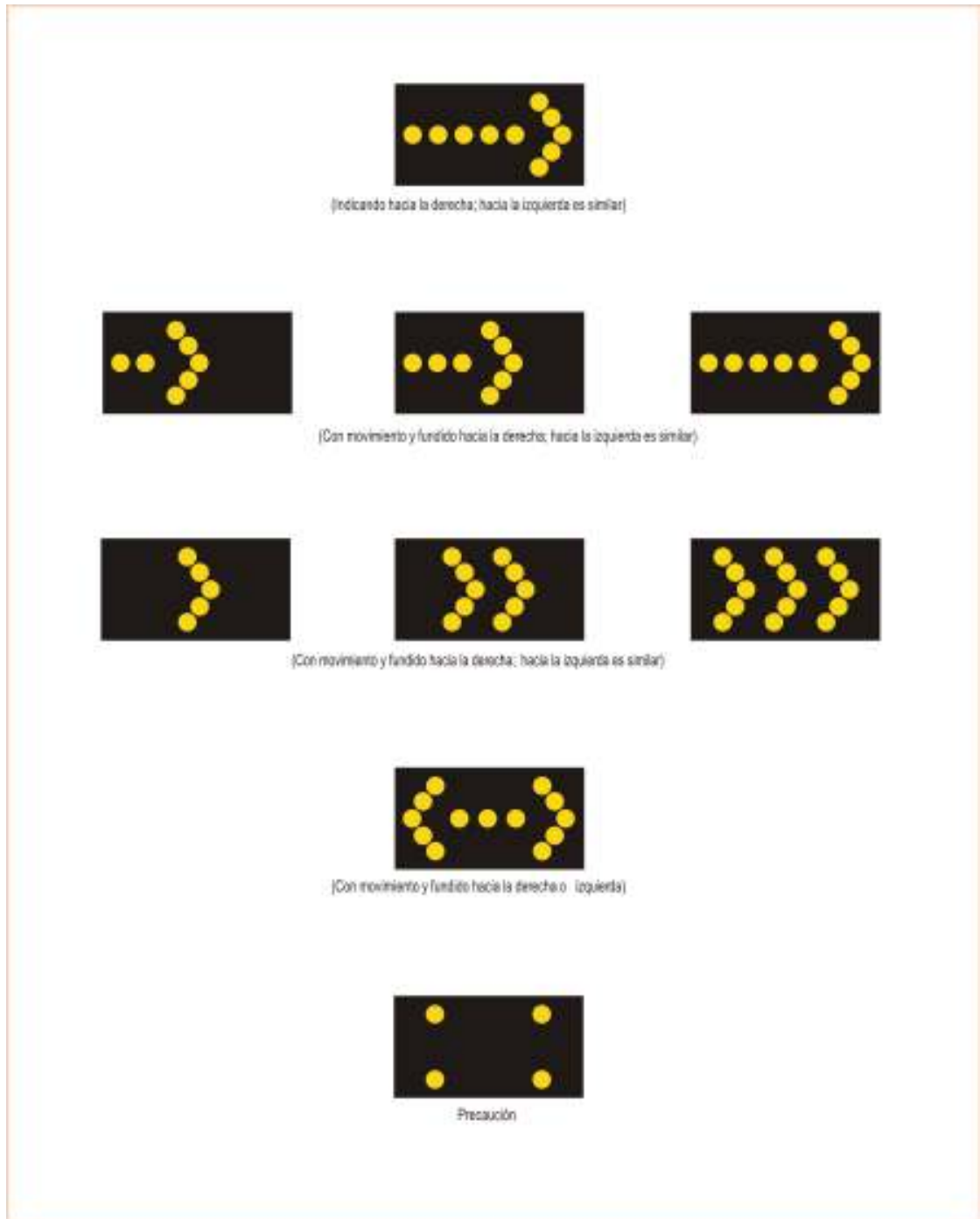


FIGURA 4.4-11 FLECHAS DIRECCIONALES LUMINOSAS

4.4.9.1 Diseño geométrico

En general, la canalización en una zona de trabajos está compuesta por sectores en que se deben materializar transiciones y alineamientos de la vía. El diseño geométrico de las primeras debe ceñirse a las especificaciones entregadas a continuación, mientras que el de los segundos debe respetar las normativas que la autoridad competente haya definido. En todo, caso las canalizaciones deben hacerse con elementos homogéneos, dispuestos en forma uniforme, evitando los cambios frecuentes y abruptos de la geometría, ya que éstos exigen maniobras más rápidas a los conductores y por lo tanto de mayor riesgo.

En la Figura 4.4-12 se muestra un esquema tipo con los sectores detallados a continuación.

4.4.9.2 Longitud de transición (Lt)

Cuando en una zona de trabajos se deba realizar una transición que implique un angostamiento de la calzada, la longitud de dicha transición debe asegurar una disminución gradual del ancho, de tal manera que los conductores puedan maniobrar apropiadamente sin producir congestión.

En estos casos, la longitud mínima de la transición queda determinada por las siguientes relaciones:

- $Lt = 0,6 \times a \times V$; en vías cuya velocidad máxima permitida sea mayor o igual a 60 km/hr.
- $Lt = 0,8 \times a \times \sqrt{V/150}$; en vías cuya velocidad máxima permitida sea menor a 60 km/hr.

Donde:

Lt = longitud de transición en m. Lt no debe ser nunca menor a 10 m.

a = diferencia de ancho de la calzada entre los extremos de la zona de transición, en m.

V = velocidad máxima permitida, en km/hr.

Las longitudes obtenidas de estas relaciones son las mínimas recomendadas para la situación más favorable: una vía sin pendientes y recta. En la Tabla 4.4-4 y Tabla 4.4-5 se entregan los valores que arrojan dichas relaciones para este caso.

TABLA 4.4-4 LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN EN VÍAS CON $V \geq 60$ KM/HR.

Velocidad máxima permitida (km/hr)	Diferencia de ancho de calzada entre extremos zona de transición (a) (m)						
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
60	20	40	60	75	95	115	135
70	25	45	70	90	110	135	155
80	25	50	75	100	125	150	175
90	30	60	85	115	145	170	200
100	35	65	95	125	160	190	220
110	35	70	100	135	170	200	240
120	40	75	110	145	180	220	260

Nota: Los valores están aproximados a múltiplos de 5.

TABLA 4.4-5: LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN EN VÍAS CON $V < 60$ KM/HR

Velocidad máxima permitida (Km/hr)	Diferencia de ancho de calzada entre extremos zona de transición (a) (m)						
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
40	10	15	20	25	30	35	40
50	10	20	25	35	45	50	60

Nota: Los valores están aproximados a múltiplos de 5.

Sólo en casos que se establezca algún sistema de control de tránsito, en el área de transición los elementos de canalización podrán formar un ángulo de 45° con la solera o berma, debiendo existir un espaciamiento máximo de 1,2 m entre elementos de canalización.

4.4.9.3 Longitud de seguridad (Ls)

La longitud mínima del Área de Seguridad, entendida como la distancia entre el fin del Área de Transición y el inicio del Área de Trabajos, está determinada por la velocidad máxima permitida en la Zona de Trabajos, según la Tabla 4.4-6

TABLA 4.4-6 LONGITUD DE SEGURIDAD (LS)

Velocidad (km/hr)	Ls (m)
40	20
50	30
60	45
70	70
80	90
90	110
100	130

4.4.9.4 Ancho de seguridad (As)

La separación mínima entre el Área de Tránsito y el Área de Trabajos se denomina Ancho de Seguridad y varía con la velocidad máxima permitida en la Zona de Trabajos, según se detalla en la Tabla 4.4-7.

TABLA 4.4-7 ANCHO DE SEGURIDAD (AS)

Velocidad (km/hr)	Ls (m)
40	0,5
50	1,2
60	
70	2,0
80	
90	
100	

Cuando las características de la Zona de Trabajos impidan cumplir con las dimensiones mínimas del Área de Seguridad (Ls o As), se debe reducir la velocidad máxima permitida en la vía, modificando, a la vez, el diseño de la zona de trabajos y su señalización.

Alternativamente, se pueden instalar elementos de segregación y contención que efectivamente impidan el ingreso al Área de Trabajos, como barreras de hormigón tipo F.

4.4.9.5 Protección a peatones

Cuando producto de las obras a realizar se utilice parte o la totalidad de la acera, debe habilitarse una ruta peatonal alternativa, que en caso de ocupar parte de la calzada debe estar segregada físicamente del flujo vehicular. Ver Figura 4.8-2 y Figura 4.8-3.

Se utilizarán barreras articuladas para segregar a los peatones de la zona de trabajo. Toda la segregación debe ser continua, sin espacios o separaciones entre las defensas articuladas, salvo el sector para el acceso y salida desde la zona de trabajo.

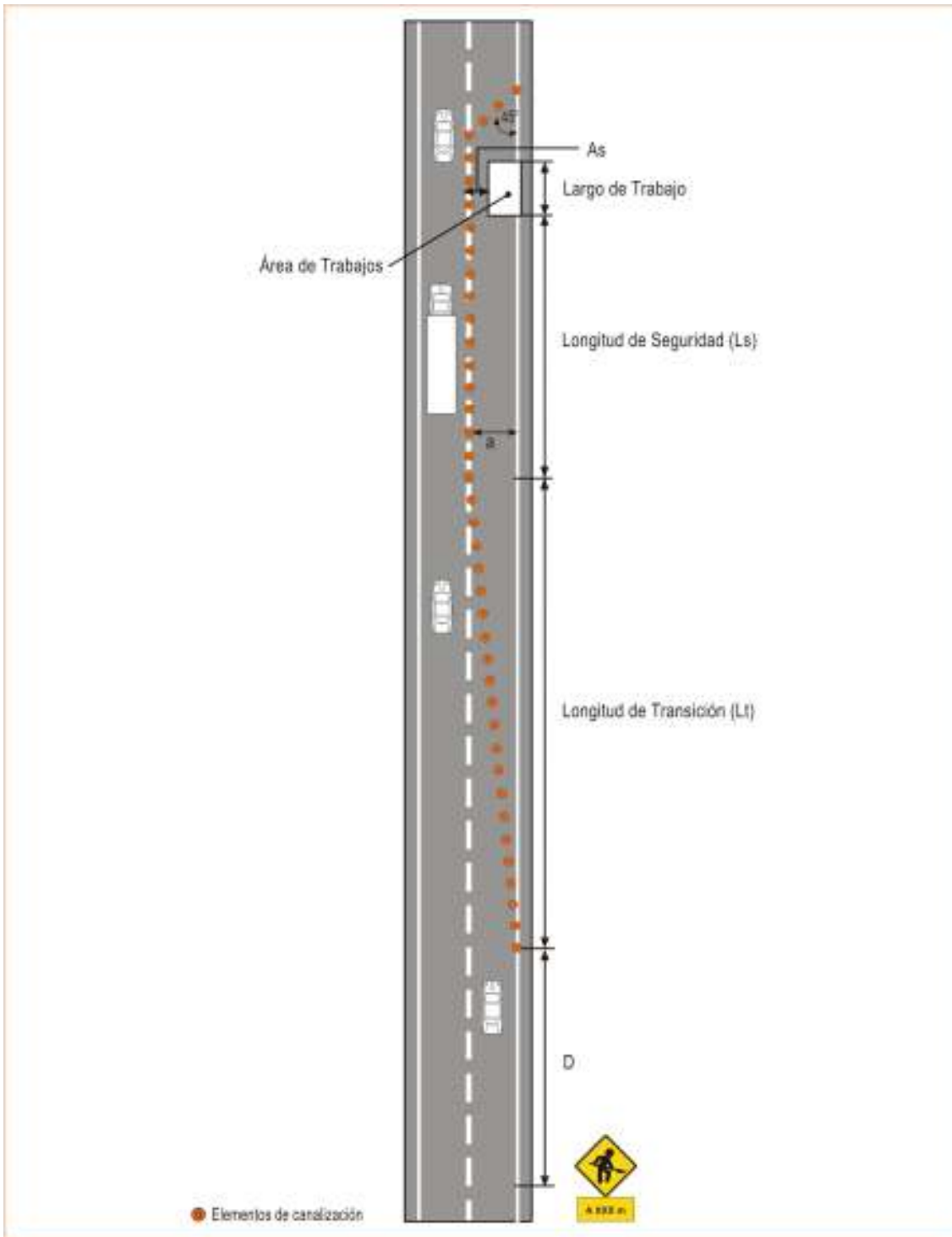


FIGURA 4.4-12 ESQUEMA TIPO DE CANALIZACIÓN

4.4.9.6 Trabajos de corta duración y/o móviles

Existen trabajos de corta duración -aquellos que no duran más de 60 minutos- ó móviles, en que las actividades se detienen intermitente y se desplazan luego más adelante en la vía, donde se presentan dificultades prácticas para la implementación de una Zona de Trabajos como la definida anteriormente.

En estos casos puede utilizarse, como alternativa, el esquema de señalización presentado en la Figura 4.4-13.

En éste se utiliza como advertencia un vehículo, ubicado antes de las obras, en el que se debe instalar señalización iluminada Flecha Direccional Luminosa o señal PASO OBLIGADO (SR-40, SR-41).

La distancia entre el Área de Trabajos y el vehículo que porta la señal luminosa, es función de la velocidad máxima permitida en la vía, como lo muestra la Tabla 4.4-8.

TABLA 4.4-8 TRABAJOS DE CORTA DURACIÓN Y/O MÓVILES

Velocidad Máxima antes Zona de Trabajos (km/hr)	Distancia entre vehículo y área de trabajos (m)
Menor o igual a 50	20 a 40
60	30 a 50
70	50 a 80
80	70 a 100
90	100 a 120
100	120 a 140
110	140 a 160
120	150 a 180

Se recomienda que el vehículo de advertencia cuente con un amortiguador de impacto certificado.

Además del vehículo de advertencia, se debe disponer elementos de canalización para delinear la vía, entre el vehículo y el Área de Trabajos y a lo largo de ésta.

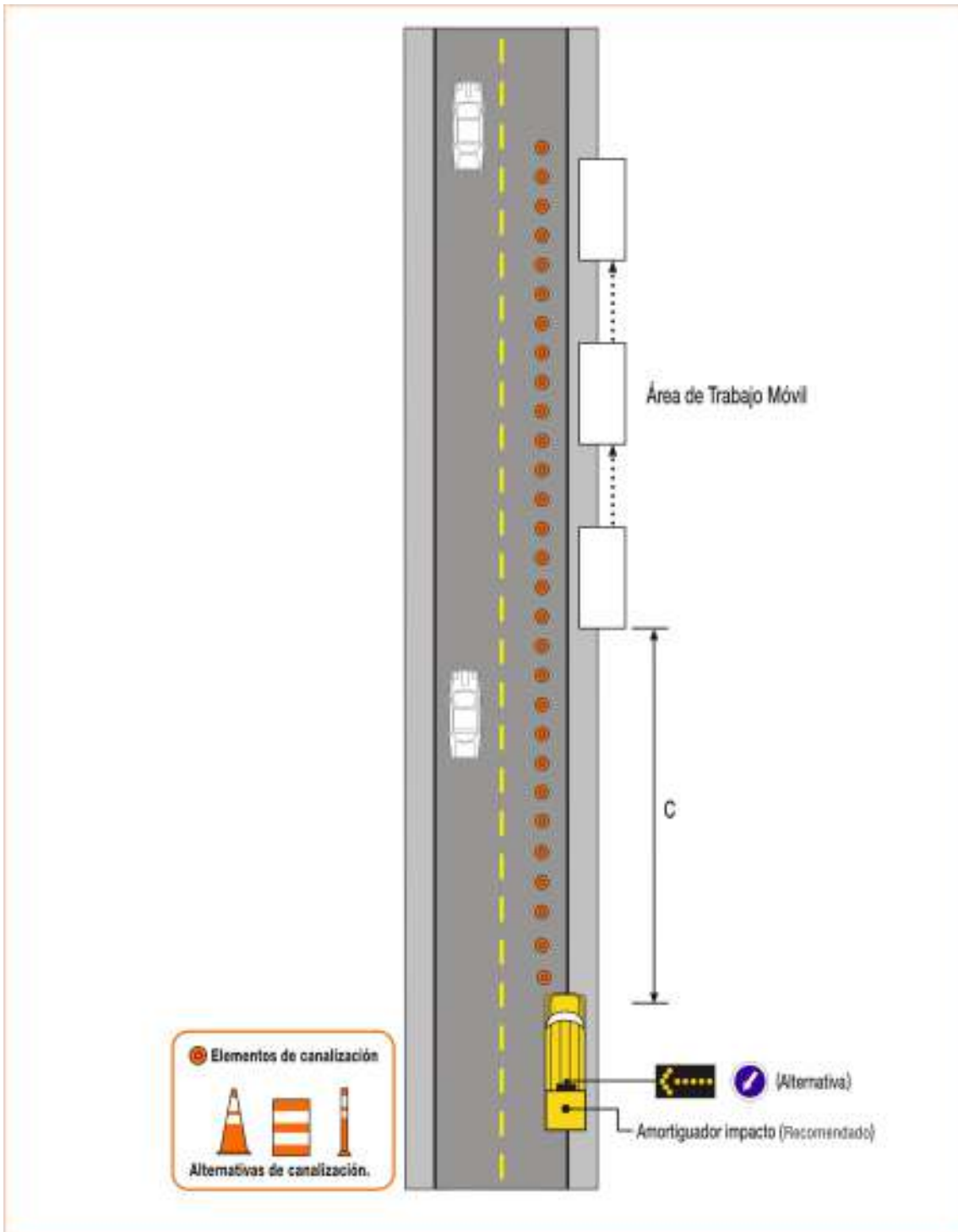


FIGURA 4.4-13 ESQUEMA TIPO TRABAJOS DE CORTA DURACIÓN Y/O MÓVILES

4.5 DEMARCACIONES

Las demarcaciones son señales que entregan su mensaje a través de líneas, símbolos y leyendas colocados sobre la superficie de la vía.

Son señales de relativo bajo costo y al estar instaladas en la zona donde los conductores concentran su atención, son percibidas y comprendidas sin que éstos desvíen su visión de la calzada.

Instaladas en forma permanente o temporal, mantienen sus características de forma, tamaño y color, por lo que las especificaciones contenidas en el Capítulo 3 de este Manual también son válidas en el caso de señalización de zonas de trabajo, con la sola excepción de la señal Desvío de Tránsito, que se detalla en esta sección.

4.5.1 TRATAMIENTO DE LA DEMARCACIÓN EN ZONAS DE TRABAJO

Cuando el alineamiento, número y características de las pistas de circulación, definidas en el Plan de Señalización y Medidas de Seguridad -Tópico 4.2.9- no es consistente con la demarcación existente, esta última debe borrarse, con el fin de evitar confundir a los usuarios, desacreditar otras señales y generar accidentes.

Cuando en una zona de trabajos no sea posible proveer una apropiada demarcación de pistas, éstas deben ser definidas con elementos de canalización y señales de advertencia.

4.5.2 ELIMINACIÓN DE DEMARCACIONES PROVISORIAS

Una vez concluidas las obras o las condiciones impuestas por éstas dejan de regir o aplicarse, la empresa que realiza los trabajos debe eliminar la demarcación que no se aplique a las condiciones normales de circulación. Las demarcaciones obsoletas deben ser removidas antes de que las nuevas condiciones físicas y/o de operación se implementen.

Se puede utilizar cualquier proceso que elimine totalmente la demarcación obsoleta en forma ambientalmente aceptable y que no afecte la integridad del pavimento, tales como chorro de arena, cepillado, quemadura, aplicación de agentes químicos u otros.

No debe utilizarse el recubrimiento con pintura gris o negra, ya que ésta se desgasta con el tiempo dejando visible la demarcación que se ha intentado eliminar.

Las demarcaciones elevadas innecesarias deben ser removidas en su totalidad.

4.5.3 DESVÍO DE TRÁNSITO

Esta señal, compuesta de una flecha y leyenda, se puede utilizar para indicar la proximidad de un desvío de tránsito. Se debe ubicar a no menos de 100 m del inicio de éste, en el centro de cada una de las pistas que cambian de alineamiento, con la punta de la flecha en la dirección en que se encuentra el desvío, izquierda o derecha, seguida de la leyenda "DESVÍO".

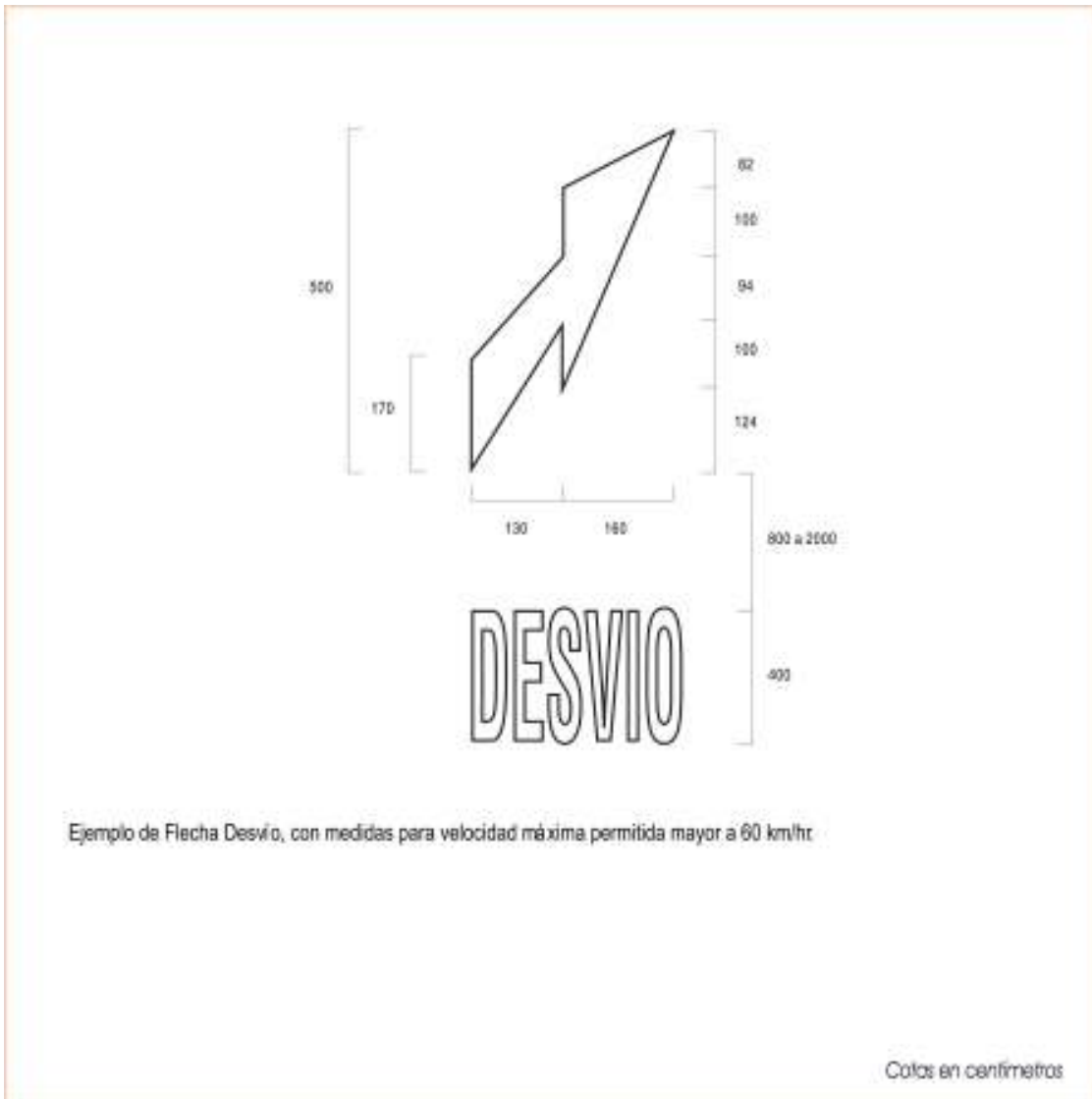
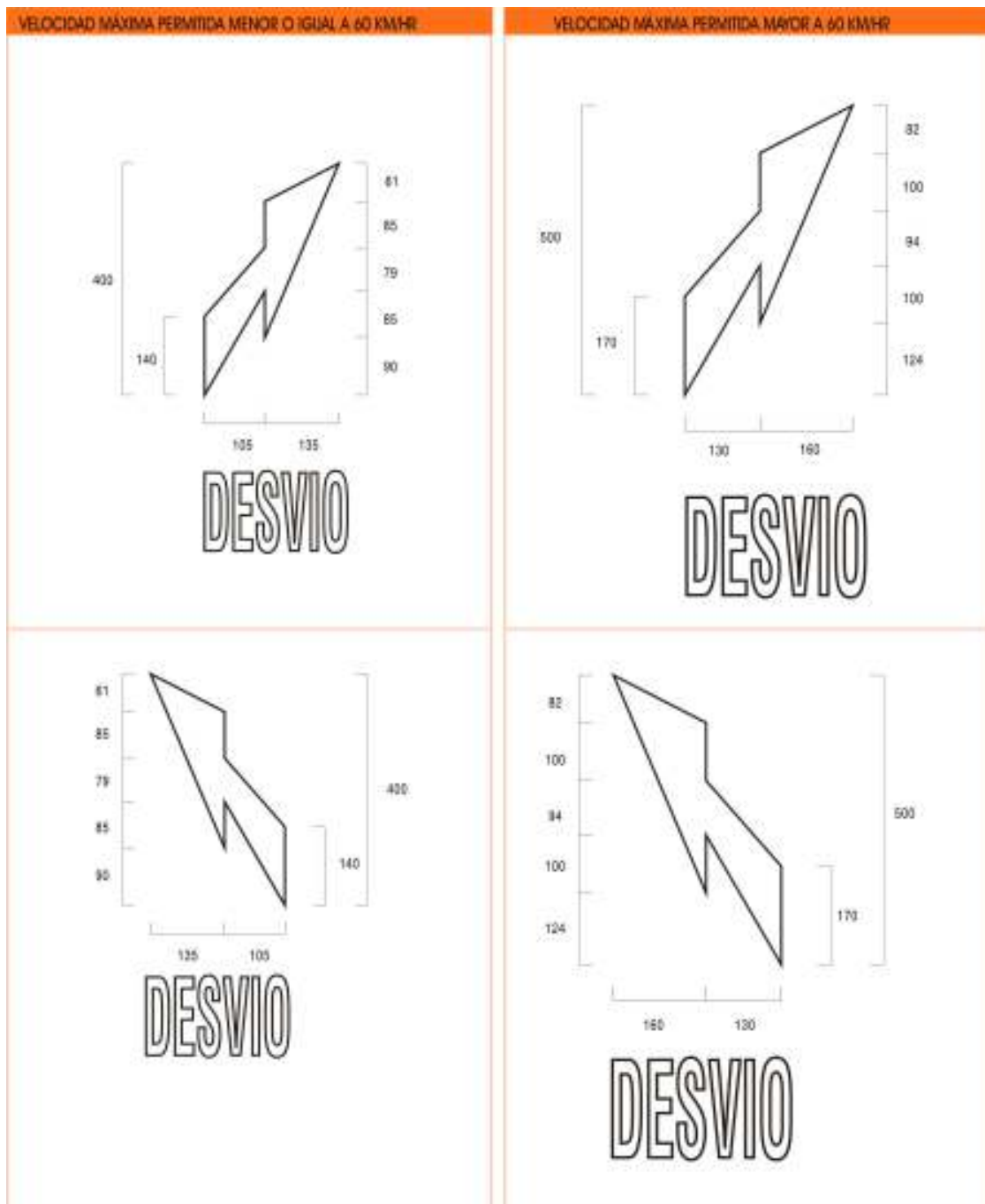


FIGURA 4.5-1 DESVÍO DE TRÁNSITO



Contas en centímetros

FIGURA 4.5-2 FLECHA DESVÍO DE TRÁNSITO

4.6 SISTEMAS DE CONTROL DE TRÁNSITO

Cuando a lo largo de una zona de trabajos o en tramos de ella, sólo es posible permitir la circulación de vehículos en un sentido, en forma alternada, se debe asegurar que exista una coordinación tal en el derecho de paso que evite accidentes y demoras excesivas. Ello se logra mediante sistemas de control de tránsito.

4.6.1 FUNCIÓN

El sistema de control de tránsito debe:

- otorgar derecho de paso alternadamente;
- asegurar que al otorgar derecho de paso en un sentido, el tramo se encuentre despejado de vehículos que transiten en sentido contrario, y
- evitar la generación de demoras excesivas al tránsito, cualquiera sea el sentido de circulación, ya que éstas son un estímulo al no respeto de las indicaciones del sistema.

4.6.2 CLASIFICACIÓN

Según su tipo los sistemas se clasifican en:

- Señales PARE / SIGA
- Semáforos

4.6.3 EMPLAZAMIENTO

Los elementos del sistema que indican a los conductores el derecho de paso o la obligación de detenerse – PARE / SIGA o Semáforo - deben ubicarse en los extremos del tramo en que se utiliza el tránsito en un sentido. En dichos extremos, la calzada disponible debe permitir la circulación en ambos sentidos simultáneamente.

4.6.4 CONTROL PARE / SIGA

En este sistema de control de tránsito, personal de la obra - trabajadores comúnmente llamados Bandereros - otorgan el derecho de paso alternado, utilizando la señal PARE / SIGA. Ver Figura 4.6-1.



FIGURA 4.6-1 UTILIZACIÓN SEÑAL PARE/SIGA

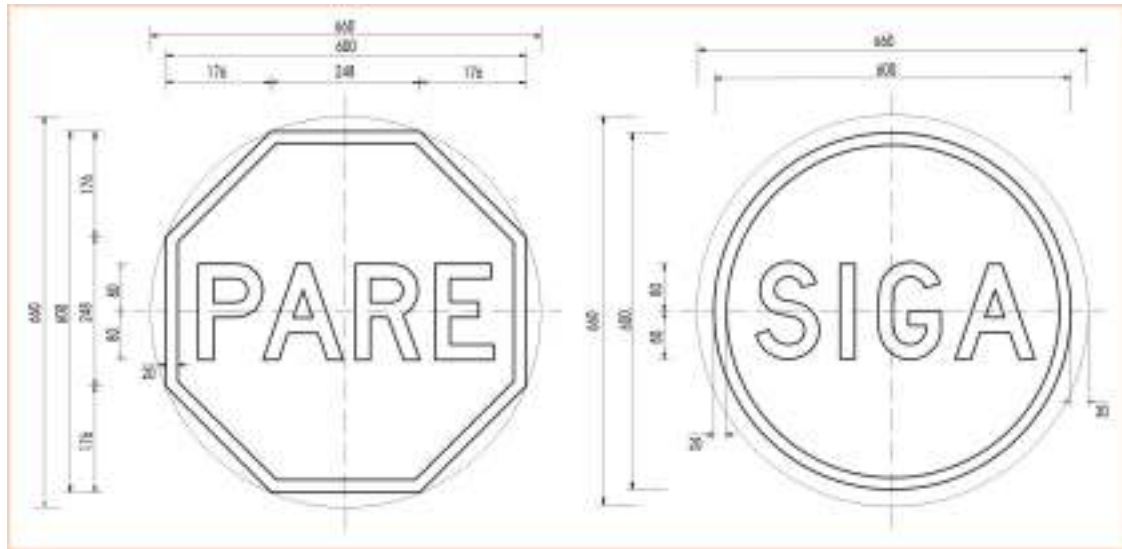


FIGURA 4.6-2 SEÑAL PARE/SIGA

Esta señal debe ser indeformable por la acción del viento u otros factores. Sus colores de fondo son verde en la cara donde se ubica la palabra SIGA y rojo en aquella que lleva la leyenda PARE, mientras que ambos textos son blancos. Estos colores deben cumplir **siempre** con los niveles mínimos de retrorreflexión que se entregan en la Tabla 4.6-1, cuyos ángulos de entrada y de observación corresponden a los definidos en la Norma ASTM D 4956 – 95.

TABLA 4.6-1 NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLEXIÓN (CD/LX M²)

Ángulo		Colores		
Entrada	Observación	Blanco	Verde	Rojo
- 4°	0,2°	112,0	14,4	22,4
- 4°	0,5°	48,0	7,2	12,0
30°	0,2°	48,0	5,6	9,6
30°	0,5°	24,0	3,6	4,8

4.6.5 BANDERERO

En el sistema de control PARE / SIGA el Banderero es responsable de la seguridad de los usuarios de la vía, por lo que debe ser seleccionado cuidadosamente, debiendo cumplir, a lo menos, con los siguientes requisitos:

- Haber aprobado la Educación Primaria.
- Haber aprobado un curso que lo habilite como Banderero, y
- Poseer visión y audición compatibles con sus labores, aceptándose que estos aspectos puedan estar corregidos por dispositivos tales como lentes o audífonos.

El banderero debe ser siempre visible para todos los conductores, por ello debe usar permanentemente la vestimenta especificada en la Sección 4.7 de este Capítulo.

Debe ubicarse frente al tránsito que se acerca al área de actividad. Su puesto de trabajo debe situarse fuera de la calzada y detrás de barreras u otros elementos de segregación, excluidos conos y cilindros.

Durante la noche el puesto de trabajo debe iluminarse apropiadamente.

La velocidad máxima permitida en la vía, en el sector donde se ubica el Banderero, nunca debe superar los 50 km/hr.

4.6.6 OPERACIÓN DEL SISTEMA

La duración del derecho de paso en cada sentido de circulación debe ser determinada sólo por uno de los Bandereros, el que tiene la misión de coordinar los movimientos vehiculares y es responsable de la operación general. Cuando no exista visibilidad directa entre los Bandereros, lo que puede ocurrir durante la noche, ante la presencia de neblina y en otros casos de visibilidad reducida, se deben utilizar equipos de radiotelefonía u otros que garanticen la comunicación entre ellos.

Para indicar a los conductores si deben avanzar o detenerse, el Banderero debe realizar los siguientes pasos:

Detención del tránsito. El Banderero debe ubicarse de frente a los conductores que deben detenerse, con la paleta en posición vertical enfrentando a éstos con la señal PARE. Cuando se hayan detenido los primeros vehículos, puede dejar la paleta en un soporte adecuado, que la mantenga siempre en posición vertical y con la señal PARE hacia dichos conductores.

Permitido avanzar. El Banderero girará la paleta hasta que la señal SIGA enfrente a los conductores detenidos. Cuando los primeros vehículos hayan avanzado, puede dejar la paleta en un soporte adecuado que la mantenga siempre en posición vertical y con la señal SIGA hacia los conductores.

4.6.7 SEMÁFOROS

El sistema de control con semáforos se recomienda en aquellos tramos donde, por distancia u otras condiciones especiales, no exista contacto visual entre los extremos. También se utiliza para controlar intersecciones de la zona de trabajos con otras vías.

Los semáforos deben cumplir lo estipulado en el Capítulo 3 del presente Volumen, con las siguientes excepciones:

- Su instalación se justifica fundamentalmente en función de las características de la zona de trabajos, por lo que uno o más de los criterios definidos para justificar semáforos permanentes puede no aplicarse.
- La altura mínima –medida desde el nivel del terreno hasta la parte inferior del cabezal- es de 1.5 m.
- El semáforo debe desenergizarse cuando su operación no sea necesaria.

Para asegurar que el tramo se encuentra despejado de vehículos, antes de otorgar derecho de paso en un sentido, el sistema de control con semáforos también puede utilizar bandereros, los que en estos casos realizan labores de coordinación, control y operación del dispositivo.

Se recomienda instalar dos cabezales en cada extremo del tramo, esto asegura el correcto funcionamiento del sistema, aun cuando una de las lámparas deje de operar, por quema de sus luces u otras circunstancias.

En la se Figura 4.6-3 muestra, a modo de ejemplo, una zona de trabajos controlada por semáforo.

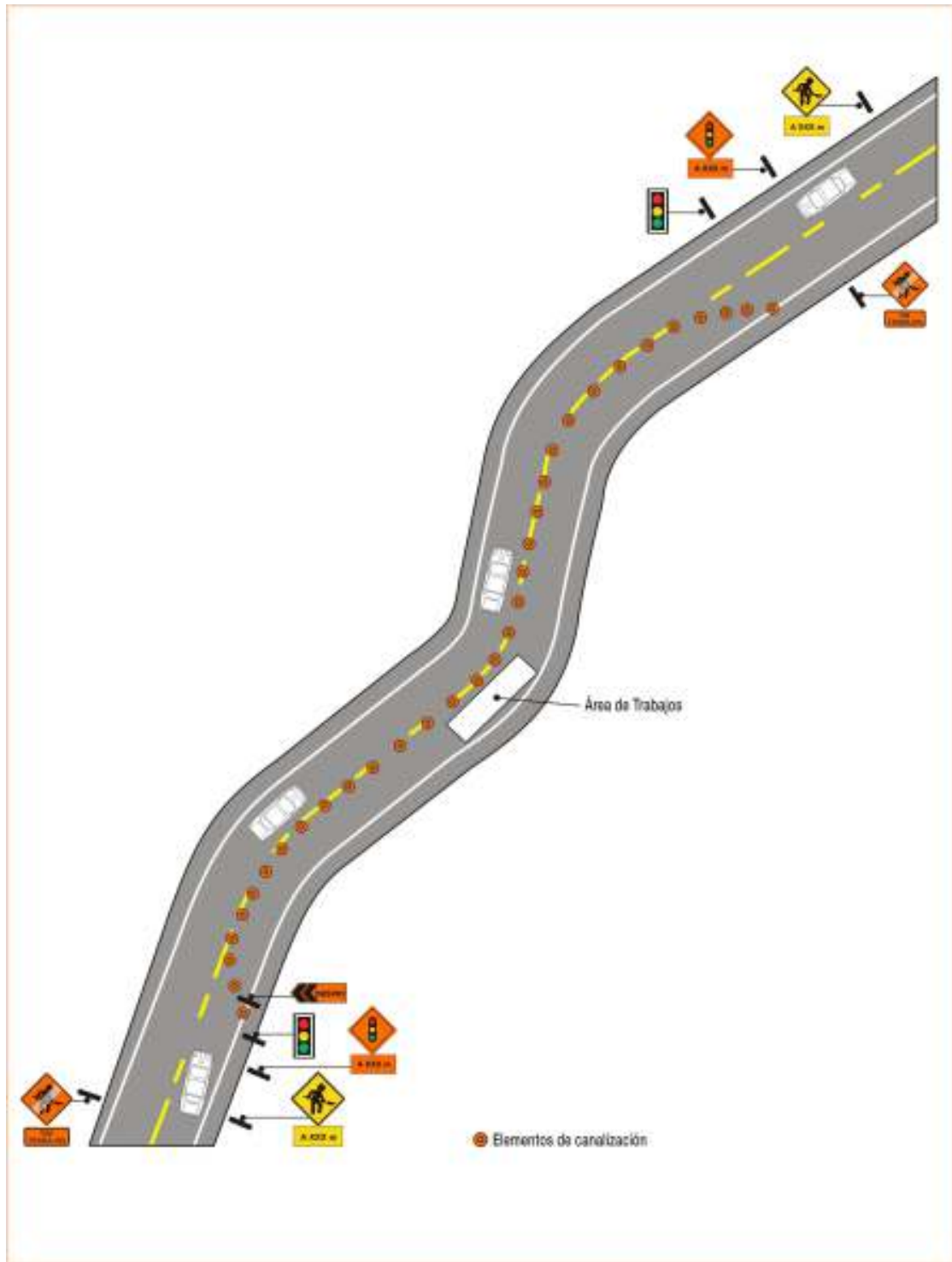


FIGURA 4.6-3 EJEMPLO USO DE SEMÁFORO

4.7 ELEMENTOS PARA AUMENTAR VISIBILIDAD DE TRABAJADORES Y VEHÍCULOS

En toda zona de trabajos, es necesario que el accionar de los trabajadores y vehículos de la obra sea percibido por los conductores con anticipación, especialmente en la noche y en períodos de visibilidad reducida. Esto exige la utilización de elementos luminosos o que retroreflejen la luz proyectada por los focos de los vehículos y que garanticen un alto grado de contraste con el entorno.

En esta sección se detallan los estándares mínimos requeridos para los materiales de alta visibilidad que se deben usar en la indumentaria de todo el personal y vehículos presentes en la obra.

4.7.1 VESTIMENTA DE TRABAJO DE ALTA VISIBILIDAD

La vestimenta de trabajo de alta visibilidad está destinada a destacar visualmente la presencia de un trabajador, con el fin de que éste, en cualquier circunstancia, sea oportunamente percibido.

Dicha vestimenta está compuesta por una parte fluorescente, o fondo, y otra de material retroreflectivo. Ver Figura 4.7-1. La porción fluorescente de la prenda tiene la función de destacarla durante el día, cuando existe baja luminosidad y los vehículos pueden llevar sus focos apagados, como ocurre al amanecer, al atardecer, cuando llueve o nieva. La parte retroreflectiva destaca la prenda cuando los vehículos llevan sus focos encendidos durante la noche y otros períodos de oscuridad.

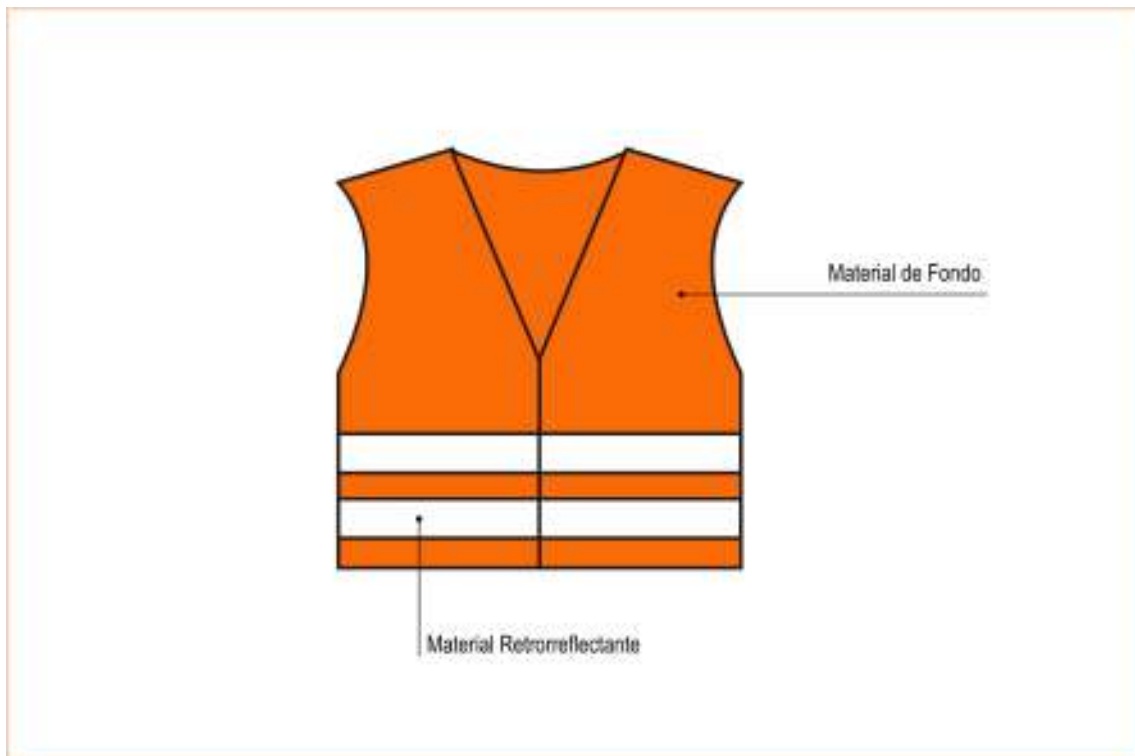


FIGURA 4.7-1 DEFINICIÓN BÁSICA DE LOS COMPONENTES DE LA VESTIMENTA DE TRABAJO

4.7.2 CLASIFICACIÓN

Según el grado de visibilidad que otorga y el área que cubre, la vestimenta de trabajo que debe utilizar el personal que labora o permanece en la obra se clasifica en:

a) Clase I: Corresponde a las vestimentas que se pueden utilizar en:

- zonas de trabajos donde el entorno no sea complejo; esto es, que la visibilidad de la persona no se encuentre comprometida por otros elementos
- donde exista una separación amplia entre el lugar en que se realizan los trabajos y el tránsito vehicular, o haya segregación física continua entre ellos
- donde la velocidad máxima permitida en la zona de trabajos no supere los 40 km/hr, por ejemplo, trabajos en la acera

b) Clase II: Esta clase de vestimenta se debe utilizar en:

- situaciones en las cuales el entorno de la zona de trabajos sea complejo, como ocurre en regiones de clima lluvioso o con frecuente neblina
- sectores de trabajos donde la velocidad máxima permitida sea superior a 40 km/hr e inferior a 80 km/hr
- en trabajos que tengan lugar en o muy cerca del tránsito vehicular y no exista segregación física continua entre ellos

c) Clase III: Esta vestimenta se debe utilizar en:

- zonas de trabajos con velocidades máximas permitidas superiores a 80 km/hr
- donde los vehículos que operan en la obra sean de tal dimensión y peso que constituyan un riesgo para el resto de los trabajadores de la obra
- labores de control de tránsito en la obra, vale decir por los Bandereros

Según su clase, la indumentaria de alta visibilidad debe tener incorporadas a la prenda las superficies mínimas de material de fondo y retrorreflectivo que se indican en la Tabla 4.7-1. Alternativamente, se puede optar, en vestimentas Clase I, por la superficie exigida de material combinado, entendiendo éste como aquel que es fluorescente y retrorreflectante a la vez.

TABLA 4.7-1 SUPERFICIES MÍNIMAS DE CADA MATERIAL VISIBLE (EN M2)

Material	Clase III	Clase II	Clase I
De Fondo	0,80	0,50	0,14
Retrorreflectivo	0,20	0,13	0,10
Combinado			0,20

Estas superficies mínimas deben estar distribuidas uniformemente en la prenda.

4.7.3 CARACTERÍSTICAS

4.7.3.1 Color

Se han definido sólo tres colores de fondo para la vestimenta: verde limón, naranja y rojo. Los tres confieren, durante el día, visibilidad en la mayor parte de los ambientes rurales y urbanos. Sin embargo, se debe tener en cuenta el entorno específico en el que se desarrolla la obra para determinar la protección requerida y así seleccionar el color que proporcione el mejor contraste con el medio. Por ejemplo, en lugares con abundante vegetación el color naranja es más apropiado que el verde.

No obstante, los Bandereros deben usar siempre prendas cuyo color de fondo sea naranja.

Los colores deben corresponder a los especificados en el Capítulo 1, Sección 1.5

4.7.3.2 Retrorreflexión

Niveles más altos de retrorreflexión aseguran mayor contraste y mejor visibilidad de la vestimenta de trabajo en la oscuridad, bajo las luces de un vehículo. Por lo tanto, cuando se requiera mayor visibilidad se deben utilizar materiales con mayores coeficientes de retrorreflexión.

Por lo anterior, se han definido dos niveles mínimos para el material retrorreflectante o combinado que se debe utilizar en la vestimenta de trabajo de alta visibilidad, los que se detallan en la Tabla 4.7-2 y Tabla 4.7-3.

TABLA 4.7-2 VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE DE RETROREFLEXIÓN (CD/LUX M²) PARA NIVEL 1

Ángulo de Observación	Ángulo de Iluminación (o de entrada)			
	5°	20°	30°	40°
12'	250	220	135	50
20'	120	100	75	30
1°	25	15	12	10
1° 30'	10	7	5	4

TABLA 4.7-3 VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE DE RETROREFLEXIÓN (CD/LUX M²) PARA NIVEL 2

Ángulo de Observación	Ángulo de Iluminación (o de entrada)			
	5°	20°	30°	40°
12'	330	290	180	65
20'	250	200	170	60
1°	25	15	12	10
1° 30'	10	7	5	4

4.7.3.3 Diseño

La vestimenta de trabajo de alta visibilidad incluye, entre otras prendas, arneses, pecheras, petos, chalecos, chaquetas, overoles y pantalones.

4.7.3.4 Material de fondo

Con la excepción de los arneses, pecheras y petos, el material de fondo debe rodear horizontal y totalmente el torso, las mangas y la parte inferior del pantalón.

4.7.3.5 Material retrorreflectante

El material retrorreflectante se debe disponer en bandas de ancho no menor a 50 mm, excepto para los arneses, en los que no será menor que 30 mm.

a. Chaquetas, chalecos, pecheras y petos

Estas prendas deben presentar alguna de las siguientes configuraciones de material retrorreflectante:

i. Configuración 1

- dos bandas horizontales de material retrorreflectante alrededor del torso, espaciadas como mínimo 50 mm. una de otra
- dos bandas verticales del mismo material, que unan la parte frontal (pecho) y posterior (espalda) de la banda horizontal superior, pasando por encima de cada hombro y cruzándose en la espalda

La parte baja de la banda horizontal inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

ii. Configuración 2

- una banda horizontal de material retrorreflectante alrededor del torso
- dos bandas del mismo material, que unan la parte frontal (pecho) y posterior (espalda) de la banda horizontal, pasando por encima de cada hombro y cruzándose en la espalda.

La parte baja de la banda horizontal no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

iii. Configuración 3

- dos bandas horizontales de material retrorreflectante alrededor del torso, espaciadas como mínimo 50 mm.

La parte baja de la banda horizontal inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior de la prenda.

Las pecheras y petos deben ser confeccionados de forma tal que una persona de la talla para la que están diseñados, pueda usarlos con aberturas laterales no mayores a 50 mm medidas horizontalmente.

b. Overol y chaquetas de manga larga

Estas prendas deben considerar:

- dos bandas de material retrorreflectante en las mangas, situadas a la misma altura y alineadas con las del torso
- que la banda superior debe rodear la parte superior de las mangas, entre el codo y el hombro
- que la parte baja de la banda inferior no deberá estar a menos de 50 mm del borde inferior de la manga

c. Overol y pantalones con o sin pechera

Esta vestimenta debe considerar:

- dos bandas de material retrorreflectante espaciadas 50 mm como mínimo, rodeando horizontalmente cada pierna
- que la parte alta de la banda superior debe estar a menos de 350 mm del borde inferior del pantalón
- que la parte baja de la banda inferior debe estar a más de 50 mm del borde inferior del pantalón
- que cuando se trate de pantalón con pechera, ésta debe tener una banda de material retrorreflectante alrededor del torso

d. Arnese

Estas prendas deben considerar:

- una banda retrorreflectante o de material combinado rodeando la cintura
- dos bandas retrorreflectante o de material combinado uniendo la banda de la cintura desde atrás (la espalda) al frente pasando sobre los hombros
- que el ancho de las bandas debe ser superior a 30 mm

e. Sistema de cierre

Este no debe tener aberturas horizontales mayores a 50 mm.

4.7.4 UNIFORME DEL BANDERERO

Los trabajadores que desempeñen labores de Banderero deben usar vestimenta Clase III, con materiales retrorreflectantes al menos iguales al Nivel 2, más las siguientes prendas:

- Casco de color naranja, con una franja horizontal retroreflectante blanca en la parte trasera y delantera. Estas franjas serán de 10 cm de largo por 5 cm de ancho.
- Capa impermeable de color naranja, la que se utiliza en caso de lluvia o cuando las condiciones climáticas lo requieran. Ésta debe llevar una franja retrorreflectante blanca, de 15 cm de ancho, colocada horizontalmente en el tercio superior a la altura del tórax.

En la Figura 4.7-2 y Figura 4.7-3 se presentan **ejemplos** típicos de vestimentas de trabajo de alta visibilidad.

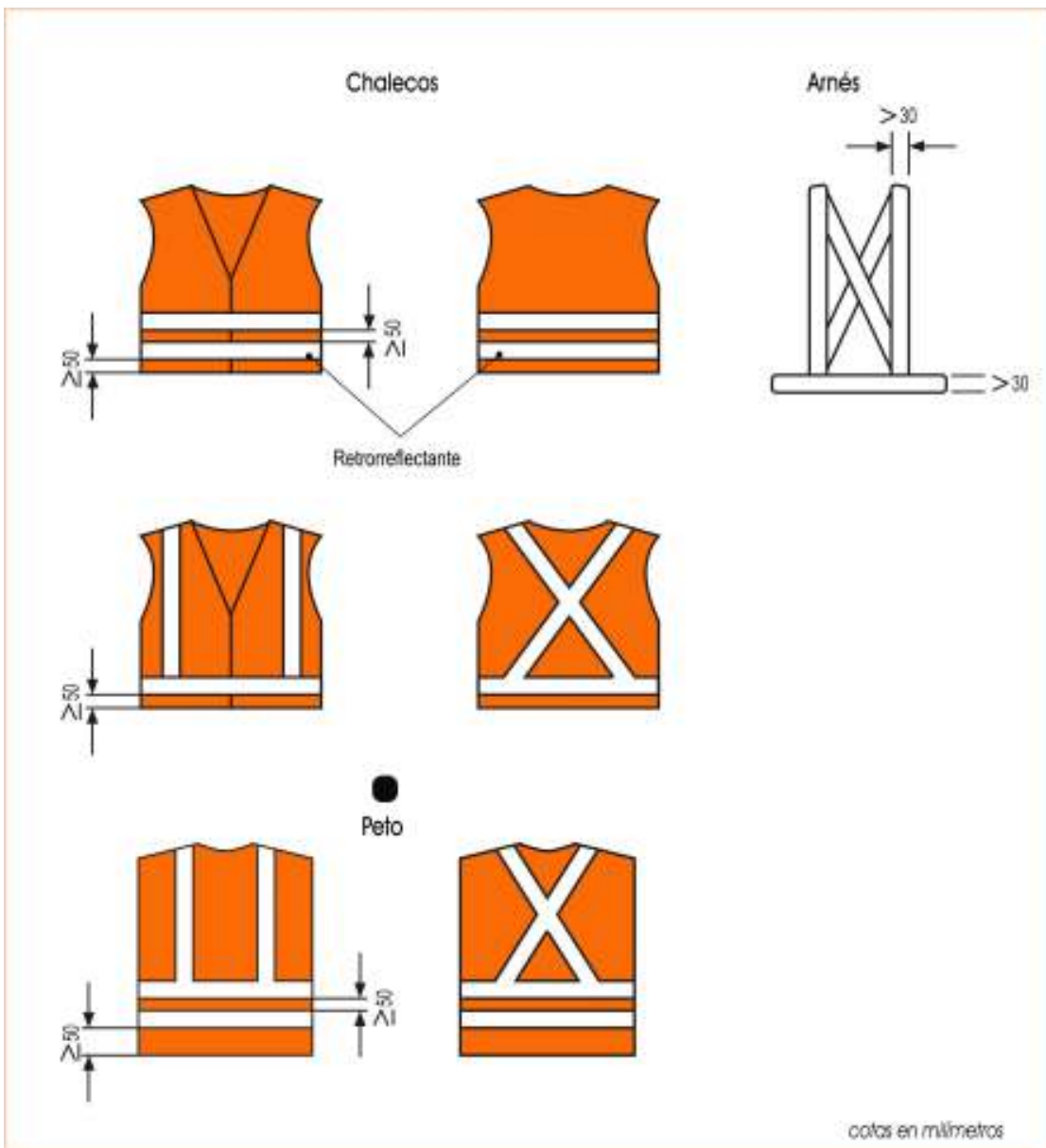


FIGURA 4.7-2 EJEMPLOS VESTIMENTAS

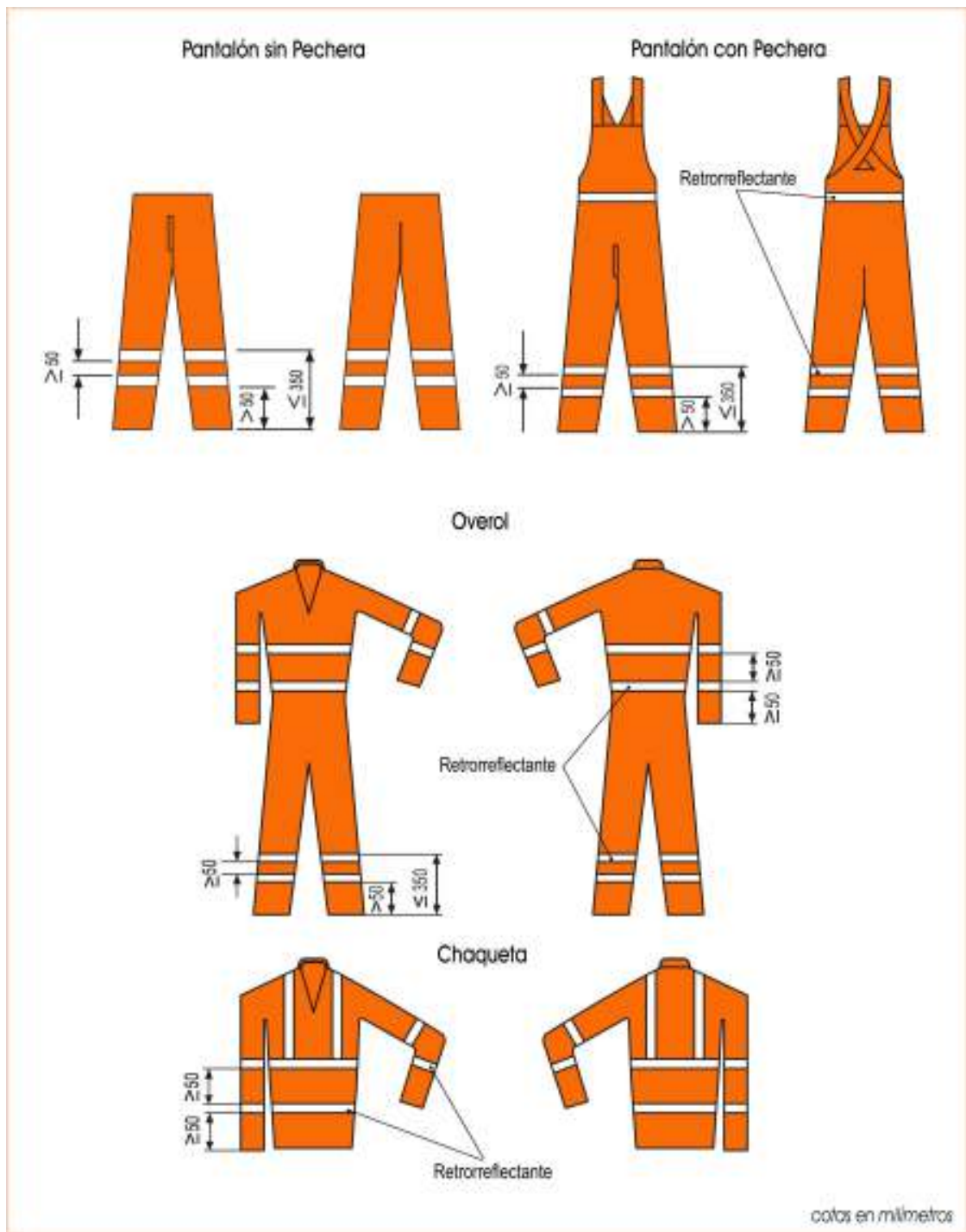


FIGURA 4.7-3 EJEMPLO VESTIMENTAS (CONTINUACIÓN)

4.7.5 ELEMENTOS RETRORREFLECTANTES PARA VEHÍCULOS

En este punto se abordan los elementos retrorreflectantes con que deben contar todos los vehículos, livianos y pesados, que participen en los trabajos. Con esto se busca asegurar que en toda condición, incluso cuando dichos vehículos no hacen uso de sus luces, sean percibidos oportunamente por los usuarios de la vía y por otros vehículos que participan en la obra.

4.7.6 FORMA Y COLOR

Los elementos retrorreflectantes utilizados en los vehículos de obras son cintas de color rojo y blanco alternadas, de las siguientes dimensiones:

TABLA 4.7-4 DIMENSIONES CINTAS EN VEHÍCULOS

Cinta	Largo Retrorreflectante	Ancho Mínimo Retrorreflectante
Color Blanco	280 mm \pm 20 mm.	50 mm.
Color Rojo	180 mm \pm 20 mm.	

4.7.7 UBICACIÓN

Las cintas se ubican en la parte posterior y en los costados de los vehículos, de acuerdo a los siguientes criterios:

4.7.7.1 Parte Posterior

La cinta retrorreflectiva de colores rojo y blanco alternados se debe ubicar en forma horizontal a todo lo ancho del vehículo, a una altura sobre el suelo de 1,25 m, como se muestra a modo de ejemplo en la Figura 4.7-4. Cuando por las características del vehículo ello no sea posible, se debe ubicar a una altura lo más cercana posible a la indicada.

En los vértices superiores traseros de la carrocería, se deben ubicar dos pares de cintas retrorreflectivas de color blanco, de 300 mm. de largo y 50 mm. de ancho mínimo cada una, formando un ángulo recto cuando sea posible para indicar la forma del vehículo, como lo muestra la Figura 4.7-4.

4.7.7.2 Costados

A cada costado del vehículo se deben ubicar cintas retrorreflectantes de color rojo y blanco alternado, cubriendo al menos la mitad de cada costado. Estas cintas deben originarse en los extremos delanteros y posteriores del vehículo, y se deben distribuir lo más equitativamente posible, como lo muestra la Figura 4.7-4. Su altura sobre el suelo debe ser lo más cercana posible a 1,25 m.

4.7.8 RETRORREFLEXIÓN

Las referidas cintas retrorreflectantes deben cumplir con lo detallado en la Tabla 4.7-5

TABLA 4.7-5 NIVELES DE RETRORREFLEXIÓN MÍNIMOS

Ángulo de entrada	Ángulo de Observación.			
	0,2°		0,5°	
	Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
-4°	250	60	65	15
30°	250	60	65	15
45°	60	15	15	4

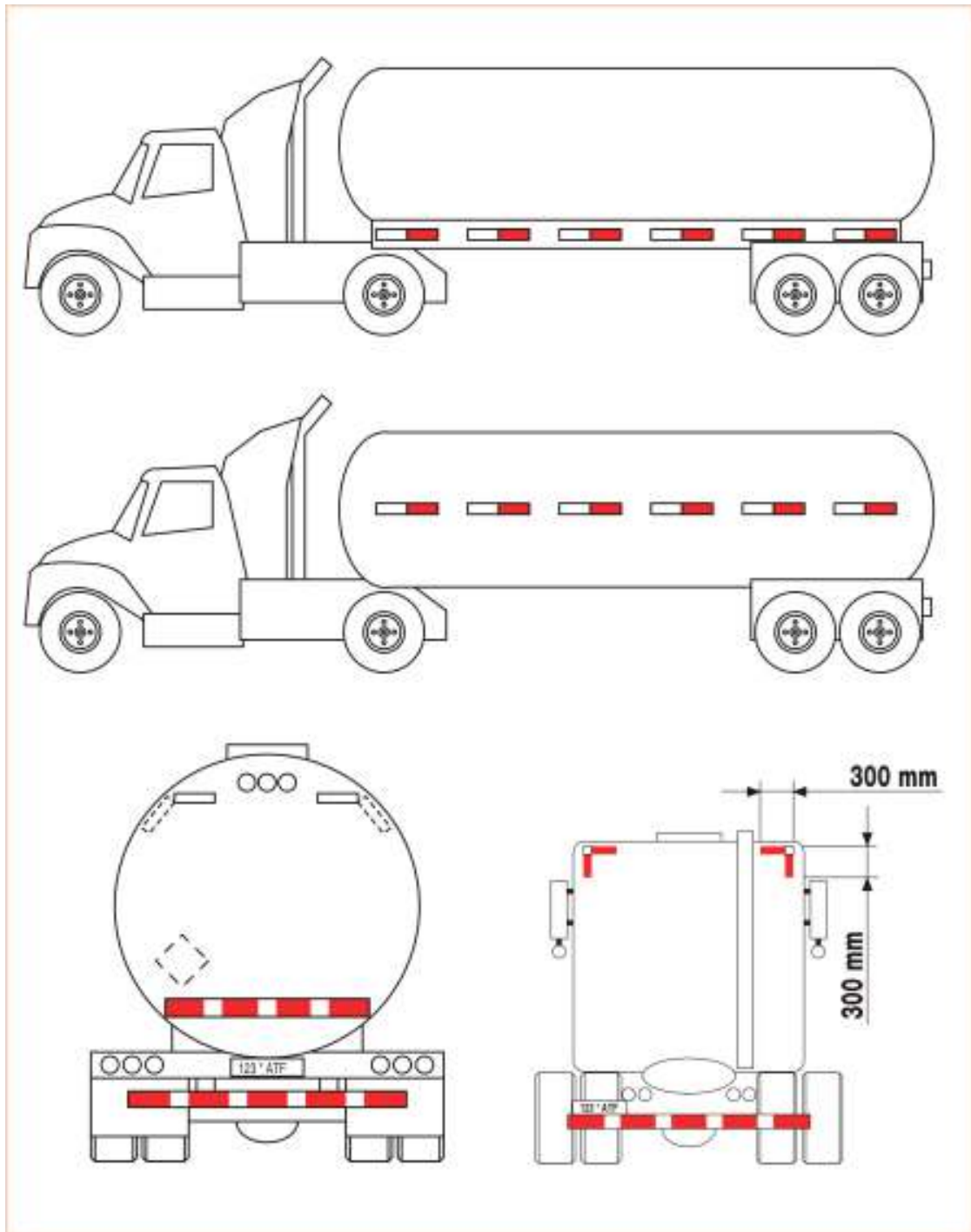


FIGURA 4.7-4 UBICACIÓN DE RETROREFLECTANTES

4.8 ESQUEMAS TIPO

En esta sección se presentan esquemas tipo de señalización y de medidas de seguridad, tanto para vías urbanas como rurales, a través de los cuales se ilustra cómo aplicar los criterios enunciados en las secciones anteriores.

En la práctica, se debe incorporar el criterio profesional para adaptar estos esquemas a las características y condiciones de cada caso en particular. Asimismo, es probable que en algunos casos las señales y medidas de seguridad que en definitiva deban implementarse correspondan a combinaciones de uno o más esquemas de los aquí presentados.

En los siguientes esquemas se utiliza la siguiente nomenclatura:

- As: Ancho de Seguridad (Tabla 4.4-7), pagina 4-61.
- D: Distancia entre Primera Señal (PT-1) e Inicio Área de Transición (Tabla 4.3-3), pág. 4-17.
- C: Trabajos de Corta Duración y/o Móviles (Tabla 4.4-8), página 4-63.
- Lt: Longitud de Transición (Tabla 4.4-4 y Tabla 4.4-5), páginas 4-60 y 4-61.
- Ls: Longitud de Seguridad (Tabla 4.4-6), página 4-61.









	Cono		Cilindro
	Delineador Vertical		Tambor
	Barrera Tipo I		Barrera Tipo II
	Barrera Tipo III		Barrera Articulada
	Banderero		Semaforo
	Delineador Direccional		Hito de Vertice
	Faro o Baliza		Barrera Articulada
	Flecha Direccional Luminosa		

FIGURA 4.8-1 SIMBOLOGÍA

4.8.1 ESQUEMAS TIPO VÍAS URBANAS

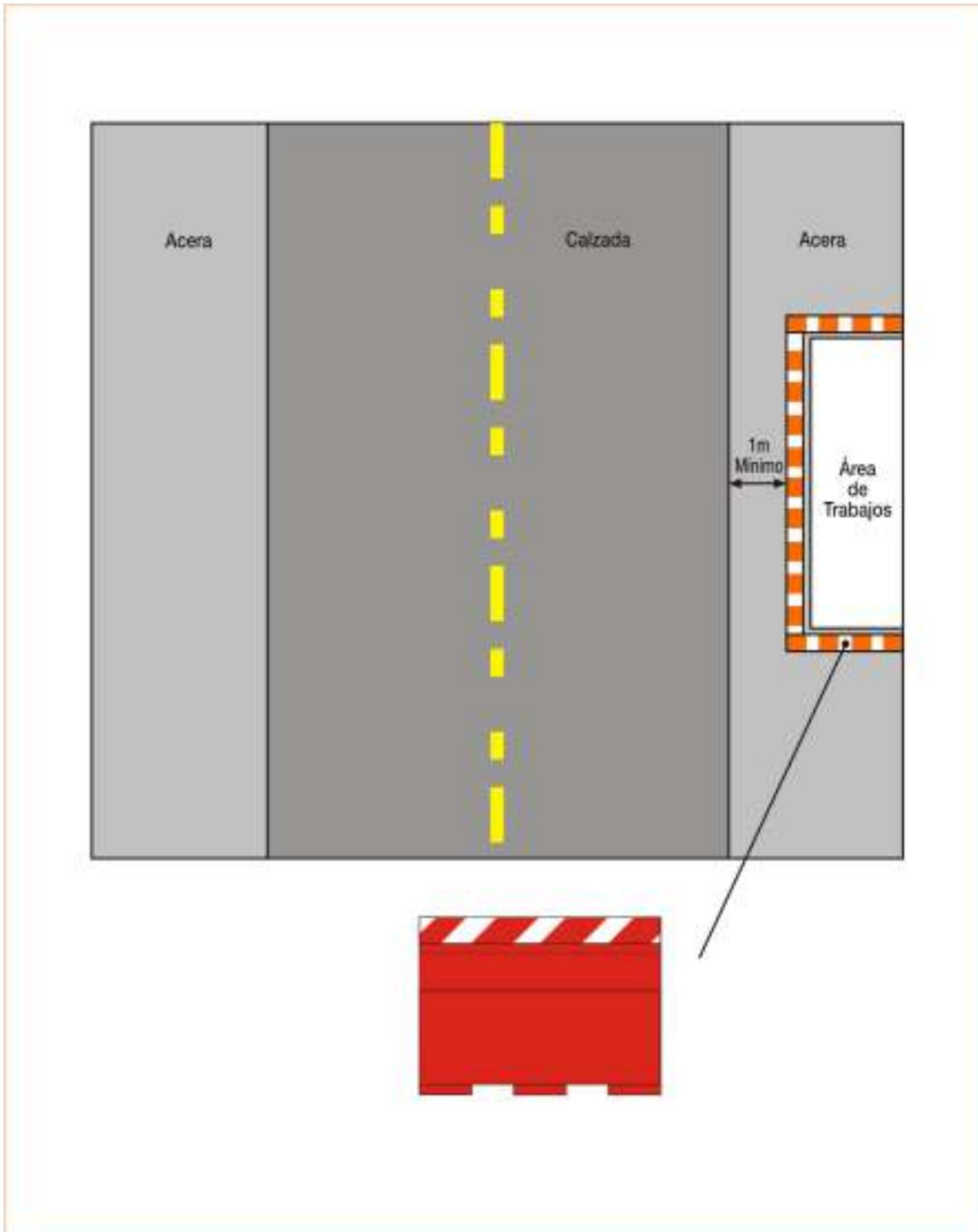


FIGURA 4.8-2 TRABAJOS EN ACERAS

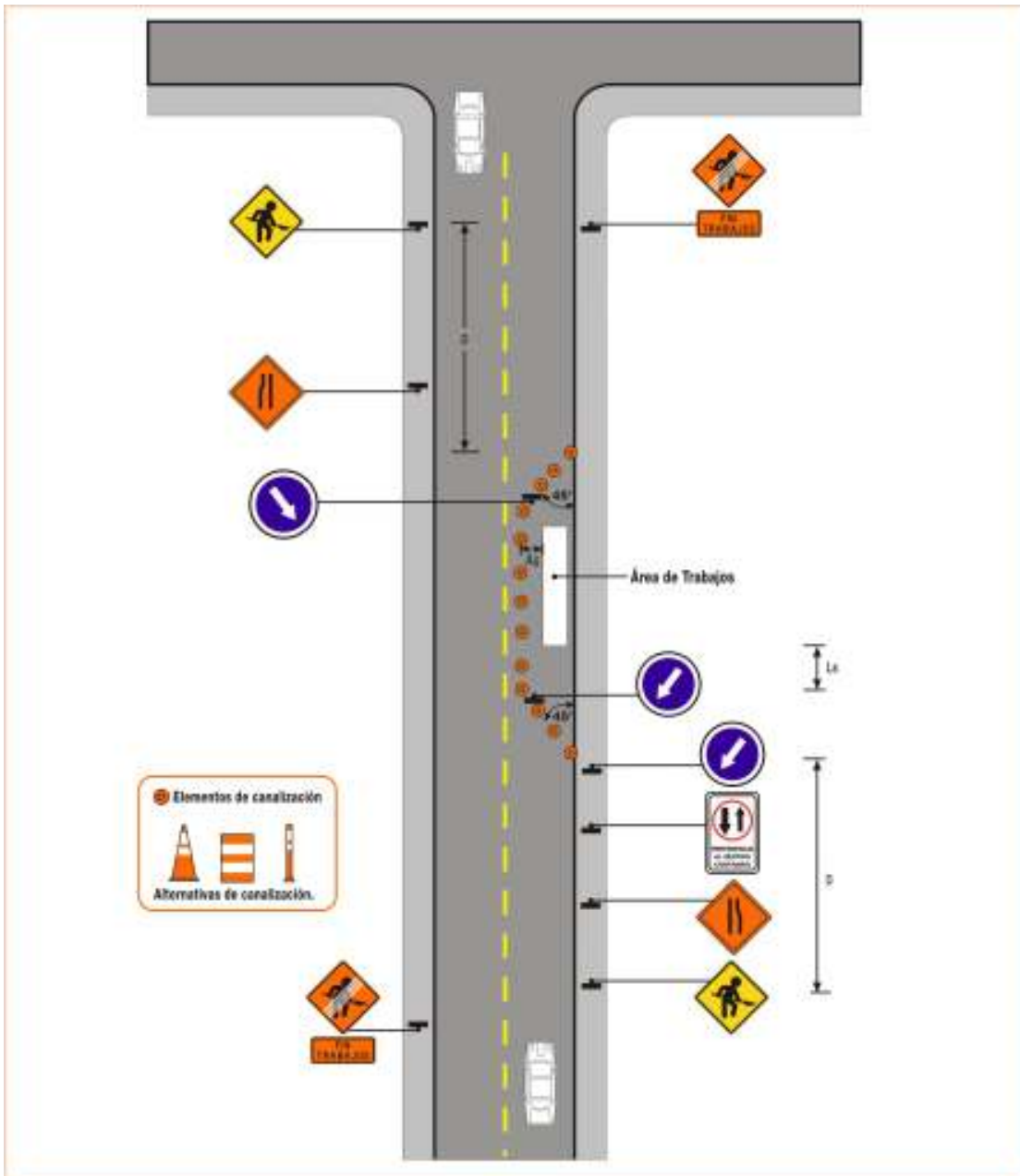


FIGURA 4.8-4 CONTROL VEHICULAR POR MEDIO DE SEÑALES QUE INDIQUEN PREFERENCIA DEL USO DE LAS VÍAS

Este esquema es aplicable, siempre y cuando se cumplan cada una de las siguientes condiciones:

- El flujo bidireccional es menor a 800 vehículos/día.
- La distancia L_s + Largo de Trabajo es menor a 75 m.
- Los conductores que se aproximan por ambos sentidos tienen una visibilidad de al menos 100 m. desde el lugar donde se ubica la señal TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1).

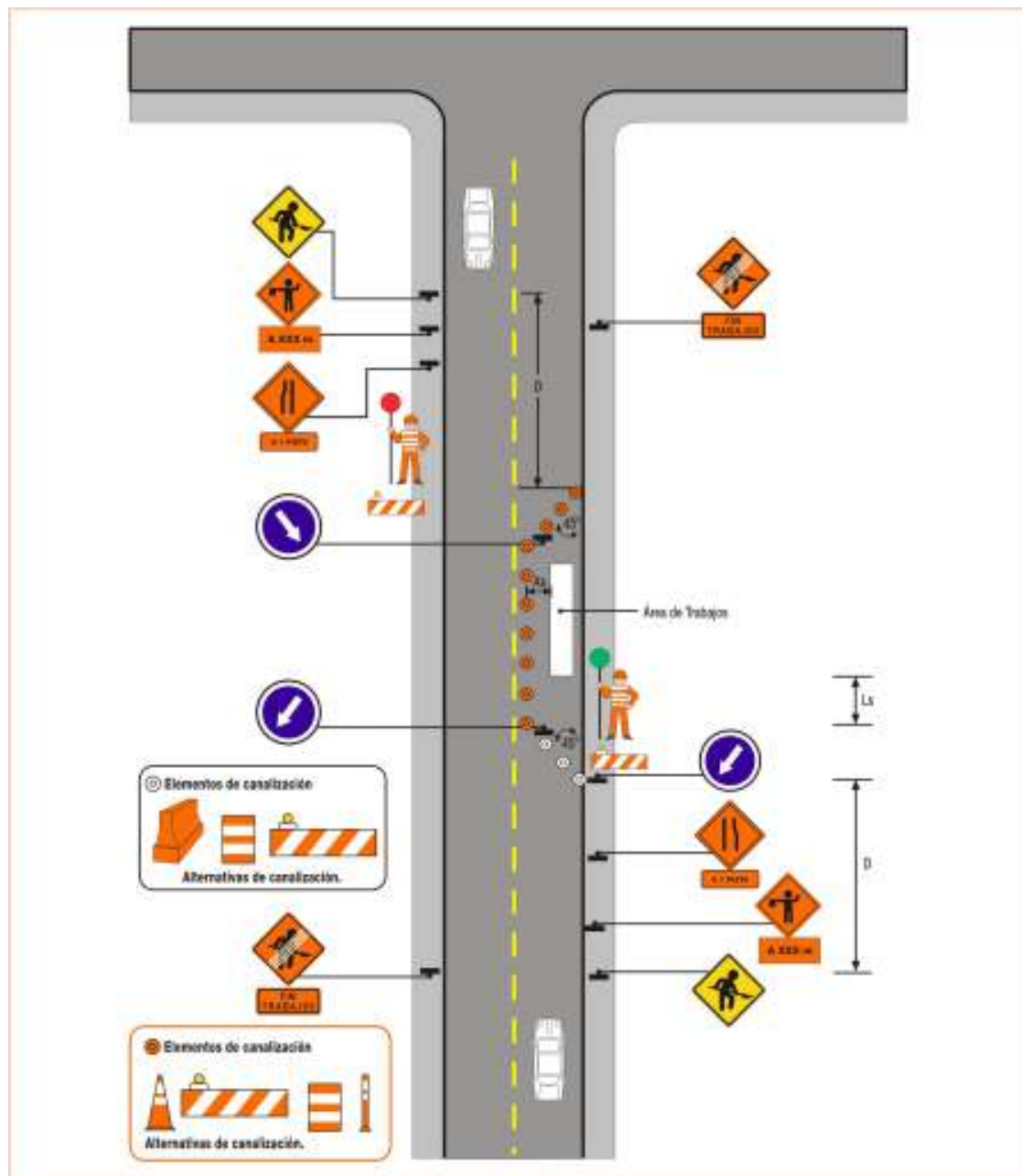


FIGURA 4.8-5 CONTROL VEHICULAR POR MEDIO DE LETREROS PARE/SIGA Y BANDERERO

Este esquema es aplicable, siempre y cuando se cumplan cada una de las siguientes condiciones:

- El flujo bidireccional es menor a 1400 veh/hr.
- La distancia $L_s + \text{Largo Trabajo}$ es mayor a 100 m.

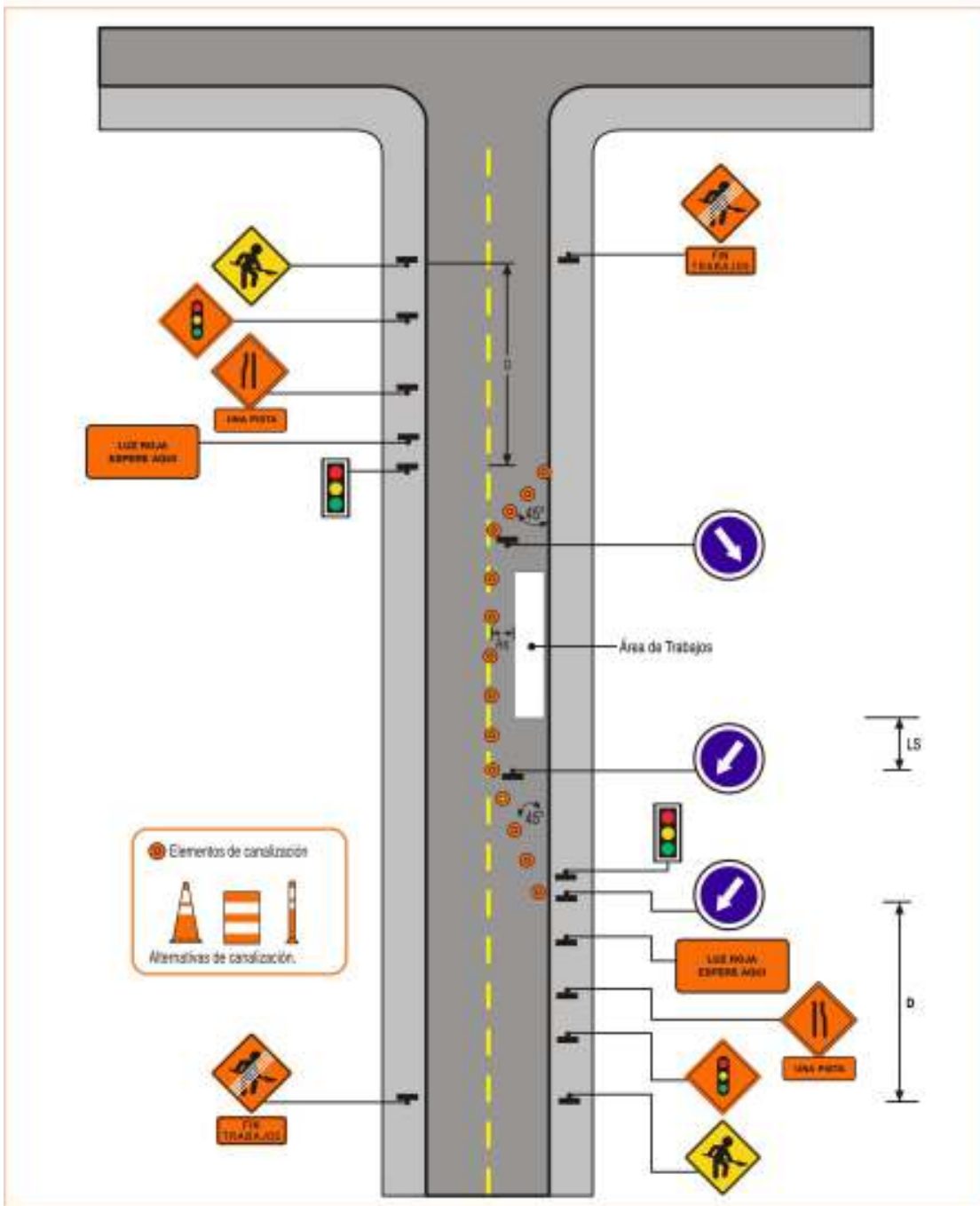


FIGURA 4.8-6 CONTROL DE TRÁFICO POR MEDIO DE SEMÁFOROS

Este esquema se puede aplicar cuando el Largo de Trabajo + L_s supere los 200 m.

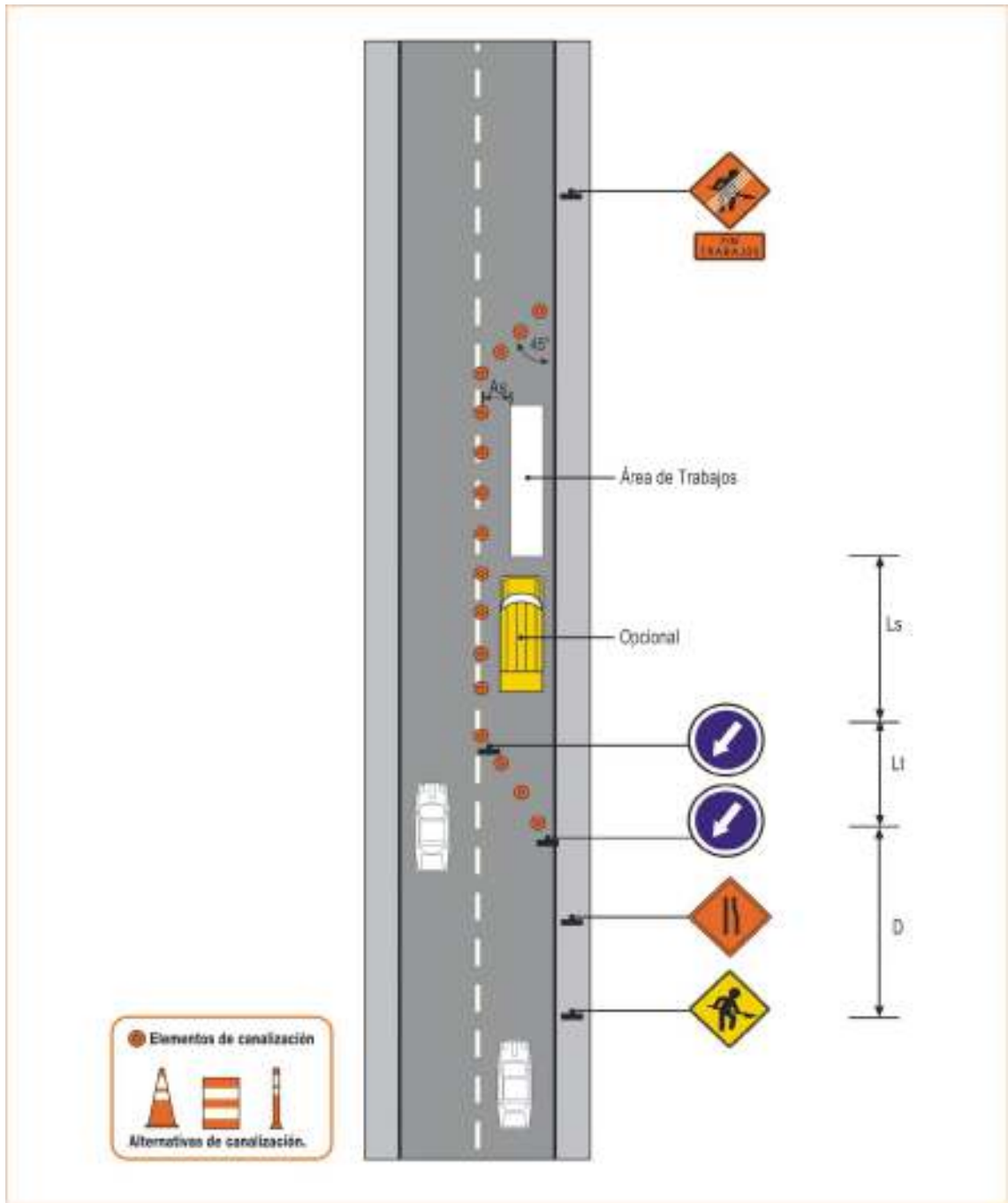


FIGURA 4.8-7 TRABAJOS EN VÍAS DE UNA CALZADA UNIDIRECCIONAL

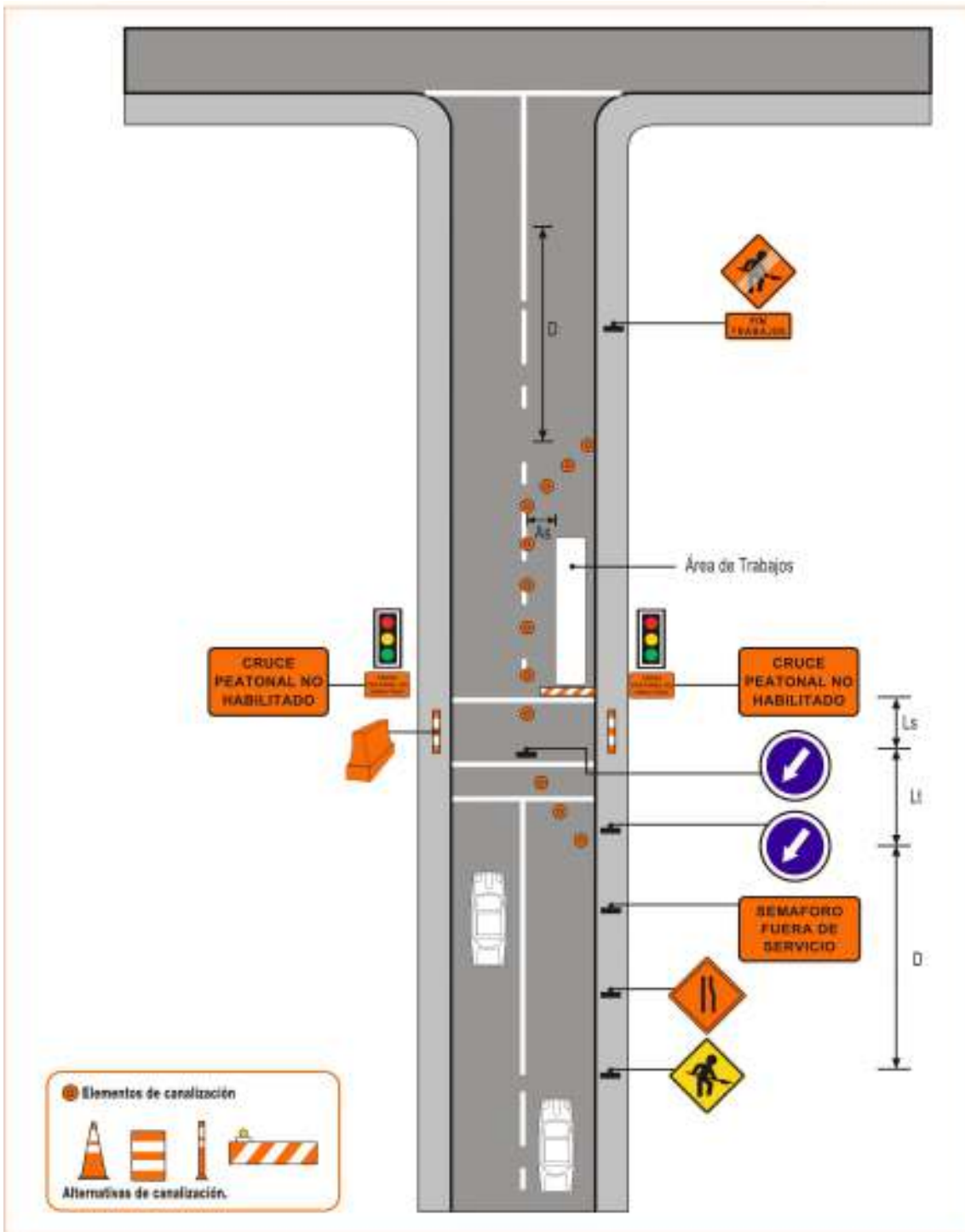


FIGURA 4.8-8 TRABAJOS EN PASO PEATONAL SEMAFORIZADO

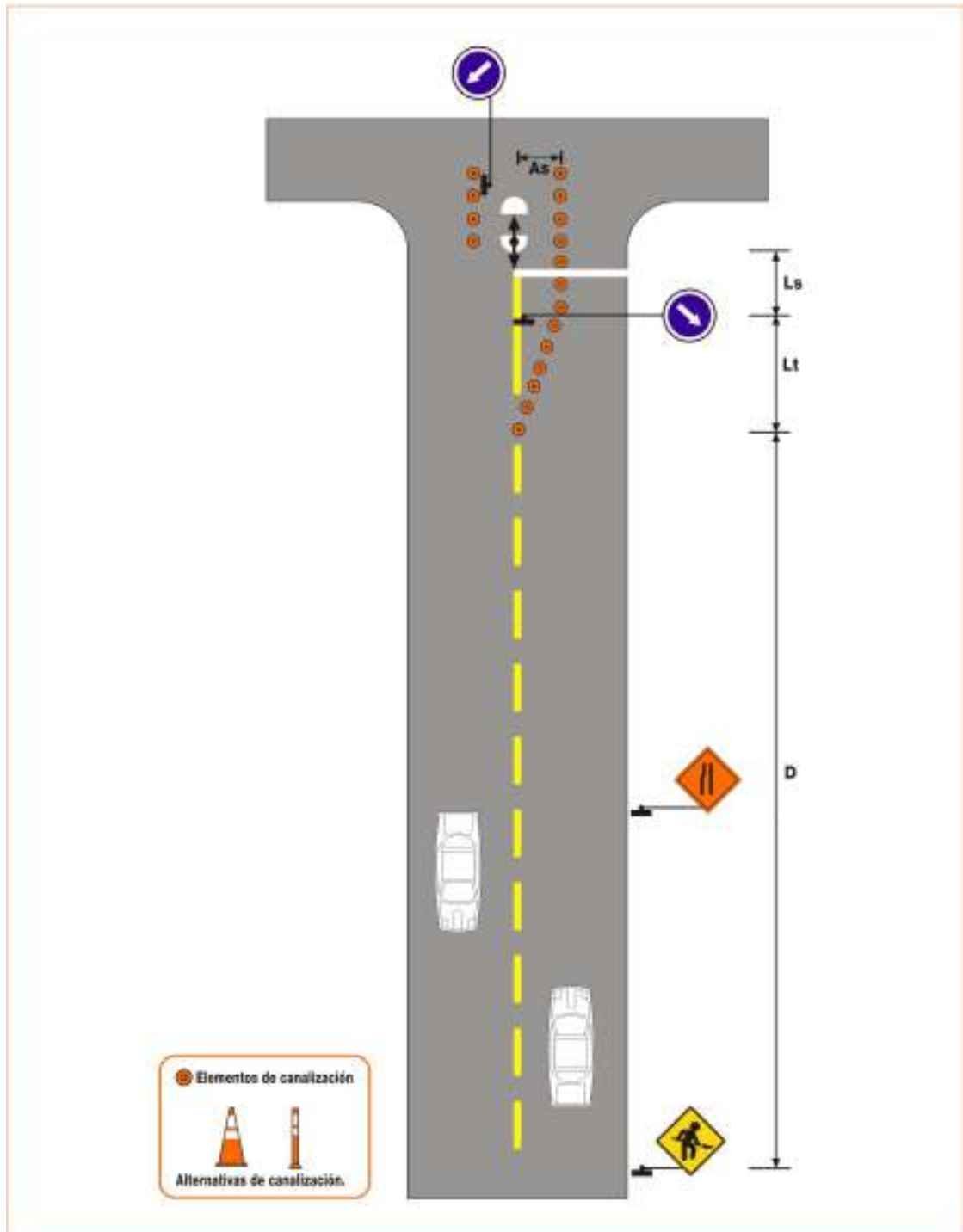


FIGURA 4.8-9 TRABAJOS EN SEMÁFOROS

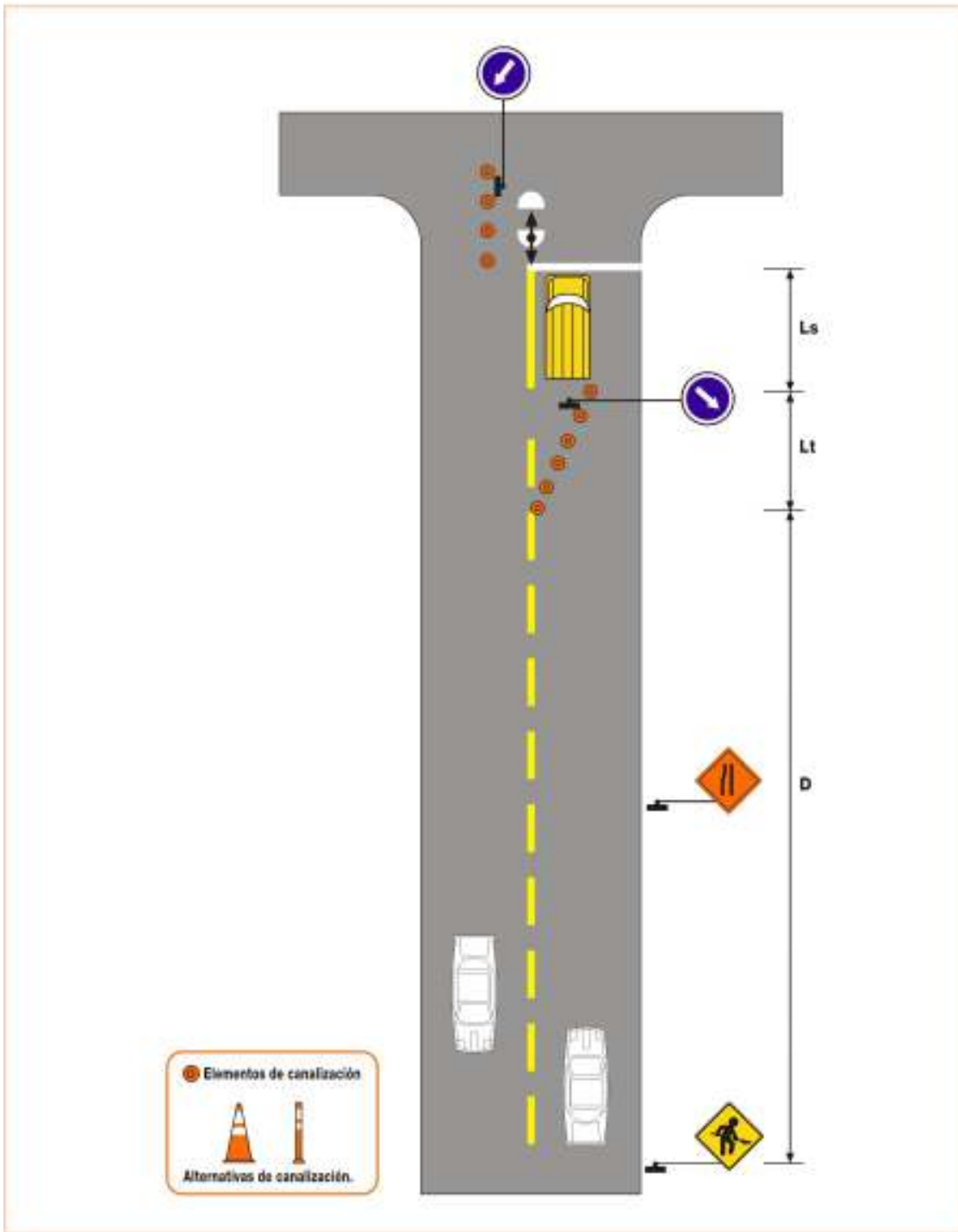


FIGURA 4.8-10 TRABAJOS EN SEMÁFOROS

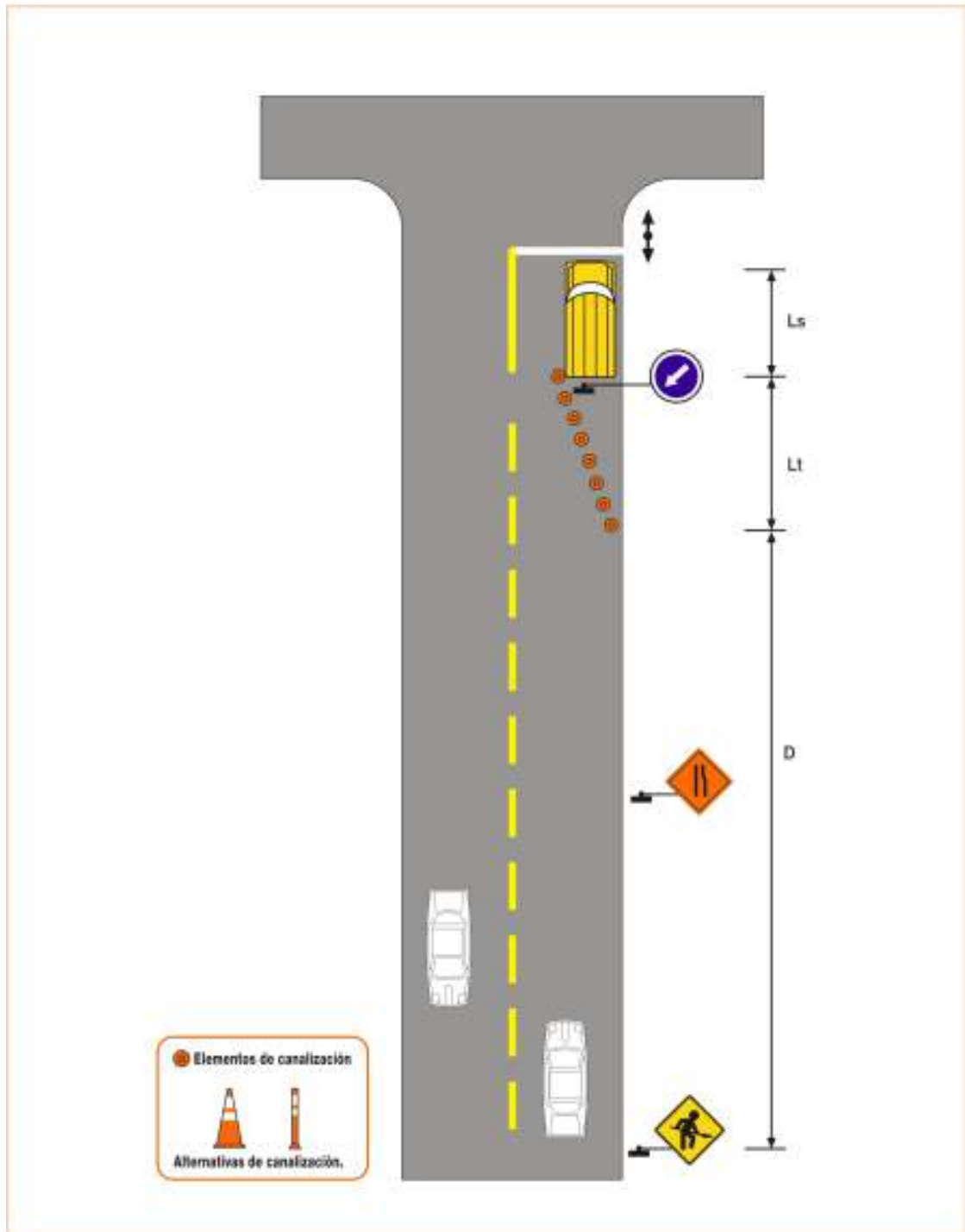


FIGURA 4.8-11 TRABAJOS EN SEMÁFOROS

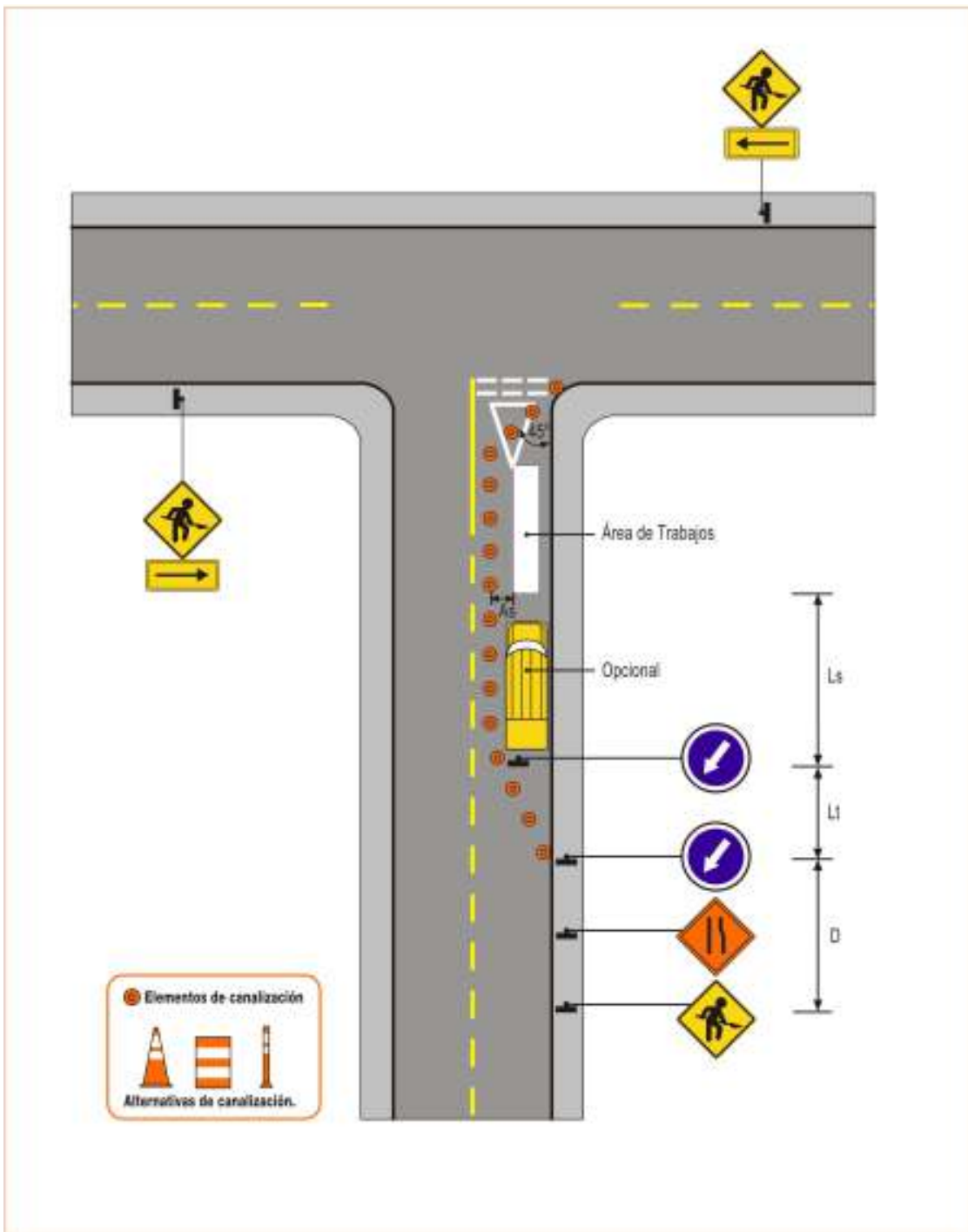


FIGURA 4.8-12 TRABAJOS EN INTERSECCIONES

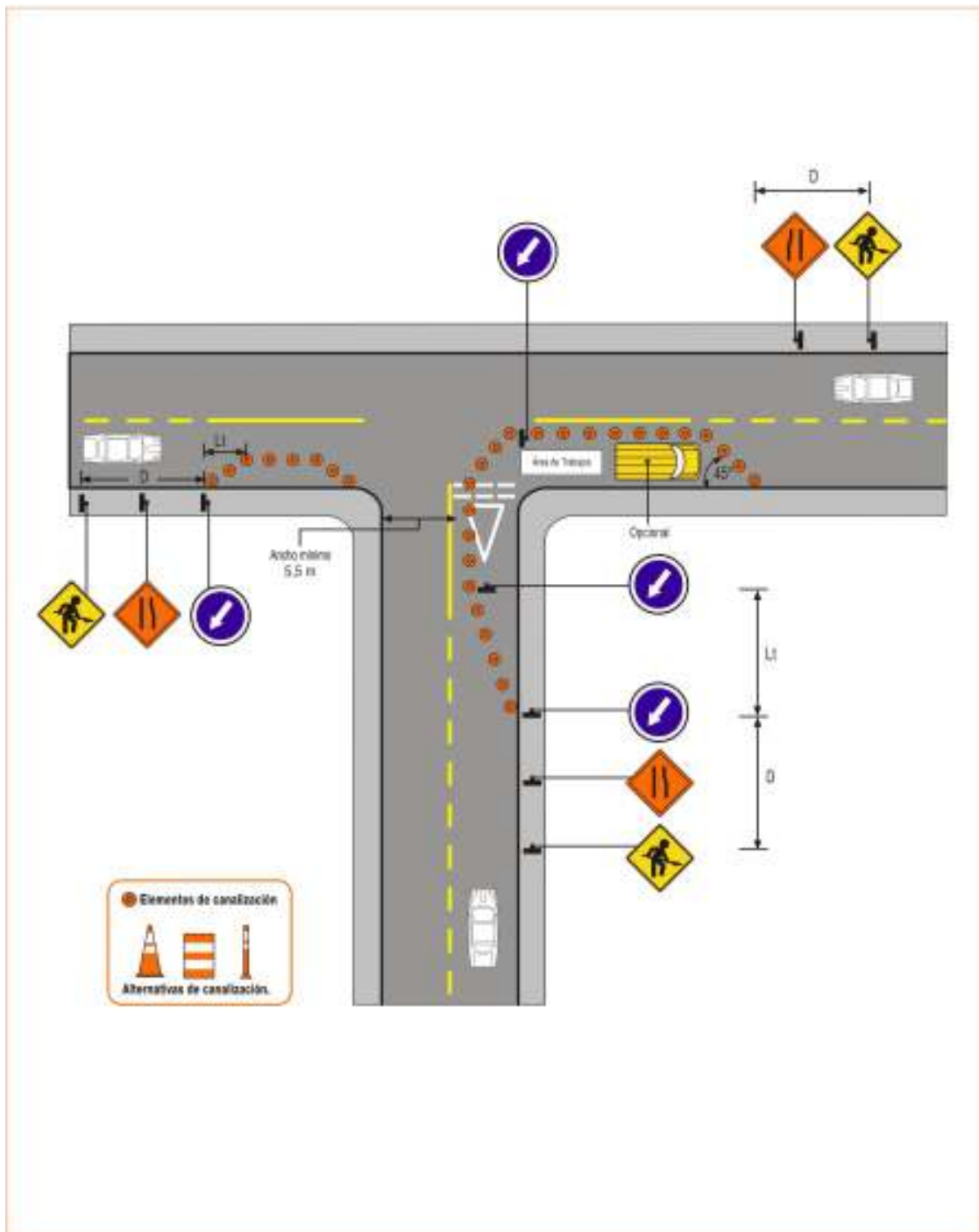


FIGURA 4.8-13 TRABAJOS EN INTERSECCIONES

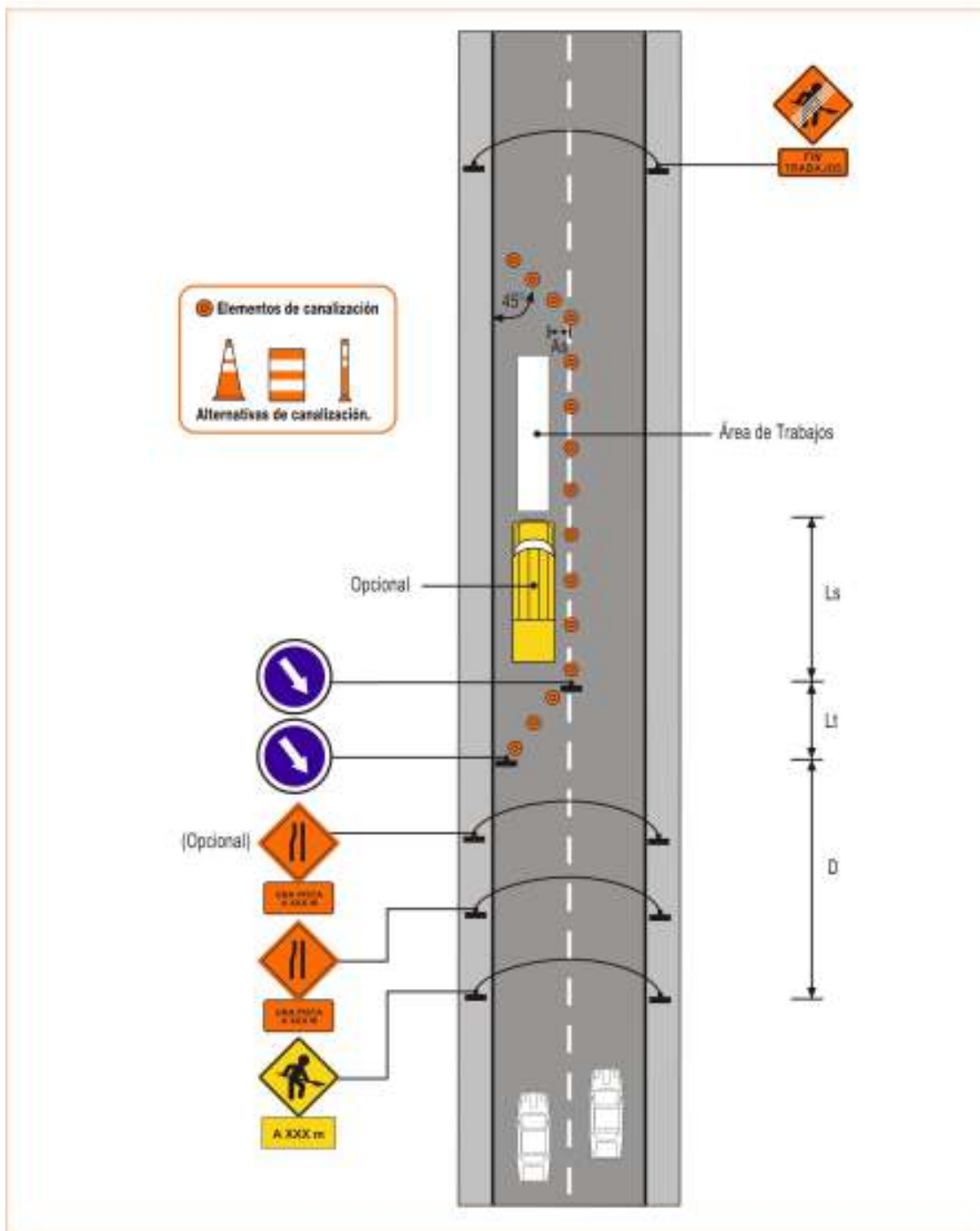


FIGURA 4.8-14 CIERRE PISTA IZQUIERDA EN CALZADA UNIDIRECCIONAL

4.8.2 ESQUEMAS TIPO EN VÍAS RURALES

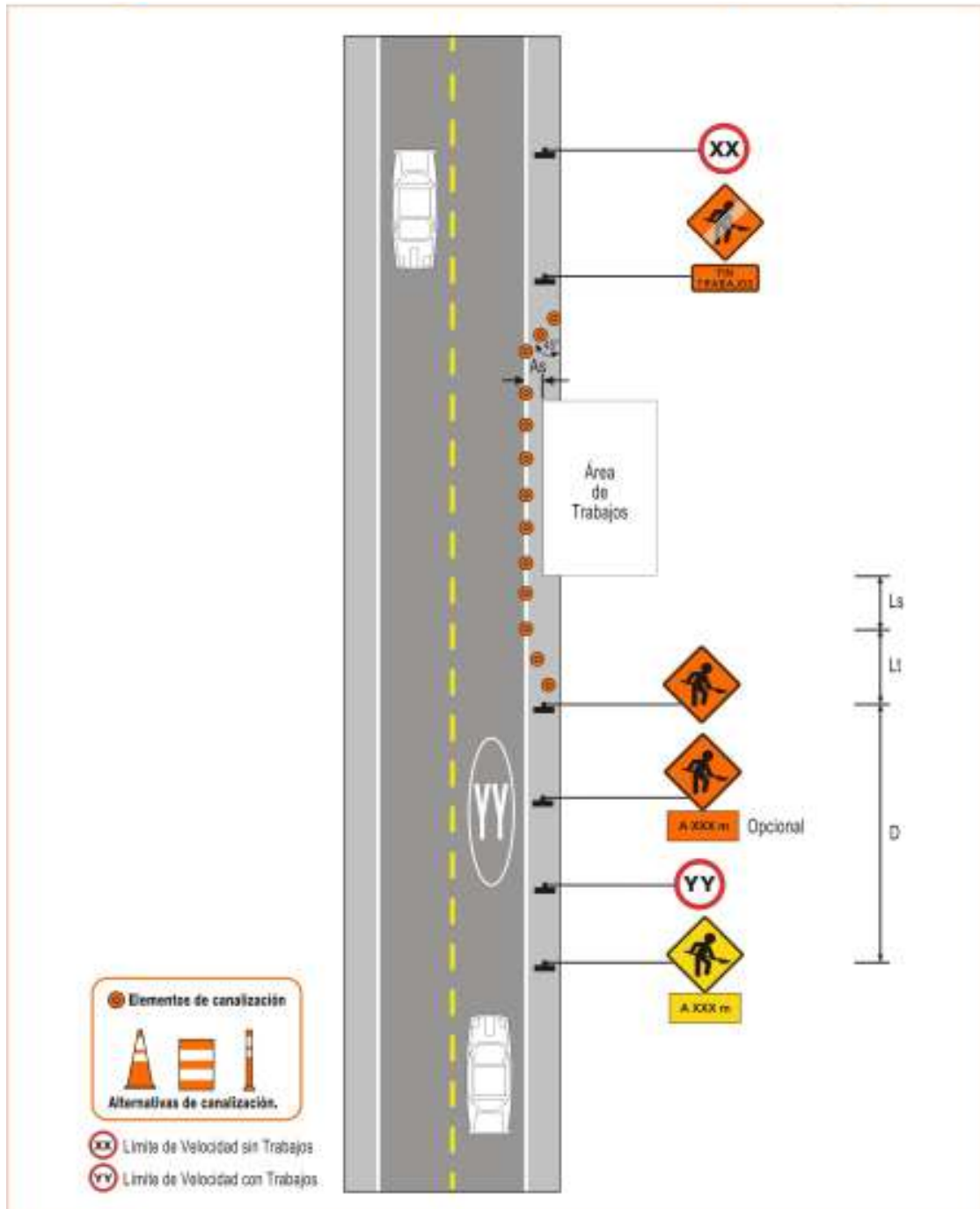


FIGURA 4.8-15 TRABAJO EN BERMA CALZADA BIDIRECCIONAL

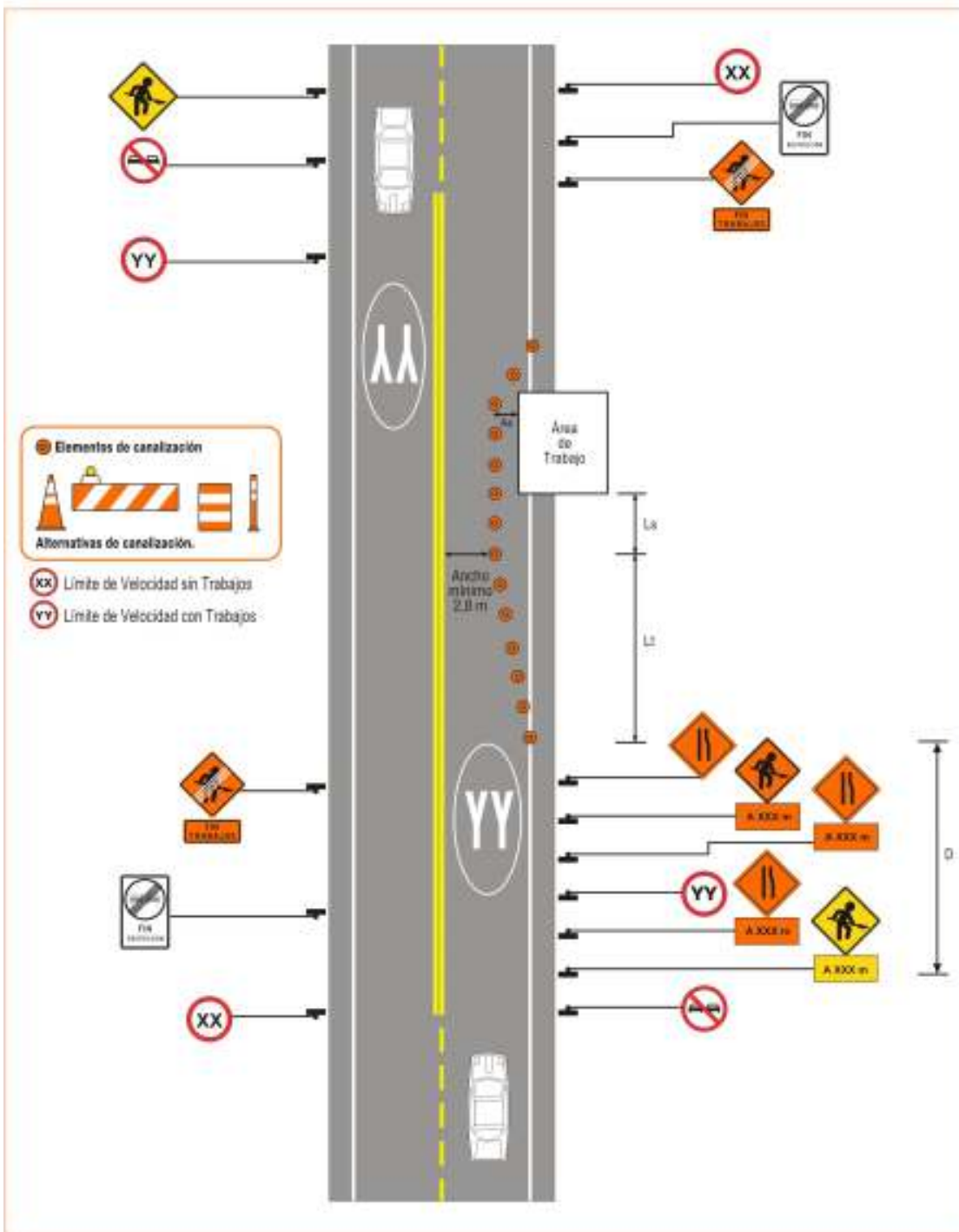


FIGURA 4.8-16 TRABAJO EN LA BERMA Y PISTA

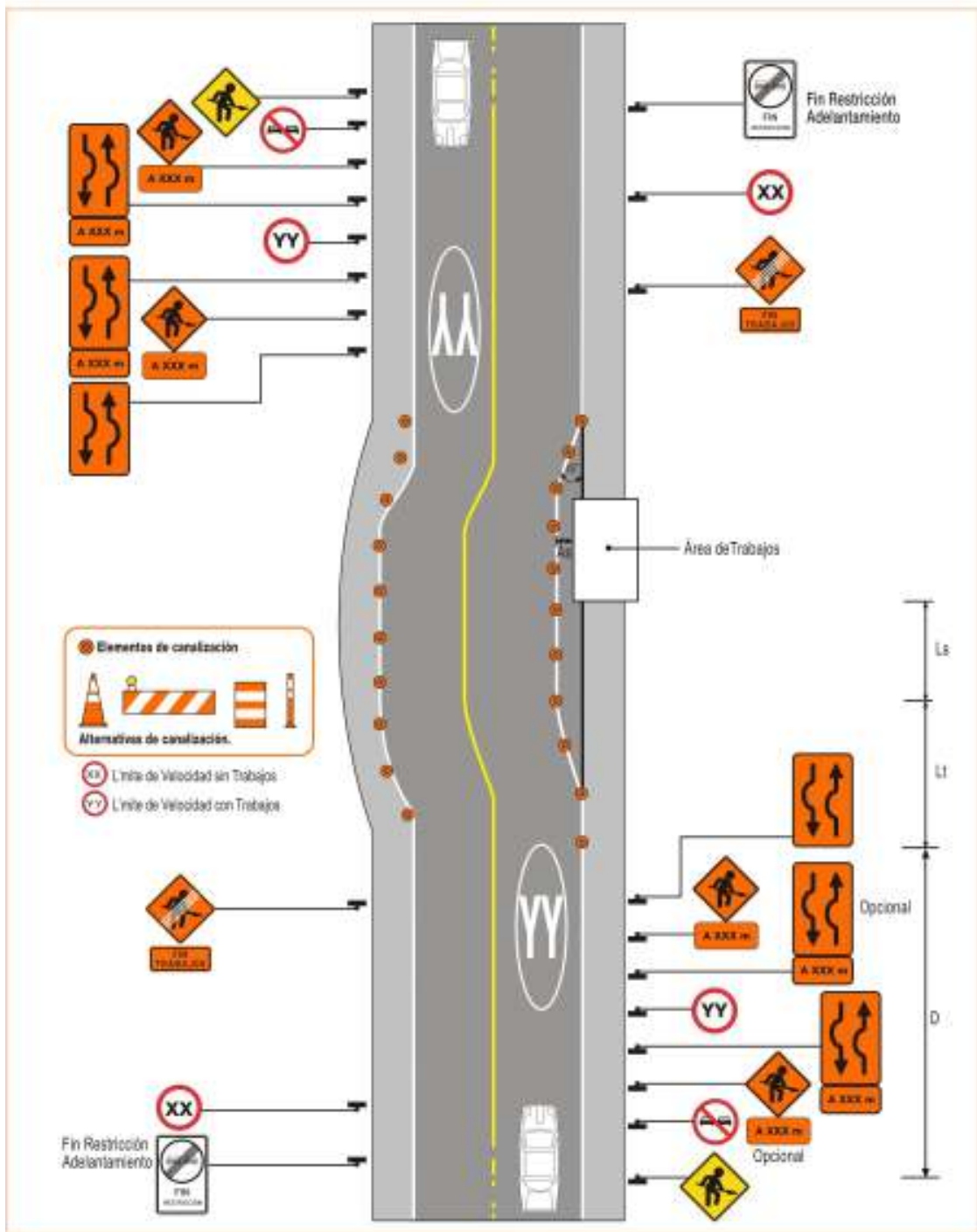


FIGURA 4.8-17 TRABAJO EN LA BERMA Y PARTE DE LA PISTA

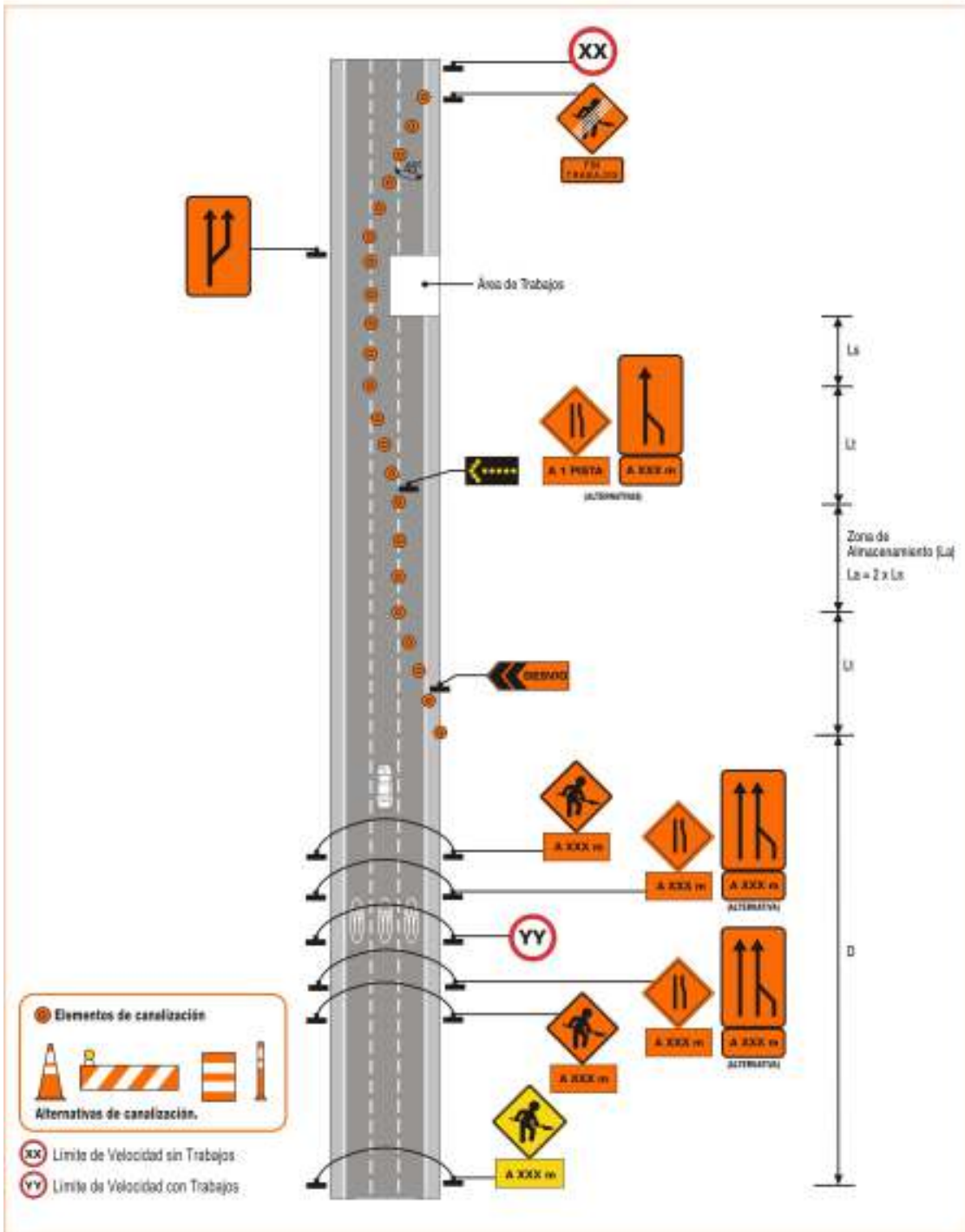


FIGURA 4.8-18 TRABAJOS EN BERMA Y DOS PISTAS

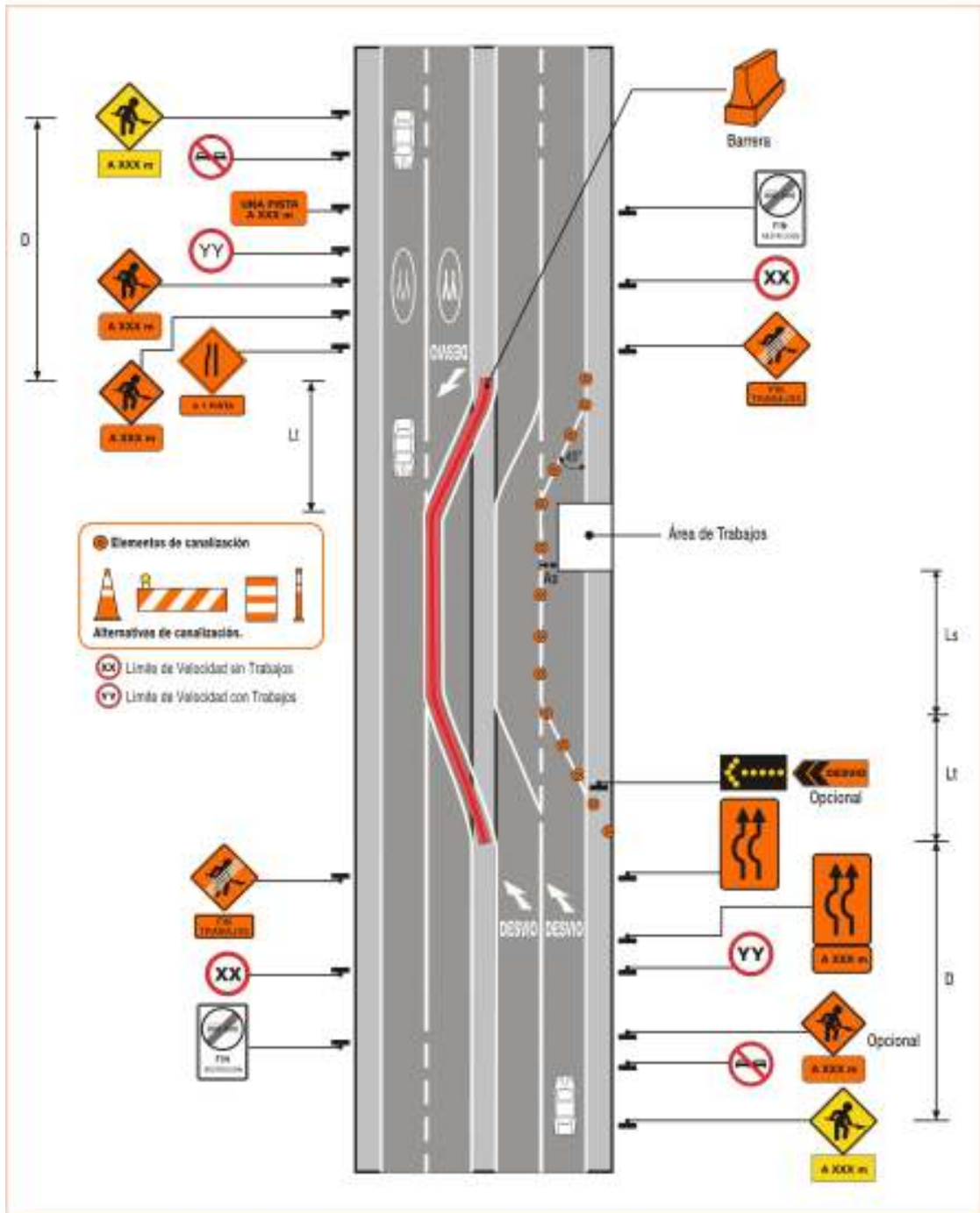


FIGURA 4.8-19 TRABAJO OCUPANDO LA BERMA Y UNA PISTA EN DOBLE CALZADA

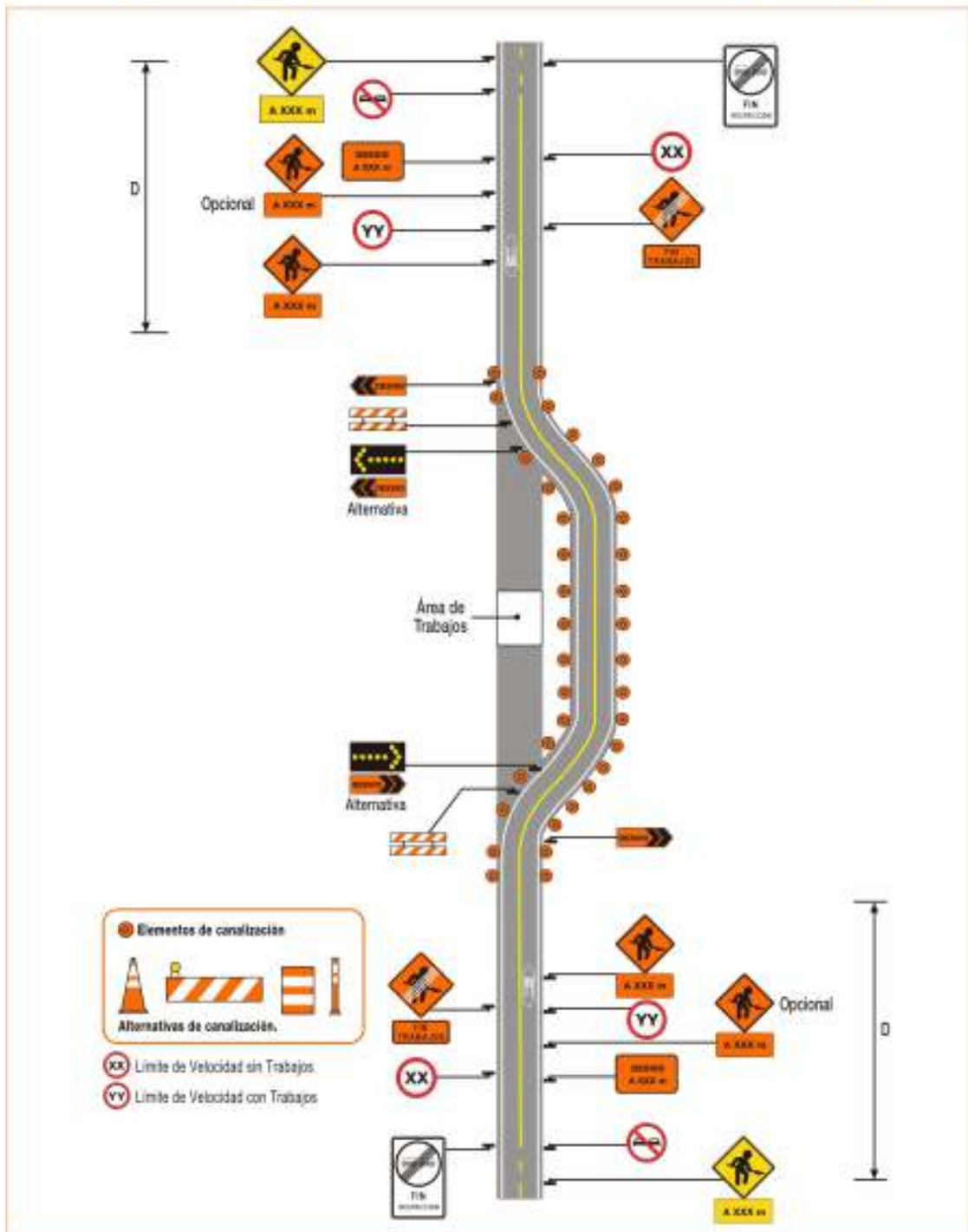


FIGURA 4.8-21 DESVÍO POR CIERRE DE CALZADA SIMPLE

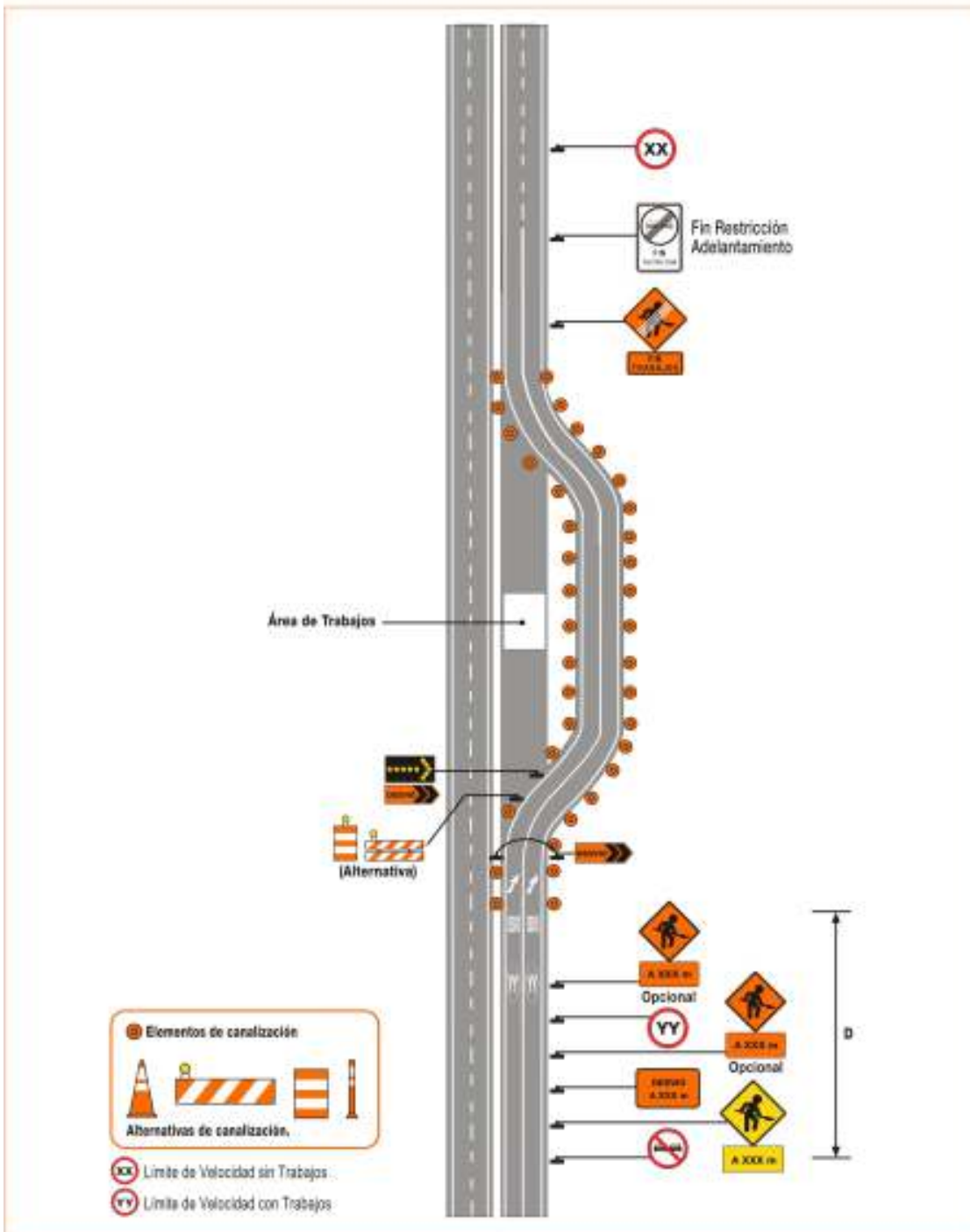


FIGURA 4.8-22 DESVÍO POR CIERRE DE CALZADA DE DOBLE CALZADA

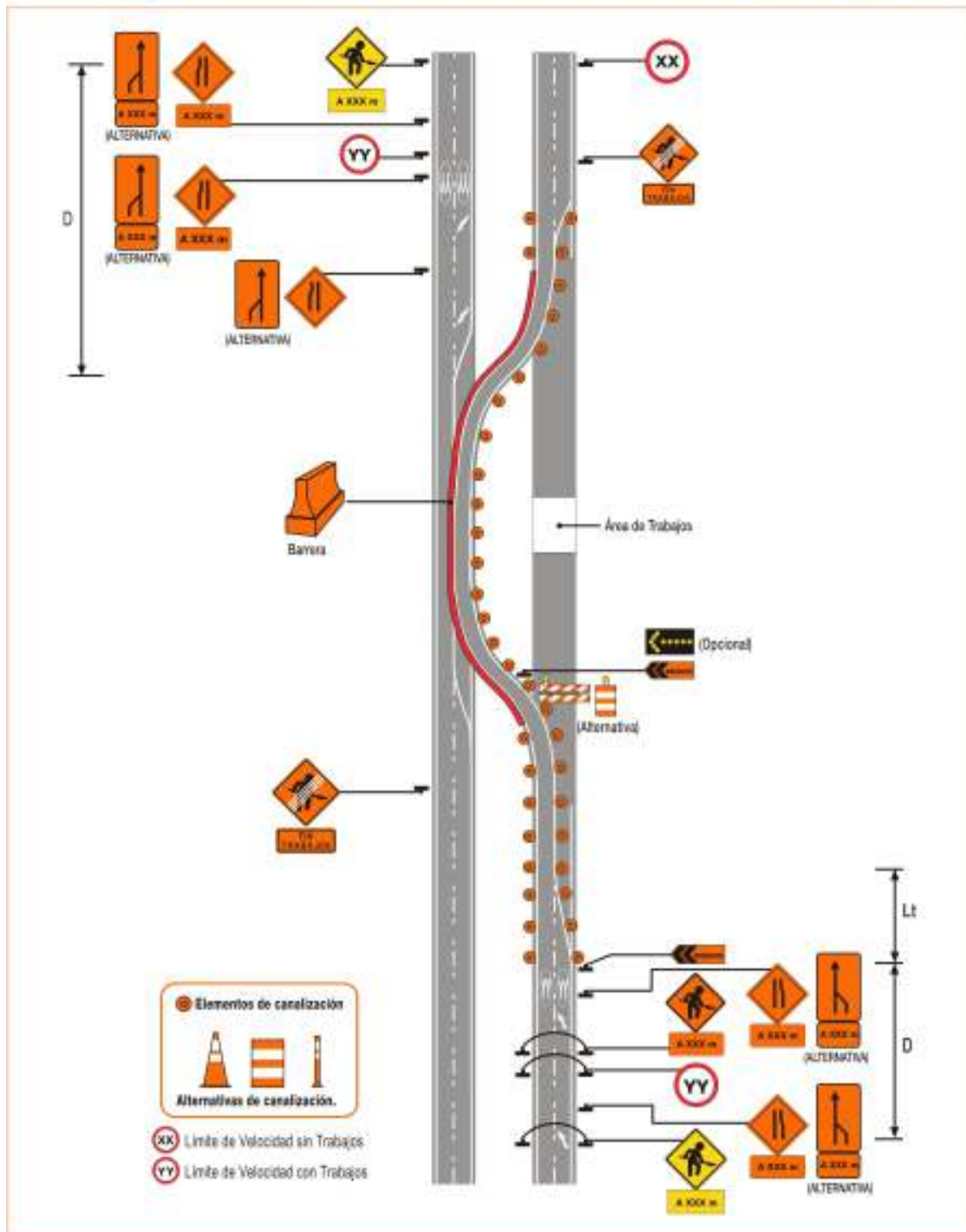


FIGURA 4.8-23 DESVÍO EN DOBLE CALZADA POR CALZADA OPUESTA

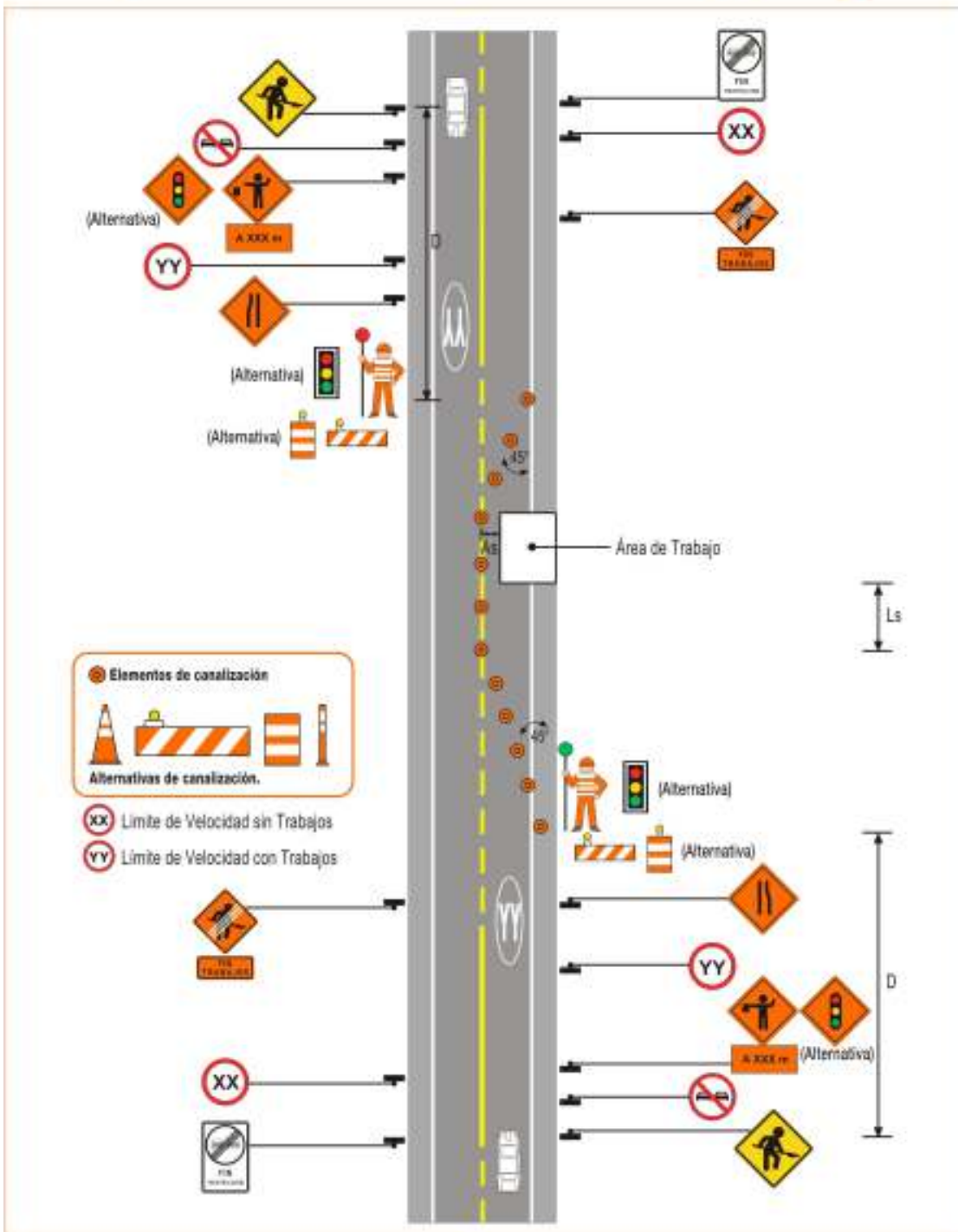


FIGURA 4.8-24 CONTROL DE TRÁFICO CON BANDERERO O SEMÁFORO

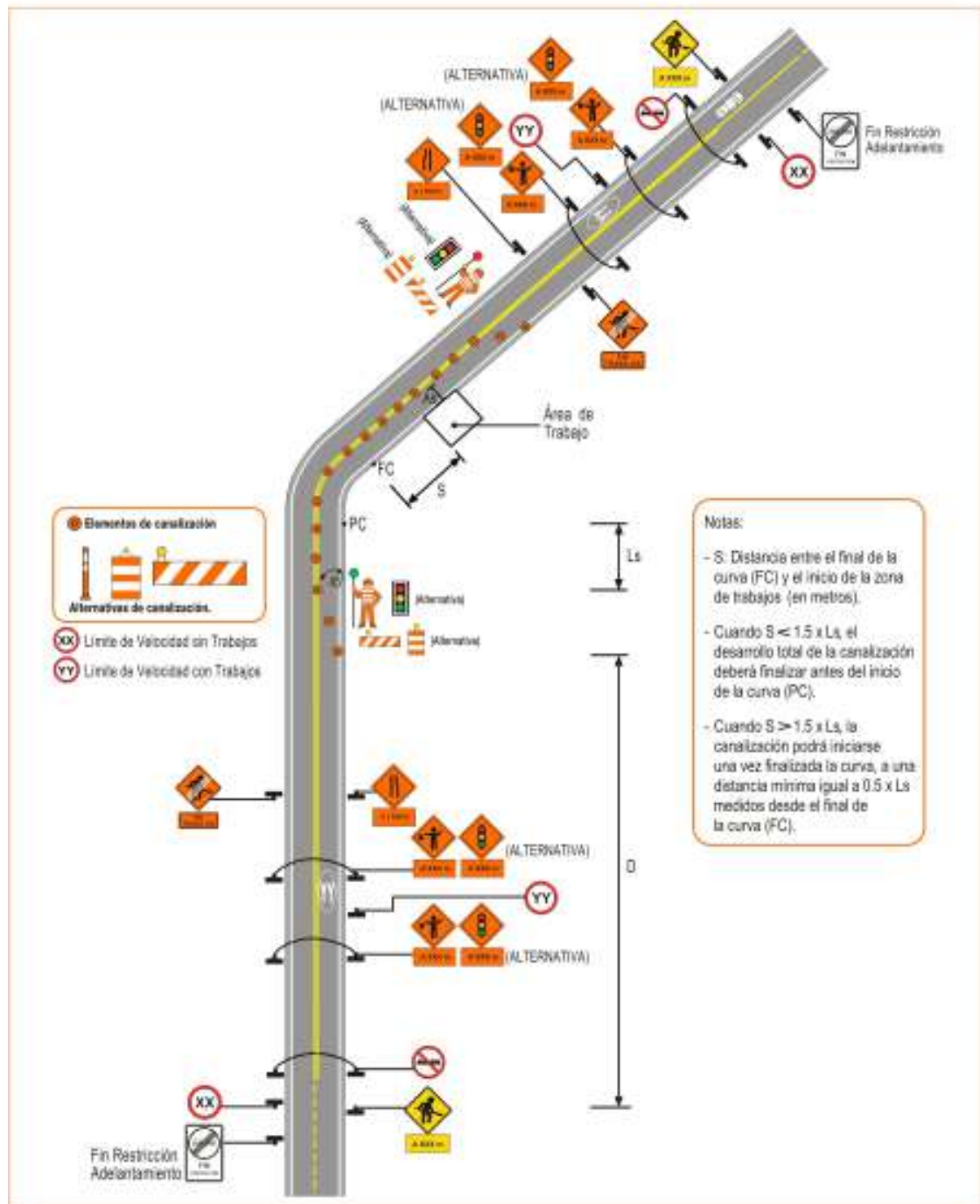


FIGURA 4.8-25 CONTROL DE TRÁFICO CON BANDERERO O SEMÁFORO EN CURVA

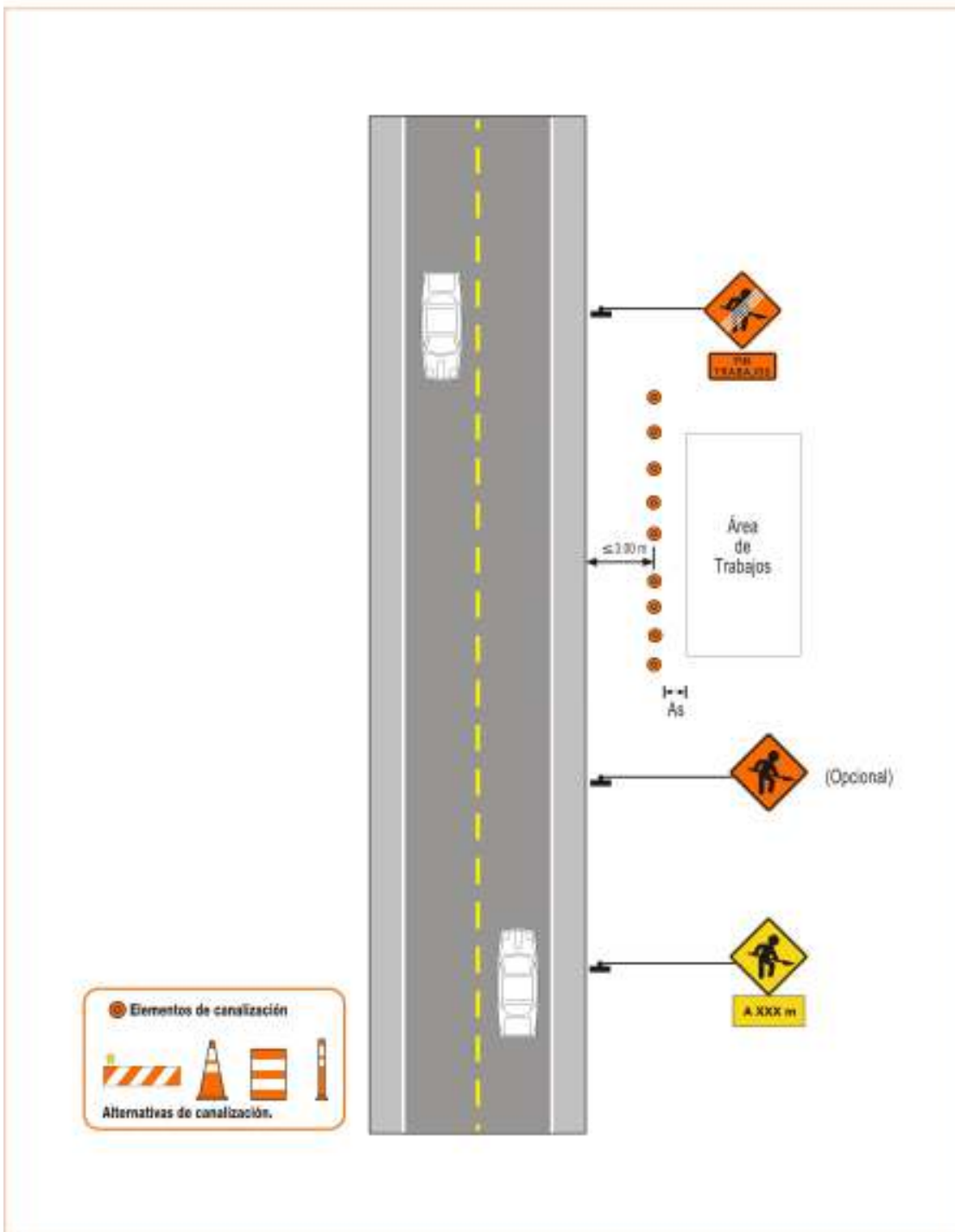


FIGURA 4.8-26 TRABAJO EXTERIOR PLATAFORMA

4.8.3 ESQUEMAS TIPO VÍAS URBANAS Y/O RURALES

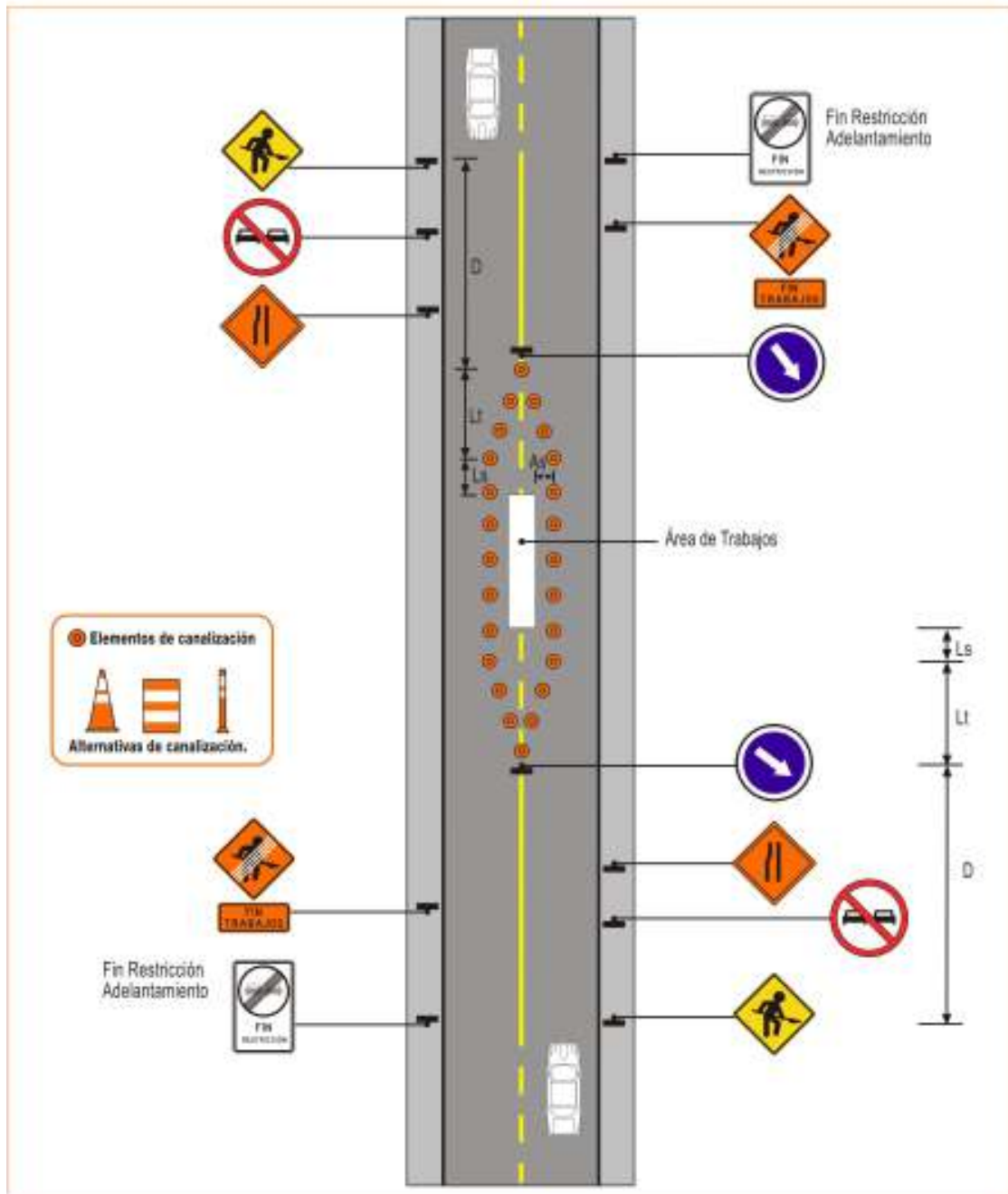


FIGURA 4.8-27 TRABAJOS EN EL CENTRO DE UNA CALZADA BIDIRECCIONAL DE DOS PISTAS

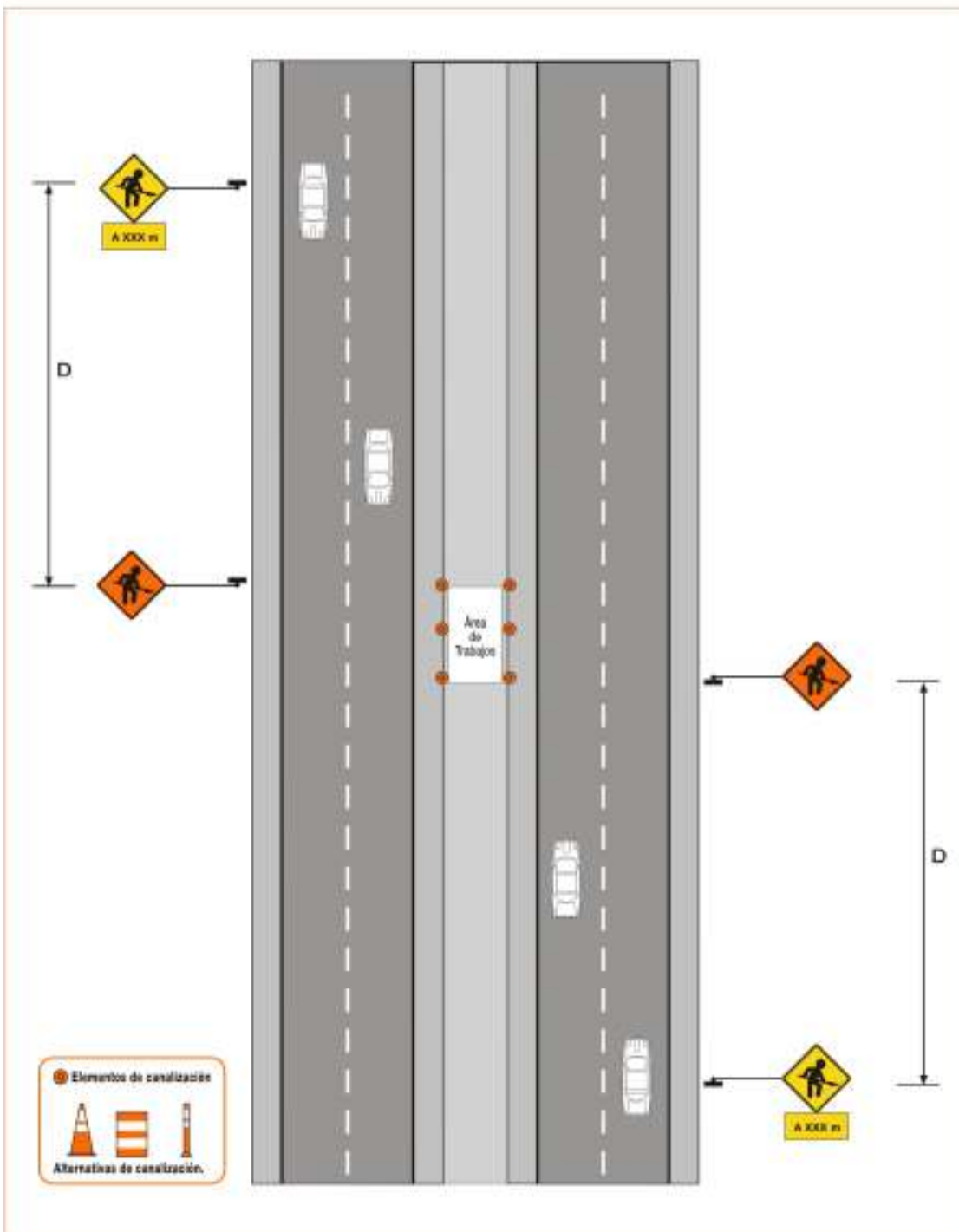


FIGURA 4.8-28 TRABAJO EN LA MEDIANA

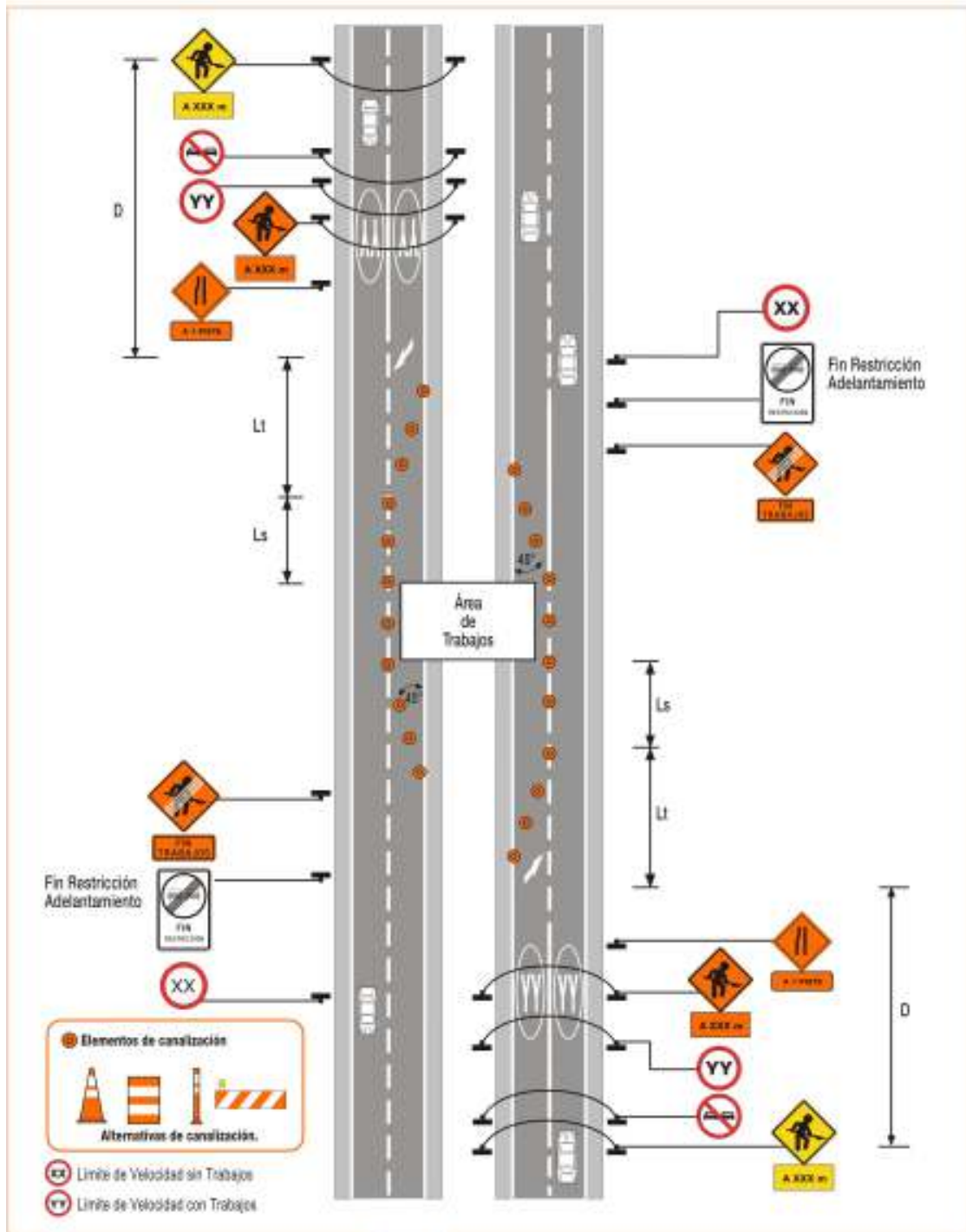


FIGURA 4.8-29 TRABAJOS OCUPANDO UNA PISTA EN CADA SENTIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO

5.	AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL (ASV)	5-1
5.1	ASPECTOS GENERALES	5-1
5.1.1	OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL.....	5-1
5.1.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UNA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL.....	5-2
5.1.3	AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO	5-2
5.1.3.1	Estudio: nivel idea y estudio preliminar.....	5-2
5.1.3.2	Estudio: etapa de anteproyecto	5-2
5.1.3.3	Estudio: etapa de estudio definitivo	5-3
5.1.3.4	Estudio: etapa construcción previa a la inauguración.....	5-3
5.1.3.5	Estudio: carreteras y caminos en operación.....	5-3
5.2	METODOLOGÍA	5-4
5.2.1	DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DEL EQUIPO AUDITOR.....	5-4
5.2.1.1	Características del equipo auditor	5-4
5.2.1.2	Tamaño del equipo auditor	5-4
5.2.2	RESPONSABILIDADES	5-5
5.3	CRITERIOS	5-5
5.3.1	JERARQUIZACIÓN	5-5
5.3.2	USO DE SUELO.....	5-5
5.3.3	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	5-6
5.3.4	INTERSECCIONES	5-6
5.3.5	CONTROL DE ACCESOS.....	5-6
5.3.6	ALINEAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL.....	5-7
5.3.6.1	Alineamiento vertical.....	5-7
5.3.6.2	Alineamiento horizontal.....	5-7
5.3.7	SECCIÓN TRANSVERSAL	5-7
5.3.8	CONTINUIDAD DEL DISEÑO	5-8
5.3.9	ZONA DESPEJADA.....	5-8
5.3.10	SUPERFICIE DE RODADURA.....	5-9
5.3.10.1	Características de la resistencia al deslizamiento de la superficie	5-9
5.3.11	VISIBILIDAD DIURNA Y NOCTURNA.....	5-11
5.3.12	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y ELEMENTOS DE APOYO	5-11
5.3.12.1	Demarcaciones	5-11
5.3.12.2	Delineadores	5-12
5.3.13	SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	5-12
5.3.14	OTROS ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL.....	5-13
5.3.14.1	Iluminación del camino.....	5-13
5.3.14.2	Pantallas antideslumbrantes.....	5-13
5.3.14.3	Islas de tránsito.....	5-13
5.3.14.4	Barreras camineras, vallas peatonales y otros elementos de protección.....	5-13
5.3.15	GESTIÓN DE TRÁNSITO.....	5-14
5.3.16	LÍMITES Y CONTROLES DE VELOCIDAD	5-14
5.3.17	CONTROL DE INTERSECCIONES	5-14
5.3.18	CRUCE DE PEATONES.....	5-15
5.3.19	ESTACIONAMIENTOS SOBRE LA CALZADA	5-15
5.3.19.1	Cambio de condiciones.....	5-15
5.3.20	ÁREAS DE DETENCIÓN Y PARADAS DE BUSES.....	5-15
5.3.21	CALLES DE SERVICIO	5-16
5.3.22	MANTENIMIENTO Y TRABAJOS EN LA CARRETERA.....	5-16
5.4	RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES	5-17
5.4.1	REUNIÓN INICIAL EN UNA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL	5-17
5.4.2	INFORMES DE UNA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL	5-17
5.5	PROCESO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPILADA	5-18
5.6	INSPECCIONES EN TERRENO	5-18
5.7	LISTAS DE CHEQUEO	5-19
5.8	REPORTE DE LA AUDITORIA	5-19
5.8.1	CONCLUSIONES PRELIMINARES DE LA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL	5-19
5.9	PRESENTACIÓN DE SOLUCIONES Y DISCUSIÓN DE ALTERNATIVAS	5-19
5.10	INFORME FINAL	5-20

5. AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL (ASV)

5.1 ASPECTOS GENERALES

La generación de una red vial de alta calidad y de un nivel de servicio adecuado que satisfaga los requerimientos de seguridad de los usuarios, requiere prestar atención a los accidentes e incidentes que ocurren en las carreteras y caminos. Para ello es necesario establecer un control sistemático especialmente de las carreteras, en aquellos aspectos que fundamentalmente inciden en la seguridad.

Aun cuando se cumplan rigurosamente todas las normativas de diseño y se implementen todos los dispositivos viales existentes tales como señalización, demarcaciones y sistemas de contención, se detectó que las rutas y caminos continuaban presentando altas tasas de accidentalidad. Con el objetivo de disminuir los accidentes se estudió, a principios de la década de los 80, el problema con mayor detalle y se detectó que existía una serie de factores que incidían directamente en la seguridad de los usuarios, tales factores generalmente se debían a singularidades de la ruta, tales como intersecciones en las cuales existía una mala percepción del derecho preferente de paso, señales obstruidas o presencia de elementos rígidos cercanos a la calzada, por mencionar algunos de ellos.

Como resultado de estos descubrimientos se elaboraron una serie de listas de chequeo o de inspección que debían aplicarse a cada ruta en operación, detectándose una disminución significativa de los accidentes. Estas listas o inspecciones fueron formalizadas y se comienzan a aplicar a los proyectos antes de que estos sean construidos, mejorando aun más los beneficios de estas revisiones de seguridad vial, que son el origen de lo que hoy se denomina Auditoría de Seguridad.

La Auditoría de Seguridad Vial, define como un proceso de revisión formal e independiente, que se aplicada a un proyecto vial o a cualquier proyecto que interactúe con los usuarios de un camino, en este proceso un examinador o equipo de profesionales calificados e independiente buscan detectar todos aquellos puntos de riesgo previsible, de modo de asegurar que se han considerado todos medios técnicamente factibles para que el camino opere de la manera mas segura posible. En rutas existentes se aplica el mismo concepto.

Cuanto mas temprana es la aplicación de la auditoría de seguridad a una ruta, mayores son los beneficios que se obtienen, de este modo las Auditorías de Seguridad se aplican a todas las etapas de la vida de un proyecto.

5.1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL

El objetivo principal de una Auditoría de Seguridad Vial es revisar que las condiciones de seguridad vial en que se está diseñando, construyendo u operando una obra vial cubre adecuadamente los requerimientos de seguridad de todos los usuarios de la ruta, para lo cual verificará si el cumplimiento de las normativas y disposiciones legales vigentes es suficiente o se requiere de otro tipo de medidas.

De acuerdo a las definiciones expuestas, la ASV se centra exclusivamente en aspectos de seguridad vial, es decir, aquellas situaciones físicas o de gestión que generan un aumento en el riesgo de accidentes durante la operación o la utilización de la vía por parte de los usuarios.

Otros objetivos son destacar e informar acerca de riesgos puntuales o sectoriales existentes en la carretera que se audite y contribuir a minimizar los costos de probables modificaciones que pudieren ser necesarias para mitigar riesgos potenciales de accidentes durante la explotación de la vía.

Una Auditoría de Seguridad Vial es aplicable en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto, de modo de contribuir a que, desde un comienzo las obras se estudien y diseñen con los criterios óptimos de seguridad para todos sus usuarios, verificando que se mantengan dichos criterios durante las fases de construcción y puesta en servicio.

Los alcances de una Auditoría no sólo corresponden a analizar y tratar los puntos negros o áreas problemáticas donde se concentran los accidentes, sino que a determinar el procedimiento a seguir para reducir los riesgos que pudiese presentar la vía, centrándose exclusivamente en aspectos de seguridad vial. La Auditoría efectúa su labor sobre un proyecto que cumple con los niveles básicos de todo estudio de ingeniería y, por tanto, no le corresponde efectuar revisiones de las capacidades hidráulicas de los sistemas de drenaje del camino, capacidades estructurales de los puentes o pasos superiores, capacidad de soporte estructural de la plataforma del camino y revisiones de los estudios de demanda, entre otros. No obstante, si durante el proceso de la Auditoría, se detectasen problemas con algún elemento del proyecto, el equipo auditor debe mencionar tal situación.

Entre los beneficios que se obtienen cuando los proyectos viales son debidamente auditados en seguridad vial, se pueden indicar:

- Reducción de riesgos de accidentes.
- Menor severidad en efectos de accidentes en las rutas auditadas.
- Prevención de riesgos.
- Minimizar inversiones en obras de seguridad vial durante la vida útil del proyecto.
- Elevar el nivel de conciencia acerca de la importancia de la ingeniería de seguridad vial y de la consecuente inversión en seguridad vial en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto vial.

5.1.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

Una adecuada auditoria, deberá presentar las siguientes características:

- Procedimiento formal: Deberá disponer de un procedimiento sistemático en su realización, no dejando acciones a la improvisación o a la ocurrencia del auditor.
- Proceso independiente: La persona o equipo que realizará la auditoria, no haya tenido participación o influencia en el diseño o construcción del proyecto, para no influir en la objetividad del proceso durante la ejecución de los chequeos de control.
- La persona o equipo auditor deberá tener la experiencia y entrenamiento necesario: Será condición esencial que los participantes del equipo auditor sean profesionales del área de la ingeniería con conocimientos en materias de seguridad vial y diseño geométrico, con la finalidad de que sus evaluaciones sobre la seguridad vial, permitan definir acertadamente las acciones correctoras a seguir, tales como: mejorar la iluminación, o el diseño geométrico de una curva, o la visibilidad lateral; construir refugios o islas centrales para peatones; instalar señales o efectuar demarcaciones; mejorar las intersecciones; construir pasarelas; etc.
- Centrarse sólo en aspectos de seguridad del camino: Se deberá proveer a la autoridad o al solicitante de la ejecución de la auditoria, de un listado de deficiencias relacionadas con la seguridad del camino y de las posibles medidas de mitigación o recomendaciones para atender los problemas observados.
- La entrega de reportes se realizará bajo un procedimiento formal: las comunicaciones y reporte final de la auditoria, se efectuarán por escrito y serán entregados a la autoridad competente a cargo de las decisiones sobre esta materia.

5.1.3 AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

Es necesario destacar que todos los esfuerzos que se hagan en las fases iniciales del desarrollo del proyecto, en lo que es llamado el estudio de Ingeniería Básica de Seguridad Vial, serán altamente rentables si se generan diseños que llevan implícita la seguridad vial ya que ello podrá evitar urgentes inversiones en seguridad.

Las mejores obras de seguridad vial son aquellas que no es necesario incluir porque el diseño obtenido resulta seguro en sí mismo.

A continuación se describen los enfoques generales para abordar las auditorias en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto.

5.1.3.1 Estudio: nivel idea y estudio preliminar

Una auditoria en esta fase puede dirigirse hacia el estudio de distintas opciones de itinerarios, sectorización, opciones de trazado u opciones de tratamiento.

Las auditorias en la etapa de Idea o Estudio preliminar son llevadas a cabo en la planificación y desarrollo inicial del proyecto. Estas auditorias evalúan opciones tales como ubicación, desarrollo, tratamientos, intercambio de ubicaciones y tipos de control de accesos, impacto sobre la red existente, entre otras características generales de la operación del proyecto. En esta etapa se definen los alcances que tendrá la seguridad, el propósito del proyecto, y como se cubrirán las necesidades de los usuarios (peatones, ciclistas y vehículos). El nivel de acercamiento es global y los planos que se manejan son típicamente de una escala 1:2500.

5.1.3.2 Estudio: etapa de anteproyecto

En esta etapa se localizan y analizan elementos tales como intersecciones o cruces de trazados y los criterios de diseño del anteproyecto completo. También son importantes las soluciones dadas a los accesos existentes.

En las etapas de Diseño preliminar o Anteproyecto se cuenta por lo general con el denominado “diseño preliminar”, se evalúan los diseños generales, alineamientos horizontales, verticales, intersecciones y tipo de intersecciones, desarrollos y distancias de visibilidad, pistas y bermas, superestructuras, provisiones para peatones y ciclistas son algunos de los elementos considerados en esta etapa. Cualquier efecto sobre la seguridad que resulte de la desviación de los estándares definidos para el proyecto es anotado en este punto. Después de esta etapa es muy difícil hacer cualquier cambio en el alineamiento, ya que los procesos de expropiación o adquisición de tierras han terminado. El nivel de acercamiento al proyecto contiene mayor detalle y los planos de diseños preliminares son típicamente de una escala 1:500.

Es esencial incorporar, en esta etapa, la idea de que la propia vía debe transmitir al conductor las condiciones básicas que ha de encontrar en su recorrido, tratando de que no se produzcan cambios bruscos o inesperados.

5.1.3.3 Estudio: etapa de estudio definitivo

En esta etapa el diseño geométrico en planta y alzado, el proyecto de señalización vertical y horizontal, el proyecto de iluminación, el proyecto de barreras de contención y medio ambiental están disponibles, y su análisis debe ser enfocado al funcionamiento de la ruta.

Se incluye el estudio definitivo del Proyecto de Ingeniería de detalle. Todos los elementos del diseño final deben ser ubicados en esta etapa. Una detallada auditoria del diseño geométrico final, de los semáforos, de las señales y demarcaciones, planos de iluminación, áreas a ambos lados del camino, detalle de intersecciones, estructuras, provisiones para usuarios especiales (ancianos, peatones, discapacitados, ciclistas y niños), drenaje, pistas de acceso y otros elementos existentes en el borde del camino son cuidadosamente revisados. Se incluyen algunos aspectos de gestión de tráfico y proyectos de seguridad durante la construcción.

El auditor debe recoger toda la información necesaria para evaluar la seguridad vial. Esto incluye, bases de licitación del estudio de ingeniería, informes existentes elaborados por el Consultor, auditorias a las etapas previas, proyecto en archivo digital, proyecto de seguridad vial, planos y sus modificaciones, etc. Puede ser necesario recoger información adicional, como volumen y composición del tránsito, accidentalidad, clima, etc.

5.1.3.4 Estudio: etapa construcción previa a la inauguración

Esta auditoria se realiza inmediatamente antes de la finalización de las obras, sobre todo si han sido construidas con tránsito abierto, en distintas situaciones relevantes, de día y de noche, para verificar que la construcción se ha realizado de acuerdo a planos de proyecto y para revisar que no existe ninguna condición o situación peligrosa que no haya sido advertida en las auditorias previas.

Este chequeo final, inmediatamente anterior a la puesta en servicio del proyecto, certifica que la seguridad de todos los usuarios del camino ha sido considerada y que las condiciones de riesgo han sido eliminadas. En esta etapa la auditoria incluye recorridos con luz de día y de noche en evaluaciones con el pavimento mojado y de clima lluvioso, manejando un vehículo motorizado, una bicicleta y caminando si ello es parte de los movimientos que utilizarán los usuarios. La mayor atención en esta etapa debe ponerse a las diferencias o variaciones entre los planos originales y lo que se ha construido.

Además de evaluar las posibles modificaciones realizadas, será necesario comprobar la localización y estado del equipamiento dispuesto, barreras, señalización, balizamiento, etc.

5.1.3.5 Estudio: carreteras y caminos en operación

Estas auditorias se realizan en secciones de la red de carreteras y caminos existentes. Aunque algunas de estas rutas hayan sido auditadas en su construcción, su uso cambia con el tiempo.

Las Auditorias regulares en rutas existentes permiten identificar riesgos para la seguridad, antes de que se traduzcan en accidentes.

Las Auditorias de Seguridad vial en rutas existentes se deben realizar también durante las operaciones de conservación. De esta forma, se consigue evaluar aspectos tales como si los desvíos provisionales del tránsito que se están practicando son seguros o necesitan mejoras.

Al estar la ruta en servicio, se dispondrá de todos los datos necesarios de su funcionamiento, características del tránsito, accidentalidad, velocidad de operación, entorno socio - económico, trazado, etc.

5.2 METODOLOGÍA

La metodología que se empleará para realizar una auditoria de seguridad vial se ha desglosado en las siguientes etapas:

- Definición y selección del equipo auditor.
- Criterios que debe tener presente un Auditor de Seguridad.
- Recopilación de antecedentes.
- Reuniones y presentaciones entre los participantes.
- Informes de una Auditoria de Seguridad Vial.
- Conclusiones Preliminares de la Auditoria de Seguridad Vial.
- Presentación de soluciones y discusión de alternativas.
- Informe Final.

5.2.1 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DEL EQUIPO AUDITOR

Una vez determinado el estudio, diseño, obra en construcción o ruta existente a auditar, se deberá acotar los límites entre los cuales se hará dicha auditoria. Realizado lo anterior, se dimensionará el tamaño y características del equipo Auditor y las características que deberá cumplir para satisfacer los objetivos de la Auditoria.

5.2.1.1 Características del equipo auditor

Estará formado por profesionales del área de la Ingeniería, especializados, con participación y conocimientos en materias de Seguridad Vial asociadas al proyecto que se desea auditar.

Las características de los integrantes del equipo auditor deberán ser tales que permita cubrir tanto los aspectos técnicos y normativos, como la capacidad de investigación directa en terreno del o los problemas que se pudiesen detectar.

El equipo auditor deberá determinar que la vía que se audita alcance la mayor seguridad que le sea posible desarrollar, dentro de costos razonables.

Es de vital importancia que el equipo auditor disponga de personal suficientemente entrenado, lo cual permitirá identificar un mayor número de riesgos, en las visitas que se realicen al proyecto.

El desarrollo de Auditorias por equipos multidisciplinarios, presentará beneficios asociados a la discusión y generación de nuevas ideas y soluciones provenientes de la interacción de distintos conocimientos, aportes individuales y de puntos de vista diferentes de cada uno de los participantes.

Es recomendable que el equipo auditor esté compuesto por profesionales experimentados en las áreas de diseño vial y seguridad vial, como también en auditorias viales; los cuales deben estar en conocimiento de la normativa vigente aplicada a los diseños viales y de los estándares de calidad empleados en dichos diseños, como también estar en conocimiento de las soluciones empleadas en países desarrollados, de modo que le permitan efectuar las mejoras desde el punto de vista de la seguridad vial. Deberán ser capaces de visualizar el desarrollo del camino en su entorno y complejidad.

5.2.1.2 Tamaño del equipo auditor

El tamaño del equipo auditor dependerá esencialmente de la magnitud de lo que se auditará, requiriéndose de varios profesionales dirigidos por un jefe de proyecto, que atiendan con la profundidad y el detalle necesario, las múltiples variables que se presentarán durante el desarrollo de la auditoria.

El equipo auditor deberá estar integrado, en general, por dos a cinco personas; dependiendo de las características y del tamaño del proyecto a auditar. Equipos auditores con mayor cantidad de personas, pueden presentar dificultades en la obtención de consenso frente a determinados problemas, resultando difícil la generación de soluciones concretas.

5.2.2 RESPONSABILIDADES

Se debe contemplar lo siguiente:

- Seleccionar al equipo auditor con el apropiado entrenamiento y experiencia.
- Proveer la documentación necesaria del proyecto al equipo auditor.
- Permitir que el equipo auditor cumpla con los requisitos descritos en los términos de referencia de la Auditoría.
- Asistir a las reuniones que se efectúen durante el proceso de la Auditoría.
- Remitir al equipo auditor cualquier cambio que haya experimentado el proyecto.
- Ejecutar a la brevedad posible las recomendaciones formuladas por el equipo Auditor.
- Llevar un registro sistemático de accidentes ocurridos en la red vial a su cargo, de modo tal, que se puedan detectar en forma precoz los focos de accidentes de tránsito.

Será responsabilidad y rol fundamental del equipo auditor, identificar los problemas de seguridad vial, relacionado con el proyecto auditado, mediante la revisión de los documentos, planos del proyecto y las inspecciones en terreno. Para desarrollar las labores el equipo auditor utilizará un set de listas de chequeos. Mediante ellas se identificarán los problemas que pudiesen ser relevantes en la seguridad de los usuarios de la ruta. Las listas de chequeo servirán como guías y no deberán emplearse como sustituto de la experiencia y la discusión profesional respecto de las observaciones realizadas al proyecto.

Además, es responsabilidad del equipo auditor proveer al mandante de un listado de deficiencias relacionadas con la seguridad de la ruta e indicar las posibles medidas de mitigación o recomendaciones para solucionar los problemas de seguridad observados. La aceptación o rechazo de la posible medida de mitigación propuesta por el equipo auditor dependerá del Mandante quien reapodera formalmente al Equipo auditor respecto de las acciones a seguir. El rechazo a las medidas de mitigación presentadas debe quedar por escrito con su debida justificación, indicando si se implementará una nueva medida de mitigación o el problema detectado no será abordado.

5.3 CRITERIOS

Se detallan, a continuación, criterios que debe tomar en consideración un Auditor de Seguridad Vial al enfrentar el análisis de situaciones puntuales en una vía a medida que se van implementando conceptos de gestión y controles de gestión en el ámbito de la seguridad vial.

5.3.1 JERARQUIZACIÓN

En el Párrafo 1.3.2.1 del Capítulo 1, se describen seis categorías funcionales en las rutas viales, siendo estas: Autopista, Autorruta, Primario, Colector, Local y de Desarrollo; siendo las Autopistas definidas como carreteras de mayor estándar especialmente proyectadas y construidas de acuerdo a características tales como: circulación exclusiva de vehículos motorizados especialmente diseñados para el transporte de pasajeros y carga, quedando prohibido el tránsito de maquinaria autopropulsada; accesos controlados totalmente, las propiedades colindantes no tienen acceso directo; todas las intersecciones son a desnivel; tienen calzadas separadas para cada sentido de circulación o bien cuentan con elementos que impiden la interacción entre vehículos que se desplazan en sentidos opuestos.

De la definición entregada para cada categoría se desprenden algunos requisitos básicos que deben cumplirse; pero además de ellos, existen otros principios de seguridad basados en la experiencia internacional, que se debe tener presente tanto para las autopistas como para el resto de las rutas.

Las vías de una red, deben ser claramente categorizadas en aquellas que son principalmente para el flujo interurbano y aquellas que son principalmente para el flujo local.

Deben indicarse claramente las prioridades de cada intersección, de modo que siempre se le dé prioridad al tránsito de las vías más importantes.

Lo recomendable es que cada clase de vía debe interceptar sólo a vías de la misma clase o una inmediatamente arriba o debajo de la jerarquía.

5.3.2 USO DE SUELO

En zonas interurbanas, principalmente ocurren problemas relacionados con el uso del suelo, cuando un camino secundario se convierte en una carretera, segregando zonas que antes estaban comunicadas. Una situación análoga ocurre cuando una autopista atraviesa zonas urbanas, generando grandes problemas de fricción lateral.

Algunas recomendaciones o principios de seguridad que se deberán tener presente en este

- Antes de aprobar cualquier proyecto que modifique el uso de suelo, deberá examinarse rigurosamente sus implicancias sobre el tránsito y la seguridad de los usuarios.
- Los usos de suelo deberán ser definidos para minimizar los conflictos entre el tránsito y los peatones. Si bien en una autopista no deberá existir flujo peatonal por la calzada, en la práctica esto ocurre, por lo que se deberá tener presente la causa de ello y así buscar la mejor solución.
- Se deberá evitar que el tránsito interurbano pase por zonas urbanas o semi urbanas, ello pone en peligro tanto a peatones como al tránsito local. La solución óptima es llevar el tránsito de paso a un desvío (by pass), que evite el ingreso de este a zonas urbanas.
- El desarrollo no autorizado de elementos, tal como letreros publicitarios en la vía, accesos ilícitos, deberán ser eliminados con la mayor brevedad y los sitios deberán ser supervisados para prevenir que se vuelvan a emplear con esa finalidad.
- Todas las áreas de comercio deben estar lejos de la red para el tránsito interurbano y si no lo están, debe proveerse calles de servicio.

5.3.3 DISEÑO GEOMÉTRICO

Las características de diseño geométrico que más influyen en la seguridad vial son las intersecciones, control de accesos privados, alineamiento vertical y horizontal y secciones transversales.

Si bien es cierto que una vez construido el camino o carretera, es poco probable la ejecución de modificaciones importantes al diseño geométrico, será necesario conocer e identificar cuales son los problemas que presenta y su participación en la ocurrencia de accidentes, para solicitar su corrección.

5.3.4 INTERSECCIONES

Una de las áreas de alta potencialidad de accidentes viales son las intersecciones; por lo tanto es altamente conveniente minimizar el número de ellas.

Con relación a las intersecciones se debe considerar lo siguiente:

- Minimizar el número de puntos conflictivos en ellas. Una intersección tipo "T" tienen menos que una del tipo "cruce"; por lo cual es conveniente preferir las primeras, cuando ello sea posible.
- En las intersecciones se deberá asegurar una adecuada visibilidad y distancia de parada. Las intersecciones con ángulos agudos restringen la visibilidad hacia delante y la visibilidad de lado, generando un gran potencial de accidentes.
- Se deberá evitar problemas de percepción. Las intersecciones deben ser claramente visibles y percibidas como tales por el tránsito que se acerca a ellas; por lo tanto se deberá reforzar su presencia mediante el uso de señales apropiadas.
- Se deberá tomar precauciones para el tránsito que realiza giros, utilizando canalización que provea de una pista para los vehículos que doblan.
- Las aperturas en la mediana en carreteras de doble calzada, se deberán restringir al máximo. Se reubicarán a zonas donde los giros a la izquierda y en U puedan ser efectuados de modo seguro.
- Se deberá proveer de islas y refugios que aseguren el cruce de ciclistas y peatones en forma protegida.

5.3.5 CONTROL DE ACCESOS

- El control de accesos y el uso de los terrenos adyacentes son factores importantes en la reducción de accidentes. Los caminos sin control de acceso directo al camino, generalmente presentan un notorio incremento de los accidentes que aquellos con accesos limitados y/o controlados.
- En caminos de jerarquía Colector o superior, debe evitarse terrenos o propiedades con acceso directo, debiéndose contemplar una vía de servicio lateral, la cual tendrá accesos limitados y/o controlados a la ruta principal.
- En caminos de una jerarquía inferior, se podrá permitir terrenos con acceso directo, sólo en casos justificados.

- Se deberá evitar la intersección de un camino de servicio con una ruta de jerarquía superior cerca o en la proximidad de empalmes importantes. Con esto se minimizarán los puntos de conflicto.
- Los accesos privados, intersecciones o cualquier otro tipo, no deberán ser localizados en curvas pronunciadas, sean éstas horizontales o verticales, sin contar con señalización de restricción visible y a una distancia adecuada.
- Se deberá proveer de facilidades para salir del camino, lo cual debe estar oportunamente señalizado.
- Se deberán cumplir las normas de diseño de intersecciones establecidas en el Manual de Diseño.

5.3.6 ALINEAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL

5.3.6.1 Alineamiento vertical

- Los accidentes involucrados tienden a ser mayores en los sectores cóncavos y convexos de las curvas y, están especialmente asociadas con secciones en mal estado.
- Se deberá tener en cuenta los vehículos lentos en las subidas y lechos de frenado en pendientes muy pronunciadas. Será importante advertir a los usuarios de la pendiente en descenso. Para estos casos, el uso de marcas sobre el pavimento conocidas como distanciadores, podrá ser útil.
- A modo de recomendación, si la pendiente (i) es superior al 5%, se considerará justificado disponer de un lecho de frenado, en caso que el producto del cuadrado de i por la longitud del tramo (km) resulta superior a 60.
- Las restricciones de visibilidad debidas a la geometría del camino deberán ser minimizadas.

5.3.6.2 Alineamiento horizontal

- Los accidentes tienden a incrementarse con el ángulo de la curva, la ausencia de una adecuada distancia de visibilidad es un factor crítico.
- El peralte de las curvas deberá definirse para una operación segura, basado en la velocidad de diseño y en la resistencia al deslizamiento del pavimento en estado mojado.
- Se deberá evitar la combinación de alineamientos verticales y horizontales que puedan traer consigo conflictos visuales. Las tasas de accidentes son más altas donde la curvatura máxima horizontal coincide con el máximo o el mínimo de un alineamiento vertical.

5.3.7 SECCIÓN TRANSVERSAL

Elementos que influyen en la seguridad del tránsito son: el número de pistas diseñadas, la berma, las soleras y la mediana. Las interacciones entre el flujo de tránsito y estos elementos son complejas, algunos principios generales son:

- Dado que la tasa de incremento de accidentes con el volumen de tránsito, es menor cuando el número de pistas aumenta, las autopistas deberán diseñarse para permitir más pistas que las inicialmente justificadas.
- Para caminos rurales de 2 pistas, existen ventajas o condiciones favorables de seguridad al alcanzar un ancho de pista mínimo de 3,65 metros.
- Se deberá evitar caminos de tres pistas, o al menos en tramos en que esto suceda, se deberá restringir y proteger mediante una clara demarcación del uso de las pistas.
- Las bermas contribuyen a la seguridad en caminos rurales, sean calzadas simples o dobles; bermas estrechas o bermas en exceso de 3 metros y sin tratamiento asfáltico, están asociadas con incrementos en la tasa de accidentes y deberán ser evitadas.
- Implementar una mediana para dividir calzadas, reducirá la tasa de accidentes. Se deberá evitar que tengan un ancho inferior a 3 metros, aunque si bien aumentar el ancho es beneficioso, aumentarlo sobre 10 metros traerá pocos beneficios adicionales. Sin embargo, cuando el paso de camiones es inevitable, este ancho deberá ser aumentado de modo que no puedan pasar a la calzada opuesta. Sin una mediana de ancho adecuado, el uso de barreras de contención queda determinado por el tipo de tránsito y el ancho disponible.

- Cuando la mediana es suficientemente ancha, una sección transversal deprimida permitirá una más conveniente y segura recuperación del vehículo que ha salido de la calzada.

5.3.8 CONTINUIDAD DEL DISEÑO

Aún cuando todas las características de diseño sean las deseables, pueden generarse puntos de concentración de accidentes donde exista alguna discontinuidad en la ruta. Las discontinuidades suceden cuando las expectativas que tiene el conductor de la ruta son repentinamente cambiadas. Un buen ejemplo sobre lo que es una discontinuidad sucede a la entrada de un túnel sin iluminación. Durante las horas de luz natural, los conductores podrán ver la superficie del pavimento y conducirán a una velocidad acorde a esas condiciones. Cuando este conductor ingresa al túnel sin iluminación, si tan sólo por un momento pierde la capacidad de ver hacia adelante, él reaccionará disminuyendo la velocidad de su vehículo. Esto puede llegar a ser extremadamente peligroso y provocar un accidente al ser impactado por la parte posterior.

Las características del accidente no se repiten durante las horas de la noche, ya que las luces del vehículo iluminan la misma área del camino dentro o fuera del túnel.

Cuando hay una serie de curvas en una autopista de alta velocidad, los puntos de concentración de accidentes podrán ocurrir cuando las curvas no son consistentes con las expectativas del conductor. Esto incluye:

- Curvas individuales cuando el conductor no está advertido de la curva.
- Una curva muy cerrada respecto a los alineamientos del camino adyacente.
- Una curva cerrada al interior de una serie de curvas con amplio radio de giro.
- Los conductores se acostumbran a las curvaturas de una sección del camino y esperan encontrar curvas con condiciones similares. Es interesante notar que conductores fatigados o distraídos, suelen salirse de la calzada al inicio de una curva cuando existe una serie de postes o una línea de árboles que continúa en dirección recta.

5.3.9 ZONA DESPEJADA

El primer esfuerzo de los diseñadores, usualmente atiende exclusivamente a las características geométricas de la vía, las que corresponden comúnmente a la definición del ancho de las pistas, intersecciones, bermas, peralte en curvas, pendientes de la calzada para el drenaje, alineamientos, etc. Si los conductores respetaran las normativas de tránsito, el diseñador no debería apuntar más que a satisfacer las características geométricas de las vías, ya que los usuarios jamás se saldrían "accidentalmente" de la calzada. Lamentablemente, como esto no ocurre, los proyectistas deberán considerar una franja adyacente al borde de la vía, que esté disponible para los vehículos errantes. Esta zona se denominará "Zona Despejada".

Este tipo de accidentes, se puede caracterizar por la participación de sólo un vehículo, el cual choca o se vuelca como consecuencia de salir de la calzada. Los motivos por los cuales un conductor puede salir de la calzada son variados; error del conductor (fatiga, exceso de velocidad, imprudencia, distracción, entre otras), error de otro conductor, maniobra para evitar un accidente, falla mecánica o condiciones climáticas.

Al respecto, a continuación se cita algunos principios que el auditor deberá tener presente:

- En vías de alta velocidad, con una zona despejada de 9 m, un alto porcentaje (80%) de los vehículos errantes podrán recuperar el control, según lo demuestran las experiencias extranjeras.
- Las zonas adyacentes al camino, deberán estar libres de obstáculos rígidos y con una pendiente tal que permita al vehículo errante recuperar el control, es decir pendientes transversales de al menos 4:1(H:V). Como parte de los primeros elementos perjudiciales para un vehículo errante, se encuentran; taludes y obras de drenaje, árboles, barreras, postes y otros.

Las opciones de diseño que se deberán considerar respecto a la existencia de obstáculos, en orden de preferencia, serán:

- Eliminar el obstáculo.
- Reubicar el obstáculo.
- Reducir la severidad del impacto con el obstáculo.
- Defenderse del obstáculo (generalmente usando barreras de contención).
- Destacar, señalizar, advertir del obstáculo.

Como complemento se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Los elementos rígidos que no puedan ser reubicados fuera de la zona despejada, deberán diseñarse de modo que sean traspasables por un vehículo errante.
- Recomendaciones para el tratamiento de alcantarillas; eliminarlas, extenderlas, modificar la boca de entrada y/o salida, hacerla traspasable, utilizar barreras, señalizarlas con delineadores.

5.3.10 SUPERFICIE DE RODADURA

Las características de la superficie de rodadura tienen un efecto particularmente significativo en la seguridad del camino. Al mejorar la resistencia al deslizamiento del pavimento mojado, se reducirá el número de posibles accidentes. La visibilidad cuando el pavimento está mojado podrá ser mejorada, junto con el deslumbramiento producido por la reflexión durante la noche, mediante una adecuada textura superficial.

5.3.10.1 Características de la resistencia al deslizamiento de la superficie

Las características de la superficie necesitan ser definidas en términos de su textura macro (rugosidad) y su micro textura (aspereza), como se ilustra en la Figura 5.3-1.

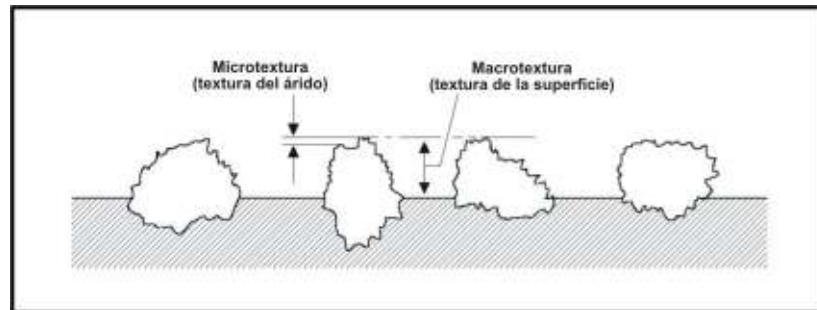


FIGURA 5.3-1 MICROTEXTURA Y MACROTTEXTURA DE UN PAVIMENTO

La relación entre el tipo de textura de la superficie de rodadura y la resistencia al deslizamiento se muestra en Figura 5.3-2, la cual entrega la variación en el coeficiente de fricción en función de la velocidad. Las superficies A y C, ambas ásperas a escala micro, otorgan alta fricción a 50 km/h y, las superficies pulidas B y D baja fricción.

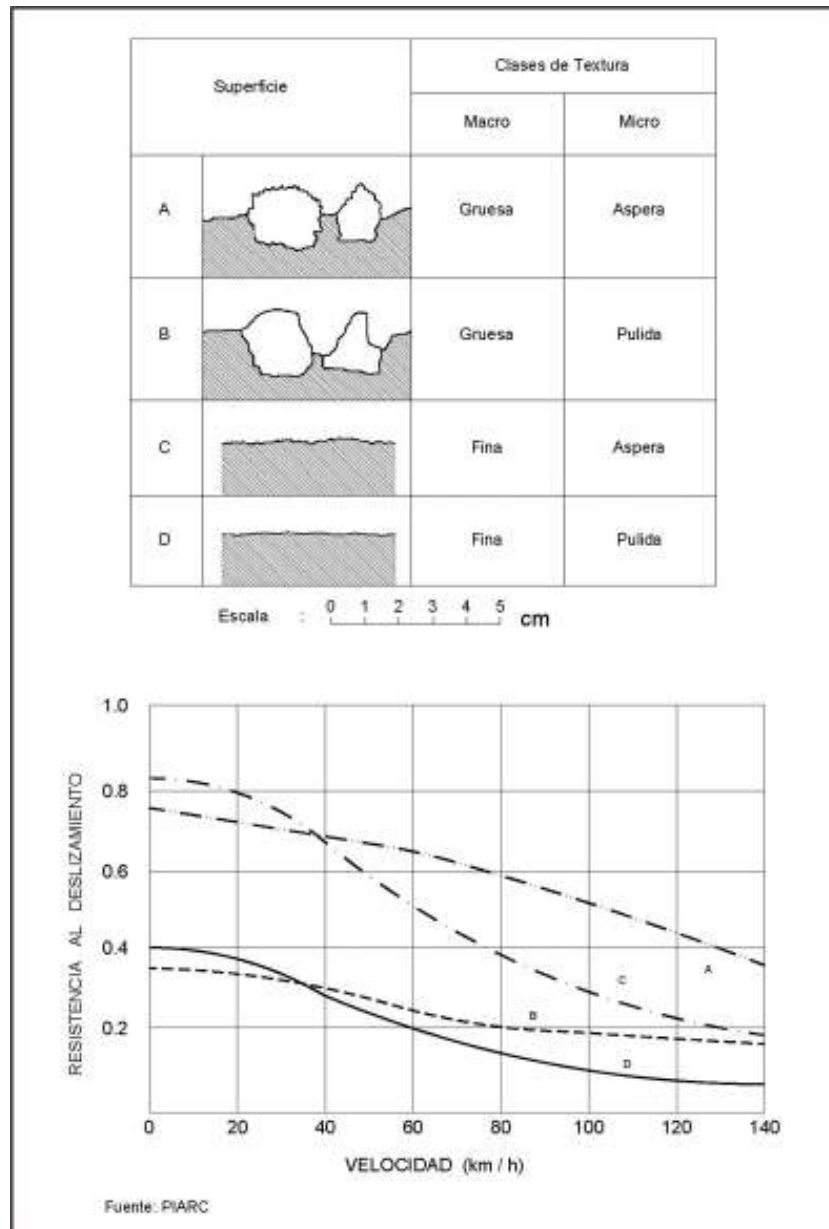


FIGURA 5.3-2 SUPERFICIE Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

La reducción de la fricción con la velocidad dependerá de la macrotextura. Las superficies pulidas C y D muestran una marcada disminución; las superficies ásperas A y B muestran muy poco decaimiento.

De esta forma, se podrá deducir que todas las superficies deberán tener:

Suficiente microtextura, la que deberá ser mantenida durante la vida útil de la superficie de rodadura. Por lo tanto, el agregado usado en la capa de desgaste del camino deberá tener una adecuada resistencia al desgaste y al uso, para las condiciones de tránsito que deberá mantener. El criterio principal es el valor de desgaste de la piedra, junto a adecuados estándares para cada tipo de camino y condiciones de tránsito.

Suficiente macrotextura: Una estructura rugosa es especialmente importante para calzadas que llevan tránsito a alta velocidad. Esta característica deberá ser especificada en términos del método del tratamiento superficial, como por ejemplo:

- Peinado (cepillado) del concreto durante la construcción.
- Tamaño del agregado de la superficie durante la preparación.
- Tasa de desprendimiento o naturaleza del agregado en el asfalto.
- Además, el criterio podrá ser especificado midiendo la profundidad de la textura (ensaye círculo de arena o perfilómetro láser).

De esta manera, se podrá indicar que los requerimientos mínimos para mantener una resistencia al resbalamiento satisfactoria a velocidades de 90 km/h serán:

- 1,0 mm para superficies bituminosas.
- 0,5 mm para la textura de superficies de concreto.

5.3.11 VISIBILIDAD DIURNA Y NOCTURNA

La visibilidad de los conductores con luz de día o nocturna, se verá perjudicada por el agua salpicada o rociada por otros vehículos (efecto spray). Adicionalmente, la efectividad de las luces de las luminarias y de los vehículos se ve reducida cuando aparecen manchas reflectivas y zonas oscuras. Estos problemas podrán ser mitigados al disponer de una adecuada textura de la superficie de rodadura:

- Pronunciada macro textura - profundidad de la textura de 1 a 1,5 mm.
- Uso de gravilla angular.
- Anular las áreas pulidas o suaves.
- Uso de material permeable.
- Uniformidad y contorno de la superficie de rodadura.

Las irregularidades longitudinales cuando son excesivas podrán causar la pérdida de control de los vehículos (especialmente con acoplado). Lo anterior se verá incrementado, cuando existan acumulaciones de agua en las depresiones del camino, por una deficiencia en el saneamiento de la plataforma.

Las irregularidades longitudinales en el caso de superficie de rodadura (asfálticas y pavimento de hormigón) deberán ser menores a 2 m/km y ninguno de los valores individuales deberá superar a 2,8 m/km. Para los tratamientos superficiales, se aceptará la rugosidad, si el valor de IRI es igual o inferior a 3 m/km.

5.3.12 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y ELEMENTOS DE APOYO

La demarcación y delineadores de pistas, para la reducción del número y severidad de los accidentes, son medidas de bajo costo y podrán ser consideradas para las cuatro funciones siguientes:

- Regular la circulación, indicando prioridades, prohibiciones o maniobras a ser desarrolladas.
- Canalizar el flujo por el interior de las pistas.
- Proveer de una guía visual lateral.
- Para influenciar el flujo y la velocidad de circulación.

Estas podrán tomar la forma de la tradicional línea demarcada sobre el pavimento, tachas o delineadores.

5.3.12.1 Demarcaciones

Para asegurar la efectividad de las demarcaciones y símbolos desde el punto de vista de la seguridad, estas deberán cumplir con los siguientes aspectos:

- Permanecer visibles bajo toda circunstancia, de día o de noche, lo cual requerirá que dispongan de un buen color, buena textura de contraste y buenas propiedades retrorreflectivas.
- Ser durables para evitar una mantención demasiado frecuente. Lamentablemente, esta característica no la satisfacen plenamente, ya que las demarcaciones al ser sensibles al tránsito, a las condiciones climáticas y al estado de la superficie de la calzada, requieren una mantención más frecuente que las otras señales.
- Ser diseñadas y aplicadas en la vía donde su mensaje sea claro, para ser comprendido por el usuario con suficiente anticipación para reaccionar y ejecutar la maniobra deseada.

Las características de las marcas viales de las que depende la distancia de visibilidad, son conjunta e inseparablemente sus propiedades ópticas y geométricas. En principio, lo que un conductor será capaz de ver dependerá de las características ópticas de los materiales utilizados. En segundo lugar, lo que un conductor necesita ver (distancia de visibilidad) quedará determinado por el valor mínimo del tiempo de previsualización, por lo tanto, dependerá de la velocidad circulación del vehículo.

Experiencias desarrolladas por un programa de investigación (publicación CIE N° 73, 1988; Acción Cost 331: señalización horizontal; Universidad de Darmstadt, 1998), indican que se puede alcanzar la distancia de visibilidad requerida, mediante distintas combinaciones de valores de retroreflexión y de anchos de líneas.

Las demarcaciones sobre nivel o las tachas, podrán ser empleados para mejorar las marcas tradicionales o para ser utilizadas por sí mismos durante la noche. Una de las ventajas es su visibilidad en condiciones de lluvia. Las tachas alertan a los conductores que involuntariamente cruzan por sobre su línea.

Las características más importantes requeridas por estos elementos son:

- Visibilidad en todas las circunstancias.
- Sirven de alertadores y segregadores.
- Durabilidad y seguridad a la adherencia.

5.3.12.2 Delineadores

Los delineadores (delineador direccional, postes plásticos, etc.), tienen una aplicación particular para la seguridad, reforzando la demarcación en donde las características o singularidades de algún camino necesitan ser enfatizadas (por ejemplo curvas) o para marcar la plataforma del camino durante condiciones climáticas adversas (nieve o acumulación de barro).

Las características requeridas más importantes para estos elementos serán:

- Deben estar confeccionados con materiales que no produzcan mayor daño al vehículo o a sus pasajeros ante un eventual impacto.
- Buena visibilidad en condiciones climáticas adversas, sin requerir una mantención rigurosa.
- Resistencia al vandalismo y mal tiempo.

5.3.13 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Los conductores necesitan comprender y reaccionar adecuadamente frente a los elementos del camino, en forma rápida y consistentemente. En caso contrario, se presentarán conductores confundidos, los que reaccionan equivocadamente, disminuyendo la velocidad o deteniéndose abruptamente en una pista de la vía, realizan giros indebidos al perder una salida o punto de acceso, pasando a convertirse en un obstáculo para el resto de los conductores, creando situaciones de riesgo y poniendo en peligro a los demás usuarios de la vía. En la mayoría de los casos, estas situaciones están directamente relacionadas con la inadecuada o la ausencia de señales a distancia, que permitan a los conductores tomar decisiones con tiempo suficiente para realizar maniobras seguras.

De lo anterior se desprende que las prioridades en una ruta, referidas a la señalización, estarán relacionadas con los siguientes aspectos:

- Identificar la pista apropiada en la cual cada conductor deberá transitar. El conductor deberá contar con la suficiente información para mantener el vehículo en la ubicación apropiada, tanto de día como de noche (demarcaciones en el pavimento y delineadores).
- Entregar al conductor la información para que sea capaz de mantener el vehículo en el camino o ruta que ha elegido para llegar a su destino en forma segura (señales informativas y de advertencia).
- La señalización deberá ser diseñada para entregar mensajes claros y sencillos a los usuarios de la vía, sin ambigüedades, para que estos sean comprendidos con facilidad y rapidez.
- La señalización deberá ser uniforme, es decir un mismo mensaje siempre deberá entregarse de igual forma y no en forma parecida. Por consiguiente, una determinada señal en cualquier camino, siempre deberá entregar al usuario un mismo y único mensaje o indicación.
- La señalización deberá ser diseñada en acuerdo a la normativa vigente y con las características del camino y su entorno para así, guiar al conductor a una conducción segura e informada.
- Las señales se deberán instalar de modo tal que sean totalmente visibles y que entreguen a los conductores la información requerida en forma oportuna, así tendrán tiempo suficiente para ejecutar las maniobras con plena seguridad.

- La señalización vertical, deberá estar en acuerdo y ser consistente con la demarcación del pavimento.
- La factibilidad de cualquier proyecto de señalización deberá ser verificada en el camino, debido a que existen singularidades que a veces limitan la efectividad de los elementos proyectados.
- En aquellas zonas en que las señales se ensucien con frecuencia, se deberá asegurar un adecuado acceso a ellas para su limpieza y mantención.
- En tramos rectos, la señalización vertical, deberá ser instalada perpendicular a la superficie del terreno y rotada en torno al eje vertical, de modo que la superficie de la plancha forme un ángulo de 93° con la dirección de flujo a la que sirve, según se indica en Capítulo 1, Señales Verticales.
- En curvas horizontales, la señalización vertical deberá instalarse perpendicular al terreno y rotada en torno a su eje vertical, de modo que la superficie de la plancha forma un ángulo de 93° con la línea recta entre la señal y el punto en el cual la señal se puede leer.

5.3.14 OTROS ELEMENTOS DE SEGURIDAD VIAL

Los elementos de seguridad cubrirán un gran rango de componentes; iluminación del camino, pantallas antideslumbrantes, islas de tráfico y señales de advertencia de peligro, ayudarán al conductor a identificar el escenario que se aproxima y le permitirán alertar de pequeños riesgos; vallas peatonales y barreras camineras son elementos de protección que minimizarán la severidad de las colisiones. Por lo anterior, será importante que los elementos de seguridad sean debidamente ubicados de modo de no crear riesgos innecesarios al usuario del camino.

5.3.14.1 Iluminación del camino

La iluminación del camino deberá proveer de una superficie de rodadura uniformemente iluminada que contraste con cualquier vehículo, ciclista, peatón u otros objetos no vistos en silueta. El diseño de las lámparas y la geometría de las instalaciones, debe estar relacionado con las características de reflexión de la superficie de rodadura, con el fin de proveer una óptima calidad y cantidad de iluminación.

La ubicación de los postes de las luminarias, no deberá crear peligros innecesarios en caso de ser ubicados cerca del borde de la calzada, se recomienda la utilización de postes frágiles o el empleo de un sistema de barreras de protección.

La iluminación deberá lograr que la superficie de la vía sea iluminada en forma uniforme, con lo cual los vehículos, peatones y otros objetos se perciban por su silueta.

La iluminación será de mayor importancia en lugares como intersecciones y en donde se presenten concentración de peatones.

5.3.14.2 Pantallas antideslumbrantes

En caminos con doble calzada no iluminados, los focos de los vehículos en sentido contrario podrán presentar un peligro a los conductores. Esto deberá ser solucionado mediante el uso de pantallas en la mediana, dispuestas sobre las barreras de seguridad. El diseño de las pantallas deberá permitir la visión en ángulo recto a la dirección del tránsito, mientras que en la dirección de tránsito actuarán como pantalla.

5.3.14.3 Islas de tránsito

El uso de las islas de tránsito podrá mejorar sustancialmente la seguridad, algunas aplicaciones particulares serán:

- En intersecciones de caminos secundarios (de preferencia si el flujo de vehículos es alto) para enfatizar el camino principal al que se accede.
- Islas canalizadas en caminos prioritarios, para ayudar el cruce de tránsito y movimientos de giro y para proveer facilidades que ayuden a los peatones a cruzar la calzada.

5.3.14.4 Barreras camineras, vallas peatonales y otros elementos de protección

Las barreras camineras dentro de sus aplicaciones, además de prevenir la colisión de vehículos que circulan en sentido opuestos, servirán para proteger a los vehículos del impacto con obstáculos rígidos ubicados al borde de la calzada.

Los sistemas de contención deberán estar diseñadas para impedir que un vehículo las atraviese, pero a la vez no deberán presentar una rigidez que causen más daño al conductor, que la colisión potencial que están evitando.

Algunas de las recomendaciones que deben considerarse son:

- Cuando existe espacio entre la barrera y el objeto del cual se desea proteger al usuario, se deberán emplear barreras adecuadas a esa situación específica, acorde al ancho de trabajo de ellas.
- Donde no existe espacio para permitir la deformación de diseño, deberán utilizarse barreras más rígidas diseñadas adecuadamente, de acuerdo al ancho disponible de trabajo para la barrera.
- Deberá ponerse especial atención a los extremos de las barreras, los cuales podrán transformarse en puntos de alto riesgo, en caso que los extremos de los tramos no se encuentren enterrados.
- Las barreras deberán instalarse lo suficientemente retiradas del borde de la calzada, para no convertirse en un peligro para los vehículos que circulan por ella.

Peligros potenciales que justificarán la instalación de sistemas de contención podrán ser; puentes y alcantarillas, terraplenes de cierta altura, soportes de señales (marcos), postes de alumbrado o de servicios, árboles, etc.

Por otro lado, el objeto de las vallas peatonales en áreas urbanas, será segregar a los peatones de la calzada y no para detener un vehículo errante. Ellas no deberán ser demasiado altas que oscurezcan la visibilidad que el conductor tiene del peatón que está esperando para cruzar. En el caso interurbano, la principal aplicación de las vallas peatonales tiene una función análoga, segregando a los peatones, impidiéndoles cruzar en cualquier lugar, guiando hacia el uso de las pasarelas.

5.3.15 GESTIÓN DE TRÁNSITO

Algunos elementos de la gestión de tránsito ya han sido tratados en este Volumen, tales como, la gestión de intersecciones, bandas de estacionamientos, aceras peatonales, sistemas ITS. A continuación, se verán otros ámbitos en los cuales la gestión de tránsito podrá mejorar considerablemente el nivel de seguridad de los usuarios.

Aspectos de la gestión de tránsito que están relacionados directamente con la seguridad son; el control de los límites de velocidad, el control de accesos, cruces peatonales (a nivel o mediante pasarelas), control de estacionamientos.

5.3.16 LÍMITES Y CONTROLES DE VELOCIDAD

Existe evidencia de que la reducción de la velocidad, tiene como resultado una reducción del número y severidad de los accidentes. La influencia de los límites de velocidad, sobre el desplazamiento de los vehículos, se verá influenciada por las características del camino y la composición del tránsito. Por otro lado, la experiencia sugiere criterios prácticos que permitirán sentar bases para la aplicación de los límites de velocidad.

Estudios recientes confirman un principio fundamental; la velocidad de circulación por una vía es una variable relacionada con el diseño y operación de la vía y no tiene relación con argumentos legales o administrativos. Por lo tanto, los mayores esfuerzos deberán estar orientados a inducir la velocidad de circulación mediante una adecuada jerarquización y diseño de la ruta.

El límite de la velocidad deberá tomar en cuenta el uso de los terrenos adyacentes, las características geométricas del camino (diseño), un percentil de la velocidad de 85% y la tasa de accidentes de caminos comparables.

5.3.17 CONTROL DE INTERSECCIONES

El control de la prioridad que pueda tener un conductor en intersecciones podrá ser logrado mediante las señales de prioridad ceda el paso, pare o semáforos. Para mitigar la ocurrencia de accidentes es vital que la prioridad se encuentre indicada en todas las intersecciones entre caminos, al menos con demarcación de ceda el paso en el pavimento. La práctica de ceder el paso sin refuerzos ni señales físicas, crea confusión entre los conductores originando accidentes.

La señal de ceda el paso será apropiada su instalación para la mayoría de las intersecciones en que la visibilidad no esté restringida y se deberá reforzar instalando dicha señal también al costado izquierdo cuando se trate de vías unidireccionales de dos o más pistas.

La señal de Pare deberá ser usada donde se obligue al conductor a detenerse completamente y donde la visibilidad o distancia de visibilidad esté restringida.

La utilización de semáforos deberá ser evitada en caminos de alta velocidad (donde el promedio de velocidad exceda de 70 km/h) y estará sujeta a lo indicado en el Capítulo 3 del presente Volumen

5.3.18 CRUCE DE PEATONES

Donde la concentración de peatones sea importante, deberá instalarse cruces con las facilidades apropiadas.

Donde el flujo de peatones no justifique la instalación de un cruce peatonal, deberá tomarse en cuenta el uso de islas de tráfico como refugio o para lograr calzadas más angostas.

En intersecciones donde el paso de peatones y el tránsito son altos, se debe considerar la construcción de una pasarela.

Las áreas residenciales, industriales y comerciales deberán estar conectadas por aceras peatonales que sean lo más directas y placenteras. Las aceras deberán tener buenos estándares, con un ancho adecuado al flujo de peatones y libre de obstrucciones.

Las pasarelas y pasos inferiores, son menos atractivos para los peatones que las facilidades a nivel. Por ello, al implementar una pasarela, se deberá considerar la instalación de una valla peatonal en la mediana para que desincentive a los peatones a cruzar la calzada.

Si es posible, una acera segregada deberá continuar a lo largo de un puente, o bien deberá construirse un puente paralelo separado para peatones y ciclistas. Una estructura tipo pasarela será suficiente, dado que no deberá soportar el tránsito de vehículos motorizados.

5.3.19 ESTACIONAMIENTOS SOBRE LA CALZADA

Los vehículos estacionados sobre la calzada afectan la seguridad de dos formas:

- Peligro de colisión entre maniobras de vehículos en movimiento y estacionados.
- Ocultan la presencia de peatones o vehículos. El uso de estacionamientos protegidos, en las cercanías de intersecciones o cruces peatonales es una medida de seguridad efectiva.

5.3.19.1 Cambio de condiciones

El mejoramiento de un camino podrá inducir un aumento significativo del tránsito, un aumento en el número de vehículos pesados o cambios en los límites de velocidad. Adicionalmente, al implementar una nueva entrada o salida del camino, podrá tener efectos significativos sobre las características de los accidentes. Los efectos de estos cambios por lo general podrán durar mientras los usuarios se acostumbran a estas modificaciones o también en algunos casos podrá ser más lenta la asimilación del cambio.

Los conductores que están muy familiarizados a transitar por un camino o carretera, podrán verse atrapados en una situación de riesgo cuando ocurren cambios inesperados en el entorno de la ruta.

5.3.20 ÁREAS DE DETENCIÓN Y PARADAS DE BUSES

Las áreas de detención para buses, permitirán que estos se detengan en forma segura y sin afectar negativamente al resto del tránsito. Esto se logrará de mejor forma con un área segregada, conectada a la vía solamente en un punto de entrada y en otro de salida. De esta manera, los vehículos podrán detenerse fuera de la calzada principal, sin interferir con el resto del tránsito y con menos riesgos para los pasajeros.

Dentro de los principales factores del transporte público, que influyen en la seguridad vial y que el equipo auditor deberá tener presente son los siguientes:

- Los lugares de transferencia deberán tener conexiones peatonales directas y segregadas del tránsito vehicular, en el caso de rutas interurbanas, deberán contar con una acera que empalme con los sectores urbanos cercanos.

- Se deberá proveer de áreas claramente señaladas, fuera de la calzada, donde los vehículos de transporte público accedan a tomar y dejar pasajeros, en ellos se recomendará emplear pavimento de hormigón para minimizar los problemas de mantención que resultan de goteos de aceite, escapes de petróleo o combustibles, elementos que deterioran las carpetas asfálticas. Cabe señalar, que si el estado de la carpeta es deficiente, los buses no utilizarán la zona de parada.
- Las áreas de detenciones deberán ubicarse en secciones planas y rectas de la vía, con la finalidad de que sean visibles en ambas direcciones.
- El acceso al área de detención deberá presentar condiciones de seguridad para los vehículos y para los peatones.
- Las paradas de buses deberán estar ubicadas después de las intersecciones o empalmes, para evitar que los vehículos detenidos interfieran con los movimientos de los peatones y vehículos en el cruce.
- Deberán instalarse señalizaciones para alertar a los conductores de la proximidad de un área de detención y de la posible presencia de peatones.

5.3.21 CALLES DE SERVICIO

Para disminuir la fricción lateral provocada por las concentraciones de accesos privados y para orientar los flujos hacia las intersecciones, se desarrollarán calles de servicio.

Un punto de alto riesgo, se generará cuando un área comercial presente un gran estacionamiento informal en su frente y con acceso directo a la vía, no controlado.

5.3.22 MANTENIMIENTO Y TRABAJOS EN LA CARRETERA

Los trabajos en la carretera deberán ser considerados como potenciales puntos de concentración de accidentes. Como tales, será de vital importancia que al auditar un camino y se presenten estos trabajos, observar el estricto cumplimiento de las especificaciones, en lo relativo a las disposiciones de los elementos de seguridad y control de tránsito.

Estos trabajos requerirán un cercano y frecuente monitoreo, incluidas observaciones en sitio.

La pérdida de las características originales del diseño como resultado del tiempo y el uso del camino son factores que inciden negativamente en la seguridad de la vía, por esta razón, el equipo auditor deberá observar los siguientes aspectos:

- La pérdida de la capacidad de fricción es un factor relevante en la seguridad, ya que al disminuir el coeficiente de fricción, la distancia que requerirá un vehículo para detenerse aumentará. Adicionalmente, la pérdida de la resistencia a la fricción en curvas cerradas o pronunciadas, producirá que los vehículos se salgan de la calzada, después de ocurrida una lluvia.
- Se deberá tener presente que los trabajos de recapado o repavimentaciones, podrán traer la pérdida del peralte de una curva.
- El crecimiento de la vegetación y una falta de mantención podrá crear zonas de concentración de accidentes. El equipo auditor deberá tomar en cuenta que el crecimiento de la vegetación podrá convertirse en un obstáculo a la línea de visión en una curva o a un acceso. Esta situación podrá también ocurrir en intersecciones, cruces de ferrocarril, cruces peatonales y otras ubicaciones, en las que los conductores pierden la capacidad de ver lo suficiente como para tomar una decisión segura.
- El deterioro del pavimento, es otro de los problemas que experimenta un camino. Por este motivo y con el objetivo de mantener las condiciones de seguridad y confort del camino, se realizarán mantenciones, las cuales podrán ser rutinarias, periódicas y diferidas.
- El ahuellamiento del pavimento influye generalmente en el desarrollo de zonas de concentración de accidentes, sobre todo en intersecciones durante condiciones climáticas desfavorables. Este tipo de deterioro junto con la pérdida de resistencia al resbalamiento (coeficiente de fricción) afecta de un modo importante a la capacidad del conductor para frenar y detenerse. En cambio, la rugosidad superficial (IRI), afecta mayoritariamente al confort en la conducción.

El equipo auditor, deberá dentro de los antecedentes a recopilar, obtener la información de los controles realizados para comprobación de los indicadores de pavimentos requeridos por Especificaciones Técnicas (Indicador de Rugosidad superficial (IRI), ahuellamiento, agrietamiento, resistencia al resbalamiento, etc.). Estos indicadores se controlarán según la metodología empleada por ABC.

5.4 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

El equipo auditor deberá revisar toda la información concerniente al camino para comprender bien sus planos de proyecto, mejoramientos efectuados, propósitos, historia y limitaciones contempladas en el proyecto.

En general, los antecedentes topográficos disponibles, planos, archivos digitales, estadísticas, aerofotogrametrías, etc., debieran ser proporcionados directamente por la entidad mandante, que encomienda la Auditoría.

Los antecedentes de respaldo a lo menos deberán incluir lo siguiente:

- Informes de Auditoría efectuadas en etapas previas.
- Planos as-built.
- Volúmenes de tránsito de todos los usuarios (vehículos, peatones, ciclistas).
- Información de accidentes. En caso de no existir estos antecedentes, se deberá desarrollar un análisis de la Accidentalidad como parte de las labores de la Auditoría.

Ante la carencia de planos as built, corresponderá a quien desarrolle la Auditoría de Seguridad Vial, realizar los levantamientos topográficos de los sectores más complejos o de todo el trazado como una tarea preliminar a la etapa de desarrollo de la Auditoría.

Un importante aporte en esta fase, serán las estadísticas de accidentes, las cuales además de servir para la determinación de los puntos negros, ayudarán a identificar las áreas o sectores con potenciales problemas de seguridad.

Se presenta un listado de verificaciones que es necesario hacer para obtener información tendiente a prevenir accidentes en un camino en operación, este listado permite orientar el tipo de verificaciones a cualquier etapa del proyecto.

5.4.1 REUNIÓN INICIAL EN UNA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL

Conocido el ejecutor que realizará la Auditoría de Seguridad Vial, se deberá realizar una reunión en la que participarán el equipo auditor y el mandante de la Auditoría (ABC).

Esta reunión tendrá como objetivo analizar los siguientes temas:

- Conocimiento de los alcances del estudio, proyecto o camino en explotación.
- Determinación de la información relacionada a materias de seguridad incluidas en el proyecto.
- Intercambio de la información mencionada en la Sección 5.4.
- Clarificación de las responsabilidades del equipo auditor.
- Establecimiento de los canales de comunicación.
- El equipo auditor explicará el modo en que llevará a cabo la Auditoría y presentará las listas de chequeo que empleará en su desarrollo.
- Discusión de la carta de avance de las obras, la agenda del proyecto y cualquier requerimiento especial que presente el camino.

De este modo, todos los participantes conocerán los plazos y limitaciones que afectarán el desarrollo de la Auditoría de Seguridad Vial.

5.4.2 INFORMES DE UNA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL

Durante esta etapa, el equipo auditor deberá revisar y evaluar, desde el punto de vista de la seguridad vial, los planos y antecedentes del proyecto. Además, deberá efectuar inspecciones a terreno para proveer al equipo el conocimiento de las condiciones existentes y de todos aquellos aspectos que puedan constituirse en elementos o situaciones de riesgo.

Cabe señalar que previo a visitar el terreno, el auditor deberá estudiar y efectuar un análisis de la información recopilada y deberá familiarizarse con las listas de chequeo, de modo de lograr una exploración productiva y recoger los aspectos relevantes en las inspecciones a terreno que se realicen.

5.5 PROCESO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

El equipo auditor deberá analizar y procesar la información existente, para determinar si es suficiente o si deberá complementar, actualizar o agregar nuevos antecedentes para la realización de las siguientes tareas:

- Presentación Gráfica en un plano, de la ubicación en planta del camino y de su conectividad con el resto de la red (accesos, enlaces, empalmes, pasarelas, paraderos, cruces de ferrocarriles, áreas de servicios, etc.).
- Presentación Gráfica en un plano, de planta del camino, de la ubicación de los accidentes, diferenciando los peatonales, vehiculares y ciclistas.
- Determinación de tramos o sectores con concentración de accidentes, el objetivo de esta búsqueda es determinar potenciales áreas con mayores problemas de seguridad vial.
- Determinación de sectores o singularidades que involucren riesgo de accidentes.
- Plano con las velocidades de diseño y las velocidades de operación de los distintos tramos.
- Análisis de enlaces, atravesos, cruces, puentes y toda singularidad que presente el camino.
- Análisis de los accidentes ocurridos en los últimos 3 años.

5.6 INSPECCIONES EN TERRENO

Las salidas a terreno serán exigibles para todos los integrantes del equipo auditor, ya que mediante la experiencia extraída en terreno de los problemas que enfrentan los usuarios, se asegurará una adecuada solución de ellos.

La información recabada de las listas de chequeo, más los antecedentes existentes recopilados en la etapa anterior, ayudarán al equipo auditor a tener presentes aspectos relevantes de seguridad vial (señalización, demarcación, iluminación, delineación y características geométricas), que permitan identificar los problemas que puedan afectar la percepción de los usuarios de la vía o que restrinjan la distancia de visibilidad.

La aplicación de las listas de chequeo se considerará parte esencial de la metodología, por lo cual se deberán anexar dichas listas con sus respuestas y observaciones de terreno como parte del Informe de la Auditoría de Seguridad Vial. Las listas de chequeo presentadas se considerarán como información base, ellas podrán ser complementadas con preguntas o con otras listas de chequeo.

En las inspecciones de terreno el equipo auditor deberá examinar que las zonas de transición entre el camino auditado y las otras rutas existentes, han sido diseñadas de forma multimodal, lo que quiere decir, que se ha contemplado en el diseño la participación de ciclistas, conductores (buses, camiones, automóviles, vehículos de agricultura), peatones, ganado, animales, etc.

El estudio deberá considerar un análisis explícito de cómo se ven afectados los usuarios en su nivel de seguridad debido a los siguientes factores:

- Las distintas horas; día, noche y penumbra.
- Las distintas condiciones climáticas; lluvia, viento, nieve, bancos de neblina, heladas, aluviones u otras que afecten al entorno del camino.
- Las distintas condiciones geográficas; zona costera, camino pre cordillerano, camino de cordillera, camino con atractivos naturales, bofedales, ríos, pendientes, acantilados, etc.

Para lograr lo anterior el equipo auditor deberá realizar visitas a terreno recorriendo la vía en ambos sentidos, de día y de noche y en condiciones atmosféricas adversas si es posible. Además, en estas visitas de terreno deberá inspeccionar las características físicas del proyecto, haciendo evaluaciones al mobiliario de la carretera, señales, semáforos, iluminación, demarcaciones, alineamientos y características geométricas, desde una perspectiva multimodal.

El equipo auditor deberá utilizar los distintos modos de transporte que operarán en la ruta, es decir, deberá conducir y caminar (si corresponde), utilizar los dispositivos del camino, accesos, salidas, enlaces, pasarelas, plazas de pesaje, plazas de peaje y retornos en ambas direcciones de la ruta, de modo de verificar que estas operaciones se puedan realizar adecuadamente, es decir, con buena visibilidad, en forma clara, sin ambigüedades y con distancias de frenado o aceleración adecuadas. El equipo auditor deberá considerar ir más allá de los límites del camino que audita, de modo de evaluar la red adyacente a la ruta. Se deberá verificar la adecuada percepción que se tiene desde un camino de la red adyacente, al momento de empalmar con la ruta que se audita.

En las visitas a terreno, se recomendará el uso de cámaras fotográficas y filmaciones en vídeo, para capturar las imágenes características de la vía, las que podrán ser ocupadas como material de apoyo en discusiones posteriores. Además, se sugerirá efectuar nuevamente el recorrido, pero esta vez, la conducción, la caminata o el recorrido en bicicleta, deberá efectuarlo un usuario externo, que desconozca la ruta pero acompañado del equipo auditor, con la finalidad de verificar aspectos que pudieran haber sido olvidados por el conocimiento de la ruta que posee el equipo auditor.

5.7 LISTAS DE CHEQUEO

Las listas de chequeo corresponderán a una serie de preguntas, que orientarán al equipo auditor respecto de las características de los elementos existentes en un camino, relacionadas con los criterios de seguridad vial que se deberán observar. Estas listas de chequeo se aplicarán como parte del desarrollo de una Auditoría de Seguridad Vial y será, por lo general, una herramienta de apoyo importante para los equipos auditores. Mediante su uso será posible acotar el número de elementos que pueden estar influyendo negativamente en la seguridad de una ruta, sin embargo, en algunas situaciones por sí solas no permiten el directo desarrollo de medidas correctivas.

Tanto las listas de chequeo para el análisis en zonas urbanas como las desarrolladas para las rutas interurbanas, contienen una gran cantidad de preguntas específicas, pero además contienen preguntas generales o globales con una clara referencia a la orientación o criterios de seguridad al que se hace referencia y que están contenidos en la Sección 5.2.

Se incluye al final de cada lista la posibilidad de agregar más consultas o chequeos, siempre con el criterio de seguridad asociado, de esta manera se producirá una retroalimentación que permitirá ir mejorando tanto las listas de chequeo como el proceso de las futuras auditorías.

5.8 REPORTE DE LA AUDITORIA

Una vez desarrolladas las inspecciones a terreno, analizadas las listas de chequeo, se procederá a efectuar el reporte de conclusiones preliminares. Posteriormente, el equipo auditor deberá generar el informe de la Auditoría. En este informe se deberá describir en forma clara y consistente el proyecto, el nivel de Auditoría realizado, los miembros del equipo auditor que participaron, los pasos metodológicos aplicados, los sectores de riesgo identificados en el proyecto y las medidas propuestas para su solución.

5.8.1 CONCLUSIONES PRELIMINARES DE LA AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL

Luego de realizadas las inspecciones en terreno, la aplicación de las listas de chequeo y el trabajo de gabinete, el equipo auditor organizará una reunión con el mandante. En esta reunión, el equipo auditor presentará un reporte preliminar, en donde se indicará cuáles son los sectores de riesgo que se han detectado y planteará las conclusiones preliminares de la Auditoría.

Los elementos o factores de riesgo encontrados en la ruta deberán estar documentados y justificados, basándose en normas nacionales, internacionales u otros estudios de seguridad vial. Lo anterior con la finalidad de evitar aplicaciones de soluciones de tipo subjetiva y sin el debido respaldo técnico.

En esta reunión, se discutirán las posibles alternativas de solución a los sectores de riesgo encontrados y, se planteará la posible existencia de otros factores que no han sido considerados, aunando esfuerzos a fin de acordar los tipos de alternativas que el equipo auditor deberá desarrollar.

5.9 PRESENTACIÓN DE SOLUCIONES Y DISCUSIÓN DE ALTERNATIVAS

El equipo auditor presentará las soluciones a los problemas detectados, las cuales se basarán en las distintas alternativas planteadas en la reunión indicada en 5.8.1. El objetivo de esta reunión, es discutir las alternativas presentadas y despejar cualquier duda respecto de ellas. La presentación de estas alternativas, incluirá una evaluación económica de ellas, a fin de acordar soluciones factibles, tanto técnica como económicamente.

Las soluciones presentadas deberán ser concretas y particulares al sector en que se detectase el problema. No se aceptarán soluciones globales o generales, ya que el enfoque de las auditorías es a singularidades de la vía, un enfoque microscópico del problema de la accidentalidad, por lo tanto no se recomienda su extrapolación a todos los puntos de la ruta que presenten la misma problemática.

El equipo auditor deberá mantener permanentemente, mientras dure el plazo de la Auditoría de Seguridad Vial, las vías de comunicación con el mandante a fin de discutir cualquier error de interpretación o imprecisión antes de que se realice el Informe Final. Este tipo de situaciones será evitado, en la medida que el equipo auditor disponga de toda la información correspondiente al camino, indicada en sección 5.4.

5.10 INFORME FINAL

Luego de todas las reuniones sostenidas, el equipo auditor entregará al mandante un Informe Final, el cual deberá contener como mínimo los siguientes aspectos:

- En forma clara y concisa deberá identificar aspectos del camino que impactan negativamente el nivel de seguridad de los usuarios.
- Deberá indicar las alternativas de solución a cada uno de los aspectos indicados en el punto anterior.
- Evaluación económica de las propuestas de solución entregadas.

Los riesgos a la seguridad de los usuarios, deberán ser ordenados en orden de importancia (de más a menos importantes). Todos aquellos riesgos que requieran de una inmediata solución, deberán ser identificados con la siguiente frase "REQUIERE ATENCIÓN INMEDIATA". Cualquier otro problema detectado que el equipo auditor considere de un riesgo significativo, deberá ser identificado como "IMPORTANTE". El uso de estos dos términos, no implicará que otros factores de riesgos detectados en la Auditoría sean menos relevantes.

Un listado de contenidos que deberá contener este Informe Final, son los siguientes:

- **Introducción:** Donde se debe contextualizar la Auditoría de Seguridad Vial en ejecución, indicando objetivos, metodología a adoptar y resultados esperados.
- **Diagnóstico:** En función de una visita a terreno y la ejecución de las listas de chequeo correspondientes, se debe entregar un diagnóstico referido a la situación observada, los problemas presentes, las causas de éstos y las medidas a adoptar para solucionarlos.
- **Propuestas de Solución:** Utilizando la información proporcionada por el diagnóstico, es posible definir alternativas de solución a los eventuales problemas detectados. Éstas deben ser claramente fundamentada, de forma tal que corrijan eficazmente los problemas detectados.
- **Evaluación de las Alternativas:** Las propuestas definidas deben ser evaluadas a través de un análisis multicriterio, que tome en consideración todas las variables involucradas en la solución. La alternativa seleccionada debe ser cuantificada económicamente y contar con la validación de su funcionalidad.
- **Conclusiones:** La Auditoría debe finalizar con un resumen claro, que indique el problema detectado, la alternativa escogida, cómo ésta ayuda a solucionar el problema y cuánto cuesta la solución.

LISTA DE CHEQUEO PARA
AUDITORIAS VIAS RURALES EN OPERACION

ANEXO
LISTA DE CHEQUEO PARA AUDITORIAS VIAS INTERURBANAS EN OPERACIÓN

Descripción	S/N
General	
¿Se han llevado a cabo las medidas indicadas en la auditoría anterior?	
¿Se ha desarrollado algún proyecto desde la auditoría anterior que afecte a los usuarios de la ruta?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Jerarquización	
¿El uso y las características de la ruta corresponden a la función para la cual fue proyectada y construida (Autopista; Camino tipo 1; etc.)	
¿La vía se intersecta sólo con vías de la misma categoría o de una categoría superior o inferior a la suya?	
¿Corresponde el tipo de intersecciones a las características funcionales de la ruta?, por ejemplo: En autopistas ¿son todas las intersecciones en desnivel?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Fricción Lateral	
¿Cruzan el camino sectores urbanos o semi urbanos?	
¿Existen zonas de generación y atracción de viajes en lados opuestos de la ruta (escuelas, postas, comercio, etc.)?	
¿Existe puntos de venta al borde de la calzada o sobre la berma?	
¿Existen áreas agrícolas o sectores industriales con accesos directo a la carretera?	
¿El tránsito interurbano pasa a través de zonas urbanas?	
¿Existen áreas comerciales a la orilla del camino?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Intersecciones	
¿Son las intersecciones entre la vía interurbana y las calles de servicio intersecciones en T con prioridad a la vía interurbana?	
¿Es adecuada la cantidad de accesos a la ruta?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Tramos de vía	
Cuando la vía tiene dos o más pistas por sentido ¿están los sentidos de tránsito separados por medio de una barrera en la mediana?	
¿Es suficiente el número de pistas para el flujo que pasa?	
¿Tienen la calzada y las pistas los anchos adecuados?	
¿Existe una berma con características uniformes en cada tramo?	
¿Es adecuado el ancho de las bermas?	
¿Existen tramos sin mediana?	
¿Es adecuado el ancho y el diseño de la mediana?	
¿Existe una zona despejada con un ancho adecuado a las velocidades de diseño de la vía?	
¿Existen obstáculos rígidos al borde del camino?	
¿Se ha aplicado la mejor opción de diseño para el tratamiento de elementos rígidos?	
¿Existen tramos o sectores con tres pistas?	
¿Es absolutamente clara y sin ambigüedades la demarcación en tramos de tres pistas?	
¿La pendiente transversal y el drenaje son satisfactorios?	
¿Existen restricciones a la visibilidad debidas a la geometría del camino?	
¿Existen curvas horizontales con radios restringidos?	
¿Es adecuado el peralte y la rugosidad del pavimento en curvas?	
¿Existe combinación de alineamientos verticales y horizontales?	
¿Existen curvas horizontales sin señalizar?	
¿Existen curvas horizontales con características que puedan resultar inesperadas para los conductores?	
¿Es adecuada la rugosidad del pavimento para la velocidad de diseño de la ruta?	
¿Existen defectos en la superficie del pavimento?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Cortes y terraplenes	
¿Existen en la ruta cortes que puedan presentar riesgo de desprendimiento de rocas o suelo?	
¿Existe evidencia o antecedentes de terraplenes con problemas de socavación?	
¿Existe evidencia o antecedentes de taludes con problemas de derrumbes?	
¿Se han tomado medidas preventivas?	
¿Es adecuada la pendiente transversal del o los terraplenes? De no ser así ¿qué medidas se han tomado para evitar la caída de un vehículo que se sale de la calzada?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Pendientes	
¿Existe una pista de subida para vehículos lentos tales como, camiones, buses?	

Descripción	S/N
¿Esta claramente señalizada la pendiente con mensajes de camiones no adelantar, camiones enganchar, tomar pista derecha, etc.?	
¿Se advierte a los usuarios cuando van por una pendiente descendente?)	
¿Requiere la pendiente de un lecho de frenado?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Superficie	
¿La superficie del camino es adecuada o algún tramo requiere tratamiento?	
¿Existen baches o deformaciones importantes de la carpeta?	
¿Se cumplen los requerimientos mínimos recomendados para una adecuada resistencia al resbalamiento?	
¿Las áreas con propensión a convertirse en sectores resbaladizos están siendo tratados con los materiales de superficie apropiados?	
¿Es posible mitigar los problemas de visibilidad bajo lluvia mejorando la textura del pavimento?	
¿Existen deformaciones del pavimento?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Drenaje	
¿Existe evidencia o información que delate un mal drenaje de la carretera?	
¿Existe evidencia o información de inundación de la calzada originada por los drenajes y los cursos de agua que cruzan o circulan cercanos a la carretera?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Condiciones climáticas	
¿Existen problemas de formación de hielo sobre la calzada?	
¿Existen obstrucciones sobre la calzada por acumulación de nieve, arena u otros elementos?	
¿Se forman bancos de neblina en algún tramo de la ruta?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Intersecciones	
¿El tamaño y ubicación de las señales permiten su visibilidad a una distancia adecuada tal que permita a los usuarios tomar decisiones con tiempo y del modo más seguro?	
¿Está claramente señalado el ingreso de las rutas secundarias a un camino de jerarquía superior y viceversa?	
¿Son las señales direccionales del tipo mapa?	
¿Existen elementos que obstaculicen las señales?	
¿está claramente señalizada, o influida por el diseño, una disminución de velocidad en los tramos en que sea requerido, por ejemplo; ramales o al llegar a un cruce?	
¿Existe una adecuada demarcación en las pistas de aceleración y frenado con flechas sobre la calzada que indique la dirección de la pista?	
¿son necesarias las pistas de aceleración o deceleración, y si fueron provistas cuentan con el radio adecuado?	
¿Son los ramales lo suficientemente amplios y diseñados para permitir una maniobra segura a los vehículos pesados, por ejemplo, camiones con acoplado?	
¿Existen obstrucciones temporales de la calzada? (Por ejemplo, paradas de buses a tomar o dejar pasajeros.)	
¿Existe algún acceso o intersección con una calle de servicio próxima al empalme?)	
¿Está iluminada la intersección?. Chequear Punto 1 de la lista Mobiliario y Servicio.	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Intersecciones a Nivel	
¿Es adecuado el flujo para una intersección de prioridad? (2.4.3.1/8)	
¿Cuentan con un diseño adecuado que incluya una mediana ancha y pistas de incorporación y de salida?	
¿Ayudaría un refugio central con señalización extra?	
¿Es visible la intersección desde cualquiera de las rutas que se cruzan a una distancia igual o superior a la distancia de parada?	
¿Existen elementos que obstaculicen la visibilidad de los vehículos que acceden a la carretera?	
¿Es necesario utilizar demarcación e islas para el paso de peatones? (en la vía secundaria)	
¿Es el sistema de iluminación es suficiente para hacer visibles a los peatones?. Chequear Punto 1 de la lista Mobiliario y Servicio.	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante.	
Intersecciones en Desnivel	
¿Existen problemas de encandilamiento? Chequear Punto 1 de la lista Mobiliario y Servicio.	
¿Se protege al usuario de un eventual impacto con los estribos?	
¿Se protege al usuario de un eventual impacto las cepas en la mediana?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Retornos y Giros a la izquierda.	
¿Está la posibilidad de esta maniobra claramente señalizada con la antelación suficiente y por separado?	
¿es consistente la demarcación con la señalización vertical?	

Descripción	S/N
El lugar en que se ha permitido esta maniobra ¿está ubicado de modo que asegure una distancia de visibilidad óptima?	
¿Algún poste, señal, árbol, etc. bloquea la visión del usuario mientras espera en la mediana para realizar la maniobra?	
¿Es lo suficientemente ancha la zona de espera en la mediana como para albergar camiones con acoplado?	
¿Se puede implementar un carril aislado exclusivo para esta maniobra?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Control de Accesos	
¿Existe un plan de control de accesos?	
¿Existen terrenos con acceso directo a la ruta?	
¿Es posible reducir el número de accesos?	
¿Es apropiada la ubicación de los accesos?	
¿Se han señalado adecuadamente?	
¿Se ha considerado la utilización de islas?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Control y Fiscalización	
¿Existe fiscalización sobre el uso de la faja fiscal respecto de construcciones, publicidad, accesos no autorizados que puedan interferir con la visibilidad o seguridad de los usuarios?	
¿Existen áreas residenciales construidas o en construcción que estén adyacentes a la vía?	
¿Existen problemas de fricción lateral como lanzamiento de piedras, robo de señales o defensas?. De existir investigar a que se deben, ¿Se requiere de un paso peatonal?, ¿Es necesario un cierre perimetral?, etc.	
¿Existen retornos no autorizados (giros en "U")?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Construcción de obras o labores en la vía	
¿Los métodos propuestos para él o los desvíos de tránsito presentan riesgos inherentes?	
¿Qué medidas pueden tomarse para minimizarlos?	
En tramos de dos pistas en las que una de las pistas este siendo utilizada, debe examinarse en extenso los siguientes puntos.	
¿Se convence a los automovilistas de que ya no están en una calzada de dos pistas, mediante el uso frecuente de señales, demarcación, defensas, etc.?	
¿Es de alto estándar la iluminación nocturna de las señales?	
¿Se está otorgando prevención donde ésta es necesaria?	
¿Se han tomado medidas especiales en la construcción de puentes de dos pistas?	
¿Se ha considerado que la demarcación provisoria deberá ser borrada?	
En los puntos de termino de un proyecto (especialmente cuando se pasa de dos pistas a una):	
¿La anticipación de la señalización es adecuada?	
¿Existen señales de no entrar al final de las dos pistas con tal de prevenir el flujo opuesto de vehículos?	
¿Se requiere el uso de delineadores o tambores de seguridad?	
¿Es adecuada la demarcación que lleva de dos pistas a una?	
¿Son continuas las líneas de borde?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Peatones	
¿Existen actividades que crean altos flujos peatonales, como colegios, centros turísticos, centros comerciales, en lados opuestos de la vía principal?	
¿Se encuentran conectados entre sí por medio de rutas peatonales continuas?	
¿En los paraderos de buses se ha considerado, en la ruta secundaria, la instalación de islas que faciliten y aseguren el flujo de peatones?	
¿El flujo de peatones que cruza la vía principal cuenta con una pasarela?	
¿Existe flujo de peatones o ciclistas en la vereda de algún puente en particular?	
¿Cuentan las pasarelas con una valla peatonal en la mediana?	
¿Existen fosos, sumideros u otros elementos que dificulten o puedan poner en peligro la integridad física de los peatones cerca de paraderos o áreas de descanso?	
¿Requiere el peatón cruzar más de dos pistas de tráfico a la vez antes de llegar a un lugar seguro?	
¿Están las demarcaciones en buen estado?	
¿Son claramente visibles?	
¿La demarcación es continua desde la vereda de origen hasta la vereda opuesta?	
¿Cuentan con iluminación y señalización apropiada?. Chequear el punto 1 de la lista de mobiliario y servicio y el punto 2 de elementos de seguridad)	
¿Existe flujo de escolares en horas punta? ¿Qué medidas se han tomado?	
Respecto de la pregunta anterior. ¿son las islas lo suficientemente grandes y con vallas peatonales adecuadas para el flujo de peatones en horas punta?	
¿Están las trayectorias peatonales claramente demarcadas?	
¿Dificultan la visibilidad o molestan al peatón las señales, postes, etc.?	

Descripción	S/N
¿Hay rebaje de la solera en los pasos peatonales y en los refugios?	
¿Pueden los conductores ver a los peatones en el refugio claramente?	
¿el sistema de iluminación cubre al área adyacente al cruce peatonal? Chequear Punto 1 de la lista Mobiliario y Servicio.	
¿Está iluminada la acera opuesta al refugio? Chequear Punto 1 de la lista Mobiliario y Servicio.	
¿Se ve el refugio al menos a una distancia de parada de 50 km/h?	
¿Existen zanjas, fosos o cunetas profundas en la ruta que los peatones utilizan para cruzar?	
¿pueden ser acomodados los rodados en la vereda y sobre los refugios (necesitan al menos de 1.5 m. de ancho)?	
¿Pueden los postes de las luminarias y cualquier señal distraer los conductores, en contra de resaltar la importancia de los peatones?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Pasarelas	
¿Están conectadas mediante aceras a los paraderos o a las áreas urbanas más próximas?. Comprobar que el acceso a la pasarela es adecuado.	
¿Se han tenido en consideración los niños, ancianos y minusválidos? Rampas en vez de escalas.	
¿Tienen una pendiente adecuada para los usuarios mayores?	
¿El ancho de la pasarela permite el cruce de rodados?	
¿Se han implementado vallas peatonales en la mediana para desincentivar el cruce de los peatones a través de la calzada?	
¿Cuentan con defensas adecuadas los pilares en los bordes del camino y la cepa en la mediana?	
¿Es necesario colocar una reja que evite el lanzamiento de piedras u otros objetos a la calzada?	
Si la zona es lluviosa ¿se ha incluido techumbre?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Ciclistas	
Si existen ciclistas en la ruta. ¿Permite la jerarquía de la ruta el tránsito de ellos por la berma o la calzada?	
De no ser así. ¿Qué medidas se han tomado?	
¿Se han tomado en cuenta las necesidades de cruce de los ciclistas en el diseño de las intersecciones?	
¿Existe una ciclovía por las calles de servicio?	
¿Pueden los ciclistas cruzar la calzada por las pasarelas peatonales?	
¿Pueden los ciclistas cruzar la calzada por los pasos inferiores en forma segura?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Paraderos de buses.	
¿Están bien ubicados?	
¿Están los paraderos de buses cerca de las pasarelas peatonales?	
¿Están los paraderos de buses ubicados después de las intersecciones y puntos de acceso a la calzada?	
¿Existen detenciones de buses sobre la berma para tomar o dejar pasajeros?	
¿Están los paraderos de buses de calzadas opuestas uno frente al otro?	
¿Están los paraderos de buses conectados mediante aceras peatonales al entorno urbano?	
¿Cuentan los paraderos de buses con un sistema de iluminación adecuado? Chequear Punto 1 de la lista Mobiliario y Servicio.	
¿Es necesario el uso de vallas peatonales para ordenar a los peatones en la zona de espera del paradero?	
¿Esta debidamente señalizado el paradero?	
En autopistas y rutas expresas. ¿Cuentan con una pista de acceso, zona de parada y pista de aceleración debidamente diseñada y claramente demarcada?	
¿Existe conocimiento de si el paradero se inunda durante la época de lluvias? ¿Es posible "levantarlo"?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Control y fiscalización	
¿Existen puntos de control fuera de la calzada?	
¿Las plazas de pesaje están adecuadamente señalizadas y separadas de las pistas principales?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante	
Defensas Camineras	
¿Están protegidas todas las áreas de riesgo?	
¿Están correctamente instaladas las defensas?	
¿Cumplen las barreras con niveles de contención, severidad y deformación adecuados?	
¿Están enterrados los terminales o con dispositivos amortiguadores de impacto de acuerdo a la necesidad?	
¿Cuentan con defensas todos los puntos duros en la mediana?	
¿Existen interrupciones en la defensa de la mediana? . Si existen ¿A que se deben?	
¿Están traslapadas estas interrupciones?	
¿Es adecuada el lapso con la que se reponen las defensas destruidas?	

Descripción	S/N
Señalización (pendiente)	
¿Son bastantes?, ¿son demasiadas?	
¿Está claramente indicada la pista en que cada conductor debe ir?	
Principalmente en enlaces o salidas de la carretera. ¿Se otorga información oportuna a los usuarios para navegar y elegir la pista que conduce a su destino?	
¿Las señales entregan mensajes claros y sencillos a los usuarios? Por ejemplo, iconos en vez de textos.	
¿Están correctamente ubicadas, sin obstruir la visibilidad?	
¿Son potencialmente confusas o engañosas?	
¿Es adecuada la señalización preventiva?	
¿Es adecuada la señalización reglamentaria?	
¿Es adecuada la señalización informativa?	
¿Es necesario realizar cambios a la señalización?	
¿Existen obstáculos (árboles, luminarias, señales, paraderos, etc.) que impidan la visión de las señales o delineadores ?	
Demarcación	
¿La textura de la superficie ayuda a la visibilidad de los conductores en condición de lluvia?	
¿Existen demarcaciones que deban ser borradas? ¿Se necesita pulir?	
¿Es satisfactoria la demarcación del camino?, ¿refuerza la señalización?	
¿Es adecuado el contraste de la marca vial con el pavimento en los sectores con iluminación?	
¿Es adecuado la retrorreflexión y el ancho de las líneas de centro en tramos no iluminados?	
¿Es adecuado la retrorreflexión y el ancho de las líneas de borde en tramos no iluminados?	
¿Cumplen las marcas viales con la resistencia al resbalamiento mínima?	
Delineadores	
¿Cuentan todas las curvas horizontales, que no se encuentran iluminadas, con al menos tres delineadores direccionales?	
¿Son elementos franqueables?	
¿Presentan resistencia al vandalismo y al mal tiempo?	
¿Se mantienen limpios?	
Tachas	
¿Cuentan con una adecuada retroreflectancia?	
¿Puede su ubicación ocasionar problemas a vehículos de dos ruedas?	
¿Están todas? ¿Faltan?	
¿Se conoce su fecha de instalación y su marca? ¿Han cumplido su tiempo de vida?	
En curvas ¿Existen al menos tres consecutivas?	
Iluminación	
¿Existen postes de luminarias cercanos a la calzada que puedan constituir un elemento de riesgo? Especialmente en accesos e intersecciones. ¿La ubicación de los postes dificulta la visión de los conductores?	
¿La iluminación es uniforme?	
¿Existen problemas de encandilamiento al llegar a un enlace o singularidad importante?	
¿Están iluminadas las pasarelas peatonales?	
¿Están iluminados los paraderos de buses?	
¿Están iluminados los cruces peatonales?	
¿Hay zonas de riesgo que no estén iluminadas?	
¿El sistema de iluminación es el más eficiente?	
¿La ubicación de cajas, pilares, postes, casetas de inspección esta en lugares seguros y con barreras de ser necesarias (existe acceso para la mantención)?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante.	
Áreas verdes	
¿Existe conflicto entre las áreas verdes y los requerimientos de visibilidad?	
¿Se ha considerado la altura final de crecimiento de las especies plantadas, las potenciales obstrucciones de visibilidad para los peatones, y el potencial objeto de colisión que pueden llegar a ser los árboles?	
¿Puede realizarse la mantención de las áreas verdes en forma segura?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante.	
Servicios	
En los centros de servicio. ¿Se encuentran los estacionamientos ubicados lejos de las áreas de juegos infantiles?	
¿Existen zonas de descanso?	
¿Existen estacionamientos y zonas de servicio para camiones?	
¿Existe un sistema de vigilancia en la ruta? ¿es adecuada la frecuencia de estos equipos para la ruta?	
¿Existe un plan coordinado de emergencias entre bomberos, ambulancias y carabineros? En el caso de túneles este punto es de vital importancia.	
¿Existen los elementos médicos para otorgar atención primaria a los accidentados?	

Descripción	S/N
¿Existen barreras móviles en la mediana? ¿Funciona el sistema?	
¿El equipo de vigilancia monitorea bajo condiciones climáticas adversas, la presencia de escarcha (en horas de la madrugada) o inicio de inundación de la calzada u otras consecuencias negativas del clima?	
¿Se conocen los puntos en que frecuentemente existen estos problemas? ¿Qué medidas se toman para palearlos?	
Teléfonos de Emergencia	
¿Están ubicados en las distancias proyectadas?	
¿Es necesario implementar más?	
¿Se ubican uno frente a otro en calzadas opuestas?	
¿Funcionan correctamente bajo condiciones climáticas adversas?	
¿Están adecuadamente protegidos con defensas camineras?	
¿Cuentan con zona de estacionamiento?	
¿Están iluminados?	
¿Conocen los usuarios de su utilización y existencia?	
¿Cómo funciona el sistema de recepción de llamadas?	
¿Quedan grabadas las llamadas?	
¿Funciona las 24 horas?	
¿Se coordinan con vigilancia, carabineros, etc.?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante.	
Zonas de descanso	
¿Los usuarios se estacionan en la berma por falta de estacionamientos, zonas de descanso o miradores?	
¿Se han considerado zonas de descanso diseñadas para vehículos pesados al llegar a centros urbanos?	
Otros chequeos de acuerdo al criterio del auditor o mandante.	

ÍNDICE DE CONTENIDO

6.	FACILIDADES PARA PEATONES Y BICICLETAS.....	6-1
6.1	INTRODUCCIÓN.....	6-1
6.2	FACILIDADES PEATONALES.....	6-1
6.2.1	Clasificación.....	6-1
6.2.1.1	Isla o refugio peatonal.....	6-1
6.2.1.2	Paso cebra.....	6-1
6.2.1.3	Paso peatonal regulado por semáforo.....	6-1
6.2.1.4	Paso peatonal a desnivel.....	6-2
6.2.2	Características físicas.....	6-2
6.2.2.1	Isla peatonal.....	6-2
6.2.2.2	Paso cebra.....	6-2
6.2.2.3	Paso cebra en tramo de vía.....	6-2
6.2.2.4	Paso cebra en cruce.....	6-6
6.2.2.5	Paso peatonal regulado por semáforo.....	6-6
6.2.2.6	Paso peatonal a desnivel.....	6-9
6.2.2.7	Requerimientos complementarios.....	6-10
6.2.3	Emplazamiento.....	6-11
6.2.3.1	Consideraciones en cuanto a los tipos de vías.....	6-11
6.2.3.2	Red sincronizada de semáforos.....	6-11
6.2.3.3	Distancia entre facilidades peatonales.....	6-11
6.2.3.4	Consideraciones en cuanto a la visibilidad.....	6-11
6.2.3.5	Ubicación en relación a paradas y zonas de estacionamiento.....	6-12
6.3	FACILIDADES PARA CICLISTAS.....	6-16
6.3.1	Definiciones.....	6-16
6.3.1.1	Ciclovía.....	6-16
6.3.1.2	Ciclobanda.....	6-16
6.3.1.3	Ciclocalle.....	6-17
6.3.2	Señales verticales.....	6-17
6.3.2.1	Forma y color.....	6-17
6.3.2.2	Tamaño.....	6-17
6.3.2.3	Emplazamiento.....	6-18
6.3.2.4	Retroreflexión e Iluminación.....	6-18
6.3.2.5	Señales reglamentarias.....	6-18
6.3.2.6	Señales de prioridad.....	6-19
6.3.2.7	Prohibición de circulación de bicicletas.....	6-21
6.3.3	Señales de advertencia de peligro.....	6-25
6.3.4	Señales informativas.....	6-26
6.3.5	Mensaje.....	6-27
6.3.5.1	Leyenda.....	6-28
6.3.5.2	Flechas.....	6-28
6.3.5.3	Tamaño y diagramación.....	6-28
6.3.5.4	Emplazamiento.....	6-29
6.3.5.5	Señales informativas de identificación de ciclorutas y destinos.....	6-29
6.3.5.6	Otras señales informativas.....	6-31
6.3.6	Demarcaciones.....	6-32
6.3.6.1	Emplazamiento.....	6-32
6.3.6.2	Dimensiones.....	6-32
6.3.6.3	Retroreflexión.....	6-33
6.3.6.4	Color.....	6-33
6.3.6.5	Otras características.....	6-33
6.3.6.6	Líneas longitudinales.....	6-33
6.3.6.7	Líneas longitudinales para ciclovías.....	6-33
6.3.6.8	Líneas longitudinales para ciclobandas.....	6-35
6.3.6.9	Líneas transversales.....	6-36
6.3.6.10	Símbolos y leyendas.....	6-38
6.3.6.11	Demarcación de tránsito divergente y convergente.....	6-45
6.4	SEMÁFOROS EN CICLORUTAS.....	6-46
6.5	SEÑALES ESPECIALES PARA CRUCES CON CICLOVÍAS.....	6-47
6.5.1	Luces.....	6-47
6.5.2	Bandas alertadoras.....	6-47
6.6	CONTROL DE TRÁNSITO EN ZONAS ESCOLARES.....	6-48
6.6.1	Vallas peatonales.....	6-48
6.6.2	Visibilidad de escolares.....	6-50
6.6.3	Demarcación complementaria.....	6-50

6. FACILIDADES PARA PEATONES Y BICICLETAS

6.1 INTRODUCCIÓN

Esta sección se refiere a las facilidades explícitas que deben habilitarse en las vías públicas para permitir que los peatones y las bicicletas puedan cruzar las calzadas en adecuadas condiciones de seguridad cuando existen riesgos para realizar dicha maniobra. Se describe la función y características de las facilidades, así como los criterios técnicos a considerar para su provisión.

Además de las especificaciones establecidas en esta sección para la señalización vertical y horizontal de las facilidades, ésta debe cumplir con las exigencias consignadas en los Capítulos 1 y 2 de este volumen.

Sin perjuicio de los criterios que aquí se entregan para la habilitación de facilidades peatonales, es importante mencionar que en muchas ocasiones, al intentar resolver un problema puntual de cruce de peatones, debiera aprovecharse la oportunidad - si fuera el caso - para efectuar un análisis integral de toda el área en las inmediaciones del lugar en estudio y evaluar la conveniencia de tornar el tránsito vehicular por ella menos agresivo para los peatones, "calmándolo" mediante estrechamientos de calzada, transferencia de espacios utilizados como estacionamientos a veredas, instalación de resaltos, u otros. Este tipo de medidas permite mejorar las condiciones de tránsito de los peatones en áreas más extensas que las que son influenciadas por la introducción de mejoras como las analizadas en este Capítulo.

La principal función de las facilidades explícitas es dar seguridad a los peatones o bicicletas que desean cruzar la vía en una sección determinada, reduciendo y previniendo los riesgos de accidentes, en particular de atropellos, y reduciendo las demoras que se experimenten al cruzar.

Lo anterior puede lograrse:

- evitando que los peatones o bicicletas enfrenten más de un flujo de tránsito y/o que crucen más de 2 pistas de circulación de una sola vez,
- otorgándoles derecho a paso sobre la calzada en forma permanente o durante un lapso de tiempo, o bien,
- proporcionándoles una ruta alternativa, segregada del tránsito de vehículos motorizados, de modo de eliminar todo conflicto con éstos últimos.

6.2 FACILIDADES PEATONALES

6.2.1 Clasificación

Las facilidades peatonales explícitas se clasifican en

6.2.1.1 Isla o refugio peatonal

Zona de protección para los peatones instalada generalmente en la parte central de la calzada, con el objeto de posibilitar el cruce de una vía en 2 etapas. Para los efectos de este Manual, cuando la zona de protección forme parte de un paso peatonal sin constituir por sí sola una facilidad peatonal, y su superficie sea significativamente mayor que la de una isla convencional, se le denominará refugio.

6.2.1.2 Paso cebra

Senda demarcada en la calzada, normalmente perpendicular al eje de ésta y eventualmente a nivel de la acera, en la cual los peatones tienen prioridad permanente sobre los vehículos que se aproximan a ella. Esto es, los vehículos siempre deben detenerse cuando el peatón accede al Paso Cebra.

6.2.1.3 Paso peatonal regulado por semáforo

Senda demarcada en la calzada, generalmente perpendicular al eje de ésta, respecto de la cual un semáforo reparte alternadamente el derecho a paso entre peatones y vehículos. La senda peatonal puede ser cruzada por vehículos sólo cuando éstos enfrenten luz verde, debiendo ceder el paso a los peatones que ingresaron a ella antes del inicio de dicha luz y/o a los que cruzan enfrentando también una luz verde. Se ubican en cruces semaforizados -en ocasiones,

levemente alejados de la intersección- o en tramos de vía. En estos últimos, el semáforo otorga una fase exclusiva para los peatones. En el primer caso, esto es, cuando el semáforo atiende a la necesidad de regular la circulación de vehículos en un cruce, su instalación responde a los criterios contenidos en el Capítulo 3 de este Volumen.

6.2.1.4 Paso peatonal a desnivel

Estructura elevada sobre el nivel de la calzada, comúnmente denominada "Pasarela", o paso bajo la calzada (túnel), que posibilita cruzar la vía sin que haya interferencia alguna entre vehículos y peatones. Se habilitan generalmente en autopistas y autovías, pudiendo usarse también en otras vías donde los vehículos circulan a altas velocidades y/o el flujo vehicular es muy elevado, o donde se registran atropellos frecuentemente.

También, especialmente en vías que concentran altos flujos peatonales, la autoridad puede privilegiar la circulación de éstos a lo largo de ellas mediante la no interrupción de aceras en los cruces, debiendo los vehículos subir una leve pendiente para cruzarlas. La implantación de esta medida responde en general a proyectos urbanísticos, por lo que no es abordada en esta sección, aun cuando constituye evidentemente una facilidad peatonal. De igual modo, tampoco este capítulo es aplicable a los pasos peatonales - semaforizados o no - que se emplazan en vías destinadas exclusivamente al tránsito de peatones, ni cuando en un proyecto de diseño y gestión vial urbana la zona de la calzada compartida por vehículos y peatones es a nivel de acera, siendo su superficie marcadamente distinta de la del resto de las calzadas.

6.2.2 Características físicas

6.2.2.1 Isla peatonal

Las islas peatonales deben tener como mínimo 1,2 m de ancho, de modo que puedan alojar con seguridad a los peatones que esperan para cruzar la segunda etapa de la calzada, evitando que los espejos retrovisores exteriores de vehículos puedan lesionarlos. Excepcionalmente, el ancho puede ser reducido a 0,80 m, en cuyo caso, mediante demarcación, debe aumentarse ficticiamente el ancho a 1,2 m. Además, deben ser diseñadas de manera que:

- den un adecuado refugio a peatones y a personas que se desplazan en sillas de ruedas o con coches;
- no impongan desniveles difíciles de sortear por personas con discapacidad física, coches y otros;
- posean iluminación y/o señalización vertical y horizontal que permita una apropiada visibilidad de la facilidad en la noche y en otros períodos de baja luminosidad, y
- cuenten con dispositivos - claramente visibles para los peatones - que impidan que el espacio destinado a éstos sea usado por vehículos, cuando sus dimensiones lo permitan.

A modo de ejemplo, en la Figura 6.2-1 se muestran diseños tipo de estas facilidades.

6.2.2.2 Paso cebra

Las características de los Pasos Cebra difieren según éstos se encuentren ubicados en tramos de vía, o bien, en cruces o muy próximos a éstos. Para estos efectos, se entiende que un Paso Cebra se encuentra en un tramo de vía cuando entre él y la intersección más próxima existe a lo menos una distancia de 30 metros, o cuando en una intersección en T, se ubica en la vía que no comienza y/o termina ahí.

6.2.2.3 Paso cebra en tramo de vía

Esta facilidad peatonal se caracteriza por demarcaciones y por señales verticales y luminosas, según se describe a continuación:

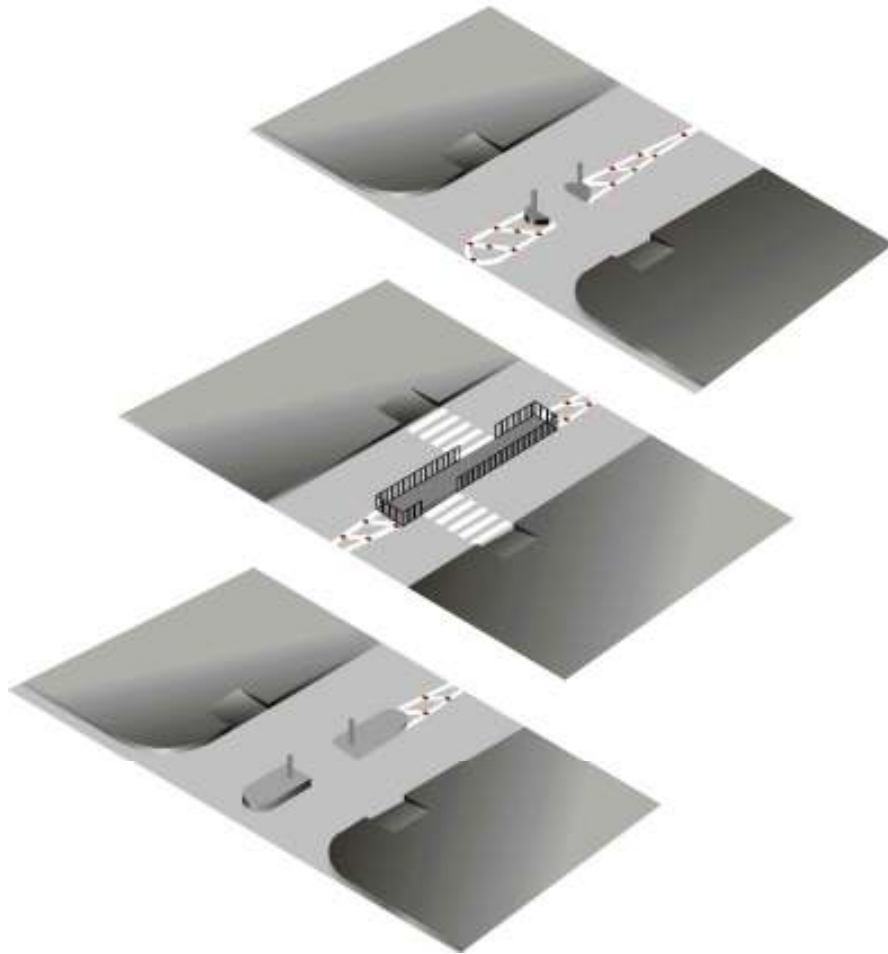


FIGURA 6.2-1 EJEMPLO TIPO DE ISLAS PEATONALES

a. Demarcación

i. *Bandas blancas*

La senda peatonal correspondiente a la zona de la calzada donde el peatón tiene derecho preferente de paso en relación a los vehículos está formada por bandas blancas, paralelas al eje de calzada. El ancho de cada banda puede variar entre 50 y 70 cm. debiendo estar separadas entre sí por una distancia al menos igual al ancho de ellas. En todo caso, el ancho total de una banda más la brecha que le sigue debe variar entre 1,0 y 1,4 m. El borde de la banda más cercana a cada lado de la solera debe ubicarse aproximadamente a 50 cm. de ésta.

El ancho mínimo de la senda definida por las bandas paralelas debe ser de 4 m. Excepcionalmente, y sólo cuando existan elementos no removibles, como árboles o postes, que impidan disponer de dicho ancho libre de obstáculos, éste podrá ser reducido levemente.

ii. *Línea de detención*

Indica a los conductores que enfrentan un Paso Cebra, el lugar más próximo a la senda peatonal donde los vehículos deben detenerse cuando uno o más peatones han accedido a ésta. Debe ubicarse entre 1 y 2 m antes de las bandas blancas referidas (en la letra i) anterior.

Es de color blanco y de un ancho mínimo de 20 cm.

iii. *Líneas zig-zag*

Estas líneas advierten a los conductores la proximidad de un Paso Cebra. Se deben demarcar desde 20 m antes de la línea de detención delineando las pistas de circulación.

Son blancas y se construyen según lo indicado en la Figura 6.2-2

iv. Demarcación de advertencia de paso cebra

Esta demarcación se utiliza como complemento de la señal PROXIMIDAD PASO CEBRA Figura 6.2-3, debiendo ubicarse junto a ésta y en cada una de las pistas en que la circulación se dirige hacia la facilidad peatonal. Su uso es opcional cuando el paso peatonal cuenta con balizas. Su color de fondo es amarillo con el símbolo en negro. Las dimensiones de esta señal horizontal se muestran en la Figura 6.2-3.

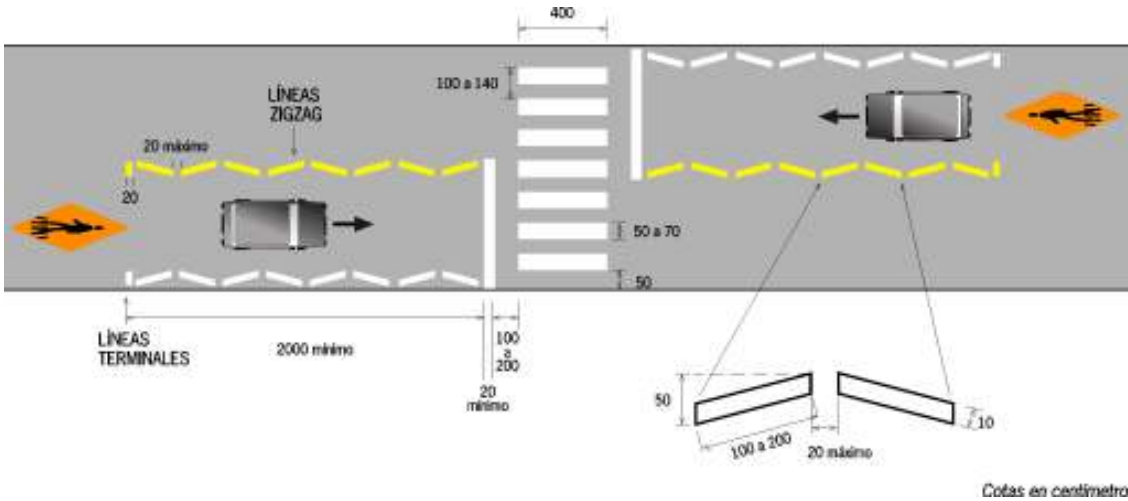


FIGURA 6.2-2 DEMARCACIÓN LÍNEAS DE ZIG-ZAG (cm)

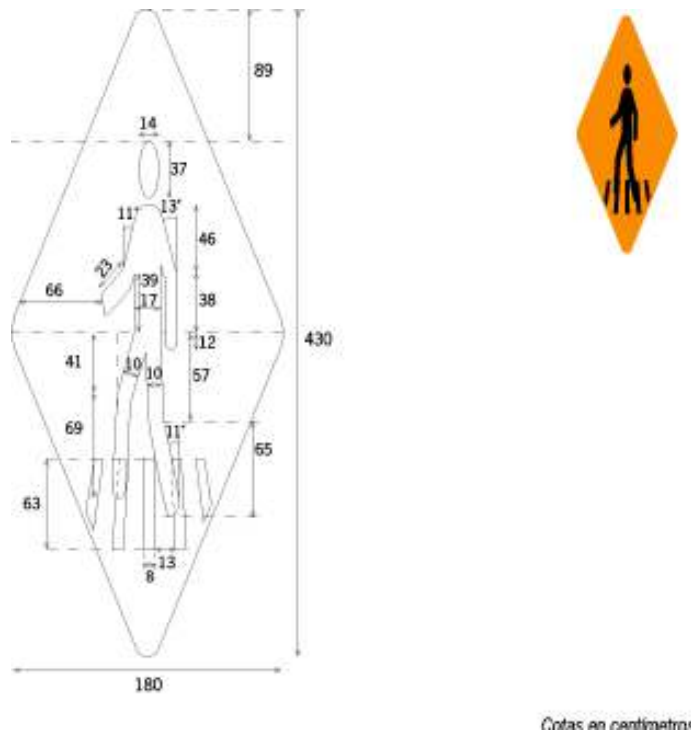


FIGURA 6.2-3 SEÑAL PROXIMIDAD PASO CEBRA (cm)

b. Señalización vertical y luminosa

i. Señal proximidad de paso cebra (SP-67)

Esta señal preventiva debe instalarse para reforzar la advertencia sobre la proximidad del Paso Cebra. Se debe ubicar poco antes de donde se inician las líneas zigzag. En calzadas unidireccionales debe ser instalada a ambos costados de la calzada.

Las características de esta señal se basan en la señal SP-52 descrita en el Capítulo 1 de este volumen. Sin embargo, dada la necesidad de reforzar su mensaje, debe ser confeccionada con material de color amarillo - o amarillo limón - retrorreflectante y

fluorescente a la vez. La fluorescencia permite destacarla durante el día en toda condición, cuando los vehículos circulan con sus luces apagadas.

La fluorescencia es una característica que debe ser garantizada por el fabricante de la señal.

ii. Balizas iluminadas

En ambos costados de la calzada, en las aceras, entre la línea de detención y la senda peatonal, deberá instalarse una baliza iluminada de color ámbar que emita luz intermitente.

Tratándose de vías bidireccionales de 2 pistas por sentidos de circulación en las que existe una isla o refugio peatonal, una tercera baliza deberá instalarse en la isla o refugio. Ello, en todo caso, también es recomendable cuando haya una sola pista por sentido de circulación.

Excepcionalmente, en casos justificados y previa autorización de la autoridad competente, en reemplazo de las balizas podrá instalarse una reiteración de la señal fluorescente PROXIMIDAD DE PASO CEBRA Figura 6.2-4, a la cual deberá agregarse una placa adicional conteniendo una flecha inclinada apuntando al paso peatonal. En vías de calzada bidireccional esta señal con la placa adicional sólo se ubicará al costado derecho según el sentido del tránsito, a menos que exista una isla o refugio peatonal, en cuyo caso la señal deberá ser reiterada sobre la isla o refugio enfrentando al flujo vehicular.

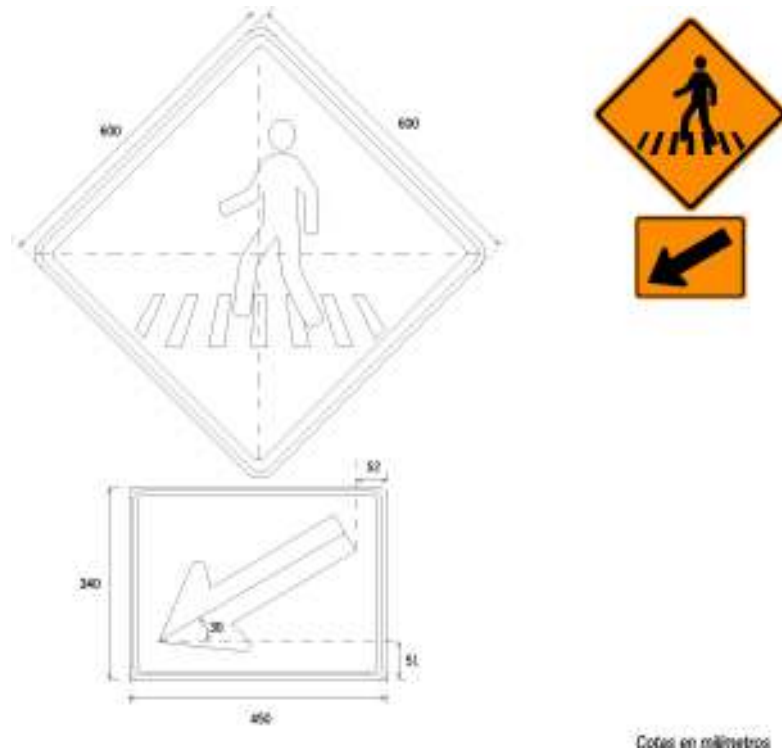


FIGURA 6.2-4 SEÑAL PROXIMIDAD PASO CEBRA CON PLACA ADICIONAL (cm)

Cuando no se instalen balizas será obligatoria la demarcación de advertencia de Paso Cebra en cada una de las pistas de circulación en dirección a la facilidad peatonal, conforme a lo expresado (en el párrafo 6.2.2.3, acápite iv).

Las características de la baliza se señalan en Anexo C.

iii. Señal informativa para peatones

En algunas ocasiones puede resultar conveniente complementar la señalización del Paso Cebra con una señal informativa, dirigida a los peatones, que indique a éstos la presencia de un paso de peatones por donde debe efectuarse el cruce. Ésta debe ser de color de fondo verde y tanto la leyenda que contenga como la flecha que apunte en la dirección del paso peatonal deben ser de color blanco. Su diseño y dimensiones mínimas se muestran en Anexo C. La ubicación y orientación de esta señal dependerá de las condiciones del lugar donde ella sea necesaria, pudiendo incluso estar adosada a vallas peatonales instaladas con el propósito de encauzar el flujo peatonal.

A esta señal no le es aplicable el requisito de retrorreflexión con que deben cumplir las señales de tránsito en general.

La Figura 6.2-5 muestra un Paso Cebra emplazado en tramo de vía.



FIGURA 6.2-5 PASO CEBRA

6.2.2.4 Paso cebra en cruce

Los Pasos Cebra emplazados en cruces o muy próximos a éstos se caracterizan sólo por la demarcación de las bandas blancas referidas (en el párrafo 6.2.2.3, acápite i). No obstante, opcionalmente pueden complementarse con las demás demarcaciones y señales verticales y luminosas previstas para los pasos ubicados en tramos de vía.

En los cruces la senda peatonal debe ser, en general, perpendicular al eje de calzada. Sin embargo, cuando existen desalineamientos geométricos, puede no serlo.

6.2.2.5 Paso peatonal regulado por semáforo

Esta facilidad peatonal se caracteriza por las siguientes demarcaciones y señales luminosas:

a. Demarcación

i. Líneas continuas

La senda peatonal correspondiente a la zona de la calzada por donde los peatones deben cruzar cuando el semáforo les asigna derecho de paso debe delimitarse con 2 líneas continuas paralelas de color blanco. El ancho de éstas puede variar entre 20 cm. y 50 cm. Excepcionalmente, en vías que presentan desalineamientos geométricos las líneas pueden ser levemente no perpendiculares al eje de calzada.

El ancho mínimo de la senda o paso peatonal queda determinado por el flujo peatonal, según se muestra en la Tabla 6.2-1.

TABLA 6.2-1 ANCHO MÍNIMO PASO PEATONAL SEMAFORIZADO

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

Para efectos de la tabla anterior, el flujo peatonal debe determinarse como el promedio aritmético de las 4 horas de mayor demanda peatonal, considerando los dos sentidos de circulación.

En estos conteos se deben considerar todos los peatones que cruzan la calzada en un área que se extiende, como máximo, 50 m a cada lado de la localización estudiada, en vías urbanas, y 100 m a cada lado de dicha localización en vías rurales.

ii. Línea de detención

Esta línea indica a los conductores que enfrentan la luz roja del semáforo, el lugar más próximo a la senda peatonal donde el vehículo debe detenerse. Es de color blanco y debe ubicarse entre 1 m y 2 m antes del borde de las bandas que definen dicha senda. Su ancho puede variar entre 20 cm. y 30 cm., no pudiendo exceder al de las líneas que delimitan la senda peatonal.

Las Figura 6.2-6 y Figura 6.2-7 muestran la demarcación de Pasos Peatonales regulados por Semáforo.

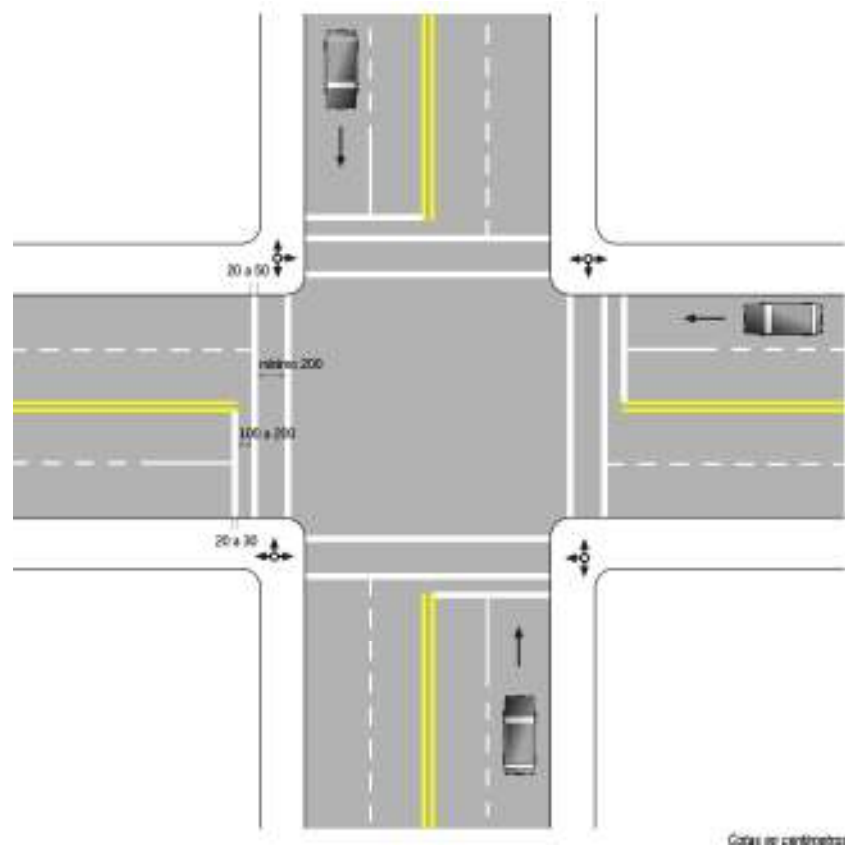


FIGURA 6.2-6 DEMARCACIÓN PASO PEATONAL REGULADO POR SEMÁFORO EN ESQUINA (cm)

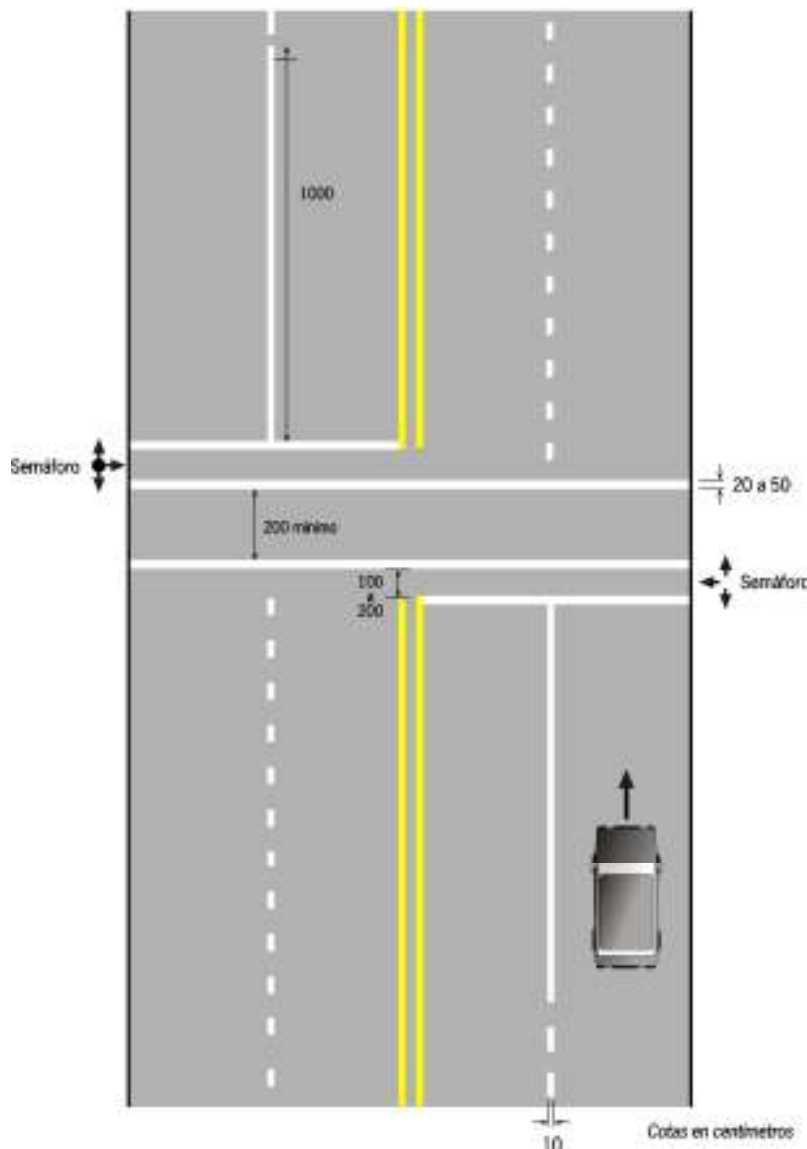


FIGURA 6.2-7 DEMARCACIÓN PASO PEATONAL REGULADO POR SEMÁFORO EN TRAMO DE VÍA (cm)

b. Señalización vertical

i. Señales luminosas

Todos los flujos peatonales deben enfrentar a lo menos una lámpara de semáforo peatonal. Las especificaciones de éstas y su sistema de control se detallan en el Capítulo 3 de este Volumen.

ii. Señal proximidad de semáforo (SP-34)

Esta señal se debe utilizar para advertir a los conductores la proximidad de un semáforo, cuando éste constituye un caso puntual y aislado, o cuando, por razones de visibilidad, pueda representar una situación inesperada para los conductores.

iii. Señal informativa para peatones

En algunas ocasiones puede resultar conveniente complementar la señalización de Paso Peatonal con una señal informativa, dirigida a los peatones, que indique a éstos por donde debe efectuarse el cruce. Ésta debe ser de color de fondo verde y tanto la leyenda que contenga como la flecha que apunte en la dirección del paso peatonal deben ser de color blanco. Su diseño y dimensiones mínimas se muestran en Anexo D.

La ubicación y orientación de esta señal dependerá de las condiciones del lugar donde ella se requiera, pudiendo incluso estar adosada a vallas peatonales instaladas con el propósito de encauzar el flujo peatonal.

A esta señal no le es aplicable el requisito de retrorreflexión con que deben cumplir las señales de tránsito en general.

La Figura 6.2-8 muestra un Paso Peatonal Regulado por Semáforo emplazado en un tramo de vía.

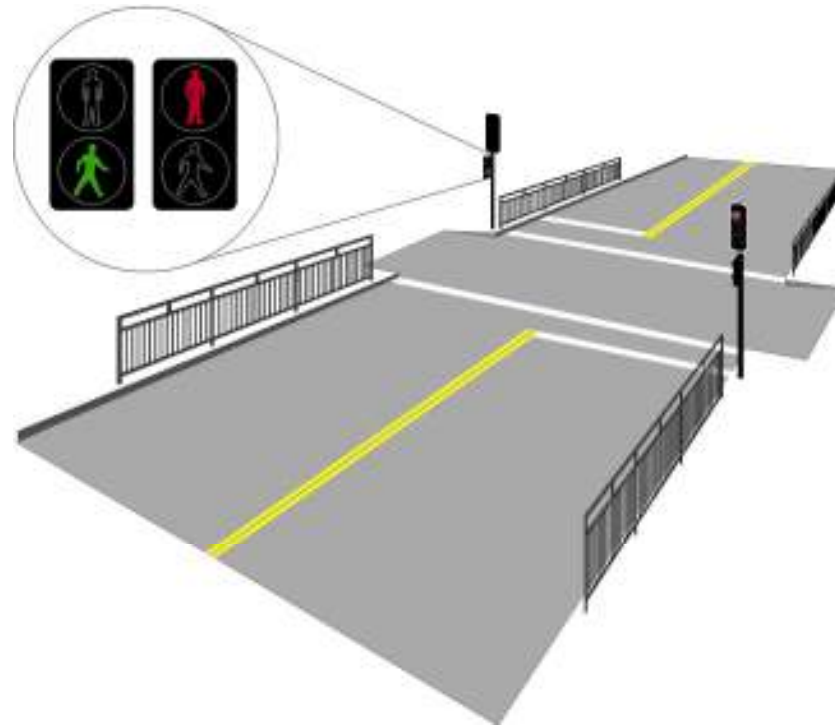


FIGURA 6.2-8 PASO PEATONAL REGULADO POR SEMÁFORO EMPLAZADO EN TRAMO DE VÍA

6.2.2.6 Paso peatonal a desnivel

El diseño de una pasarela peatonal o paso peatonal bajo nivel (túnel) debe ceñirse a las especificaciones elaboradas por la autoridad con competencia en la vía sobre la cual la facilidad se provea. No obstante, deben considerarse las siguientes recomendaciones:

- Que se ubiquen lo más cerca posible del lugar donde se concentran los mayores flujos de peatones;
- Que el cruce en la superficie, en las proximidades del paso a desnivel y bajo o sobre éste, según sea el caso, esté impedido por rejas u otros dispositivos de segregación;
- Que no existan otras facilidades peatonales a menos de 80 m del lugar donde ésta se ubique;
- Que sus entradas y salidas sean claramente distinguibles y accesibles para los peatones;
- Que cuenten con adecuada iluminación;
- Que el cálculo del área libre en cada acceso/egreso considere una densidad máxima de 5 peatones por metro cuadrado;
- Cuando se trate de pasarelas, se privilegie que estas posean rampas en lugar de escaleras, y
- Cuando se trate de túneles, que sus salidas puedan ser visualizadas desde las entradas a ellos.

En la Figura 6.2-9 se muestran ejemplos de este tipo de facilidades peatonales.



FIGURA 6.2-9 EJEMPLO DE DISEÑO DE PASARELA PEATONAL A DESNIVEL

El diseño de una pasarela peatonal o paso peatonal bajo nivel (túnel) emplazado en área privada necesariamente debe ceñirse al diseño arquitectónico del entorno. No obstante, deben considerarse las siguientes recomendaciones:

- Que los ingresos/egresos comiencen desde dentro de la edificación privada (Centro Comercial, etc.);
- Que las facilidades para lograr el nivel de altura requerido se ubiquen dentro de la edificación privada y como parte del circuito comercial de ésta edificación;
- Que idealmente el cruce sea parte íntegra del diseño urbanístico de los paseos interiores de la edificación, manteniendo su estilo arquitectónico.

6.2.2.7 Requerimientos complementarios

a. Señal velocidad máxima

Al proveerse un Paso Cebra -en un tramo de vía, en la proximidad de un cruce o en un cruce mismo- es importante tener en cuenta que éste requiere que la velocidad de operación en el lugar en que se proyecte su emplazamiento no sea superior a 50 km/h. Esto, eventualmente, puede requerir modificaciones del diseño de la vía y la instalación de la señal Vertical VELOCIDAD MÁXIMA (SR-30).

b. Restricción de largo

El largo de un Paso Cebra no debe exceder de 2 pistas de circulación o de 8 metros. Si el ancho de la calzada es mayor, obligatoriamente debe instalarse una isla o refugio peatonal que permita a los peatones cruzarla en etapas.

c. Elevación del paso de cebra a nivel de aceras

Se recomienda que los Pasos Cebra sean a nivel de la acera (tipo resalto plano), cuando el flujo peatonal sea superior al flujo vehicular. De igual modo es recomendable que sean a nivel de acera cuando se encuentren emplazados cerca de las salidas de establecimientos educacionales.

Los Pasos Cebra a nivel de acera no requerirán ser advertidos a los conductores con la señal de advertencia de peligro RESALTO (SP-14) - contemplada en el Capítulo 1 de este Manual -, ni con las demarcaciones a que se refiere la normativa que reglamenta la instalación, diseño y señalización de resaltos reductores de velocidad, con la excepción de los 2 triángulos isósceles de color blanco que deberán enfrentar la circulación de cada pista. (Ver 2.9.1.2, Capítulo 2, Señalización de Tránsito Horizontal)

6.2.3 Emplazamiento

Las facilidades peatonales explícitas se proveen con la finalidad de mejorar las condiciones de seguridad para los peatones sin producir demoras excesivas al tráfico. Esto se logra sólo en la medida que su localización atraiga el máximo número de peatones, los que de otra forma cruzan la calzada desordenadamente. Por ello, debe prestarse especial atención para que queden localizadas adecuadamente con respecto a las rutas empleadas por los peatones. Además, deben instalarse de manera que los conductores las reconozcan oportunamente para que puedan detenerse ante ellas en forma segura.

6.2.3.1 Consideraciones en cuanto a los tipos de vías

Las islas peatonales y los Pasos Cebra deben ubicarse sólo en vías donde la velocidad de operación sea igual o inferior a 50 Km. /h. Los Pasos Peatonales Regulados por Semáforo pueden ubicarse tanto en éstas como en vías convencionales donde se registren velocidades de operación superiores.

Los Pasos Peatonales a Desnivel deben proveerse en autopistas y autovías. También pueden ser convenientes en vías convencionales con elevados flujos vehiculares y/o velocidades altas de circulación.

6.2.3.2 Red sincronizada de semáforos

En vías sobre la cual opere una red coordinada o sincronizada de semáforos no deben instalarse Pasos Cebra, debiendo estos ser reemplazados por Pasos Peatonales Regulados por Semáforos.

6.2.3.3 Distancia entre facilidades peatonales

Exceptuadas las facilidades peatonales ubicadas en cruces de calles y las islas peatonales, la distancia entre facilidades peatonales en una misma vía debe ser a lo menos de 80 m, es decir, entre una facilidad provista en un tramo de vía - paso cebra o semáforo peatonal - y cualquiera otra de éstas, debe mediar una distancia mínima de 80 m.

6.2.3.4 Consideraciones en cuanto a la visibilidad

En general, las facilidades peatonales deben ubicarse de modo que tanto ellas como quienes las utilicen sean oportunamente percibidos por los conductores. Por tal razón, su emplazamiento debe considerar, entre otros, la existencia de pendientes y curvas, y la presencia de paradas de buses así como de vehículos estacionados, que puedan impedir tal visibilidad.

Con la excepción de los pasos a desnivel y los pasos regulados por semáforos en intersecciones, las demás facilidades peatonales deben ubicarse siempre antes de una parada de locomoción colectiva. También deben ubicarse antes de una zona en la que se permita el estacionamiento en la calzada, a menos que se hayan habilitado bahías o penínsulas que aseguren la visibilidad de sus accesos.

La Figura 6.2-10 muestra esquemas de emplazamiento de una facilidad peatonal en estas situaciones.

Similarmente, con el propósito de garantizar la adecuada y oportuna visibilidad de las facilidades peatonales, éstas no deben ubicarse a menos de 50 m de la cima de una cuesta con pendiente superior al 10% ni de la salida de una curva cerrada. Dicha distancia debe ser aún mayor, si se trata de un paso peatonal semaforizado y la velocidad en el sector es de 60 Km. /h o superior, debiendo, en todo caso, instalarse con anticipación la señal de advertencia de peligro PROXIMIDAD DE SEMÁFORO (SP-34) referida en el Capítulo 1 de este Volumen.

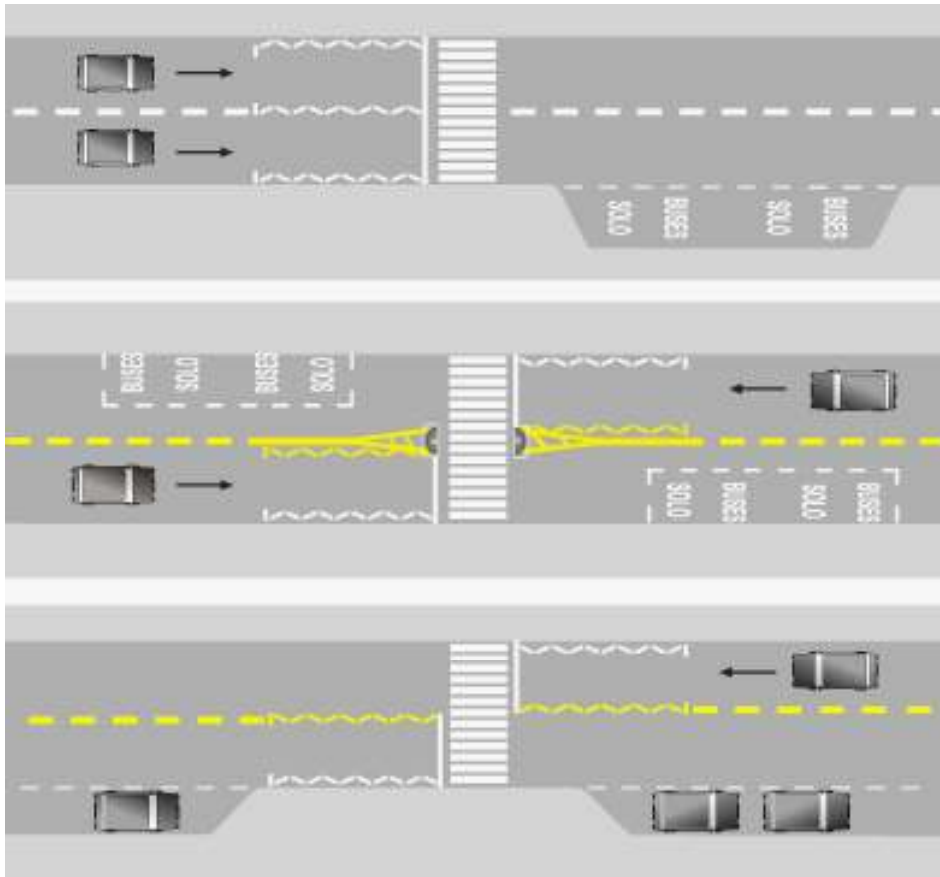


FIGURA 6.2-10 ESQUEMAS DE EMPLAZAMIENTO DE FACILIDADES PEATONALES

6.2.3.5 Ubicación en relación a paradas y zonas de estacionamiento

a. Pasos cebra

La ubicación de Pasos Cebra próximos a una intersección no regulada, debe considerar tanto el impacto de la facilidad en la operación del cruce, como el patrón de comportamiento de los peatones en el área. Los movimientos vehiculares, la distribución de flujos y las características físicas y geométricas del cruce son factores a considerar al definir la mejor ubicación de dicha facilidad peatonal.

No obstante, se recomienda lo siguiente:

- No ubicar Pasos Cebra en todos los accesos y salidas de una intersección, ya que es probable que el conductor deba detenerse dos veces seguidas, lo que además de dificultar la operación, puede deteriorar la seguridad de los peatones.
- En vías unidireccionales así como en las bidireccionales susceptibles de ser asistidas con una isla peatonal, que cuentan con flujos vehiculares provenientes del cruce, y a fin de evitar que los vehículos que requieran detenerse ante la facilidad peatonal obstaculicen la circulación en él, ubicar los Pasos Cebra alejados, a lo menos, 6 metros de la intersección y encauzar en ambos costados de la vía el flujo peatonal, con vallas dispuestas desde la intersección hasta la facilidad peatonal. Dicha distancia puede ser aumentada según sea la composición y volumen del flujo vehicular que cruce el Paso Cebra.
- En vías unidireccionales, en las que exista señal PARE o Ceda el Paso, así como en las bidireccionales susceptibles de ser asistidas con una isla peatonal y con el objeto de facilitar el cruce de los vehículos que acceden sin prioridad a la intersección, ubicar los Pasos Cebra antes de la demarcación asociada a la señal reglamentaria de prioridad, esto es, a lo menos 6 metros antes de la intersección, encauzando en ambos costado de la vía el flujo peatonal, con vallas dispuestas desde la intersección hasta la facilidad peatonal.

En las Figura 6.2-11, Figura 6.2-12, Figura 6.2-13 se muestran ejemplos de estas situaciones.

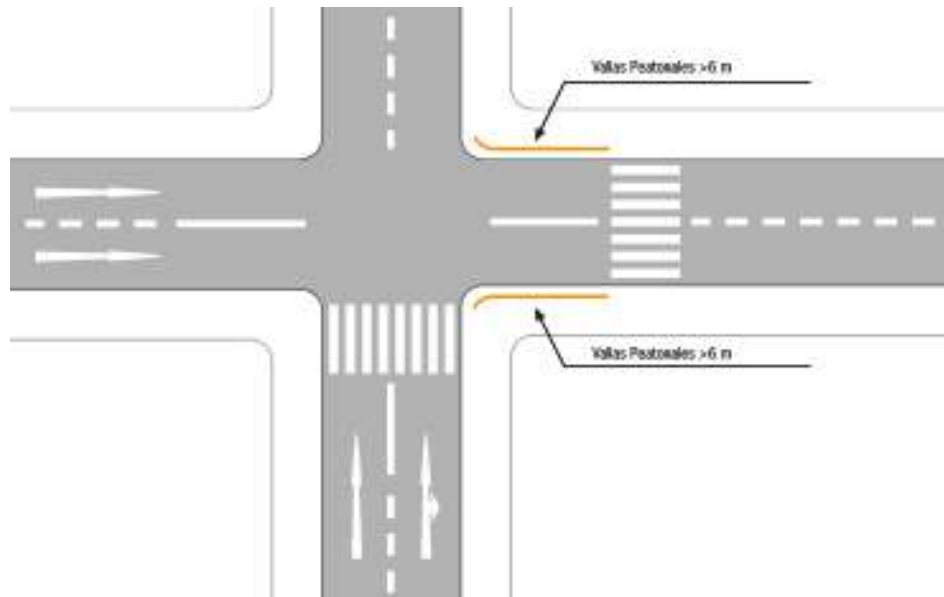


FIGURA 6.2-11 UBICACIÓN PASO CEBRA EJEMPLO N° 1

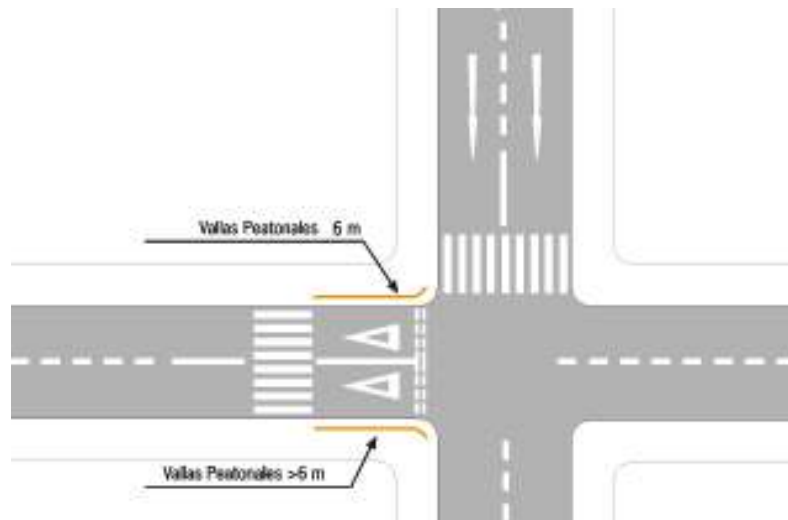


FIGURA 6.2-12 UBICACIÓN PASO CEBRA EJEMPLO N° 2

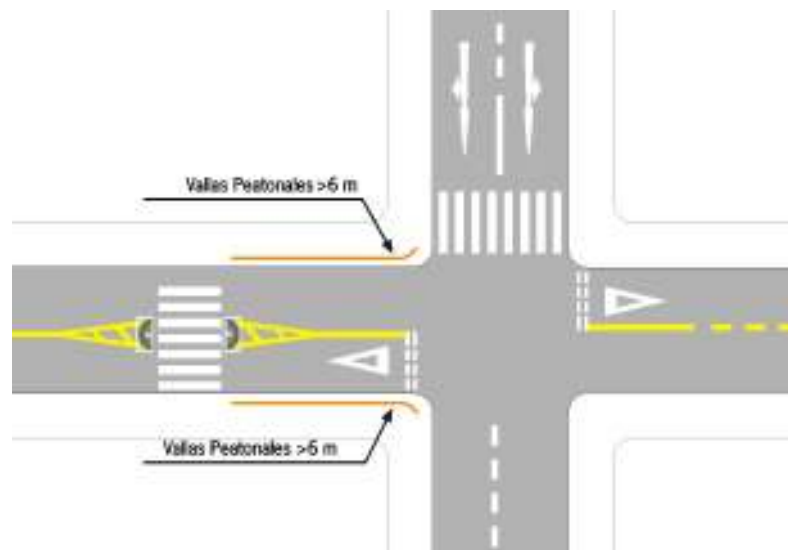


FIGURA 6.2-13 UBICACIÓN PASO CEBRA EJEMPLO N° 3

b. Pasos peatonales regulados por semáforos

Como se señalara en párrafo 6.2.1.3, en las intersecciones donde el flujo vehicular está regulado por un semáforo instalado de acuerdo a los criterios contenidos en el Capítulo 3 de este volumen, también se provee una senda peatonal para guiar el cruce de peatones. Aun cuando la provisión de dichas facilidades peatonales no responde a los criterios descritos en este Capítulo, considerando que su ubicación también afecta a la seguridad de los peatones que las utilizan, se recomienda -cuando haya flujo que vira hacia ellas- que se ubiquen levemente alejadas de la intersección, a unos 6 m, de modo que los vehículos que viran y que deben detenerse para ceder el paso a los peatones no interfieran con quienes continúan derecho ni obstaculicen el paso peatonal.

Diferente es el caso de una facilidad peatonal regulada por semáforo cuando ésta atiende a los criterios enunciados en este capítulo. Estas facilidades peatonales -semáforos peatonales- no deben ser instaladas próximas a intersecciones, ya que sus indicaciones podrían confundirse con las de un semáforo regulando la intersección. En general, los semáforos peatonales deben ubicarse alejados de los cruces de calles, siendo los siguientes los casos más relevantes:

- Paso Peatonal Regulado por Semáforo en vía secundaria: Si se instala un semáforo peatonal sobre una vía secundaria, debe existir una separación adecuada entre éste y la intersección, de tal forma que los conductores -una vez cruzado el semáforo peatonal- tengan tiempo suficiente para apreciar la existencia de una intersección a la que acceden sin prioridad y, de ser necesario, alcancen a detenerse en forma segura antes de la línea de detención. Esta distancia depende de la velocidad de circulación, pero no debe ser inferior a 20 m. Ver Figura 6.2-14
- Paso Peatonal Regulado por Semáforo en vía prioritaria: En este caso, los conductores que giran hacia él desde una vía secundaria tienen su atención puesta en evitar un conflicto con los vehículos que circulan por la vía prioritaria, por lo que pueden ignorar la existencia del semáforo peatonal. Por ello, dicho dispositivo debe localizarse a más de 20 m de la intersección, de modo que los conductores tengan la oportunidad de apreciar la existencia del cruce cuando efectúen un viraje hacia él desde la vía secundaria. Ver Figura 6.2-15.

Para asegurar la correcta operación de la facilidad peatonal se deben colocar vallas peatonales a ambos costados de la vía, entre la facilidad y la intersección.

En caso que ninguna de estas posibilidades sea adecuada, será necesario analizar la provisión de un semáforo en la intersección.

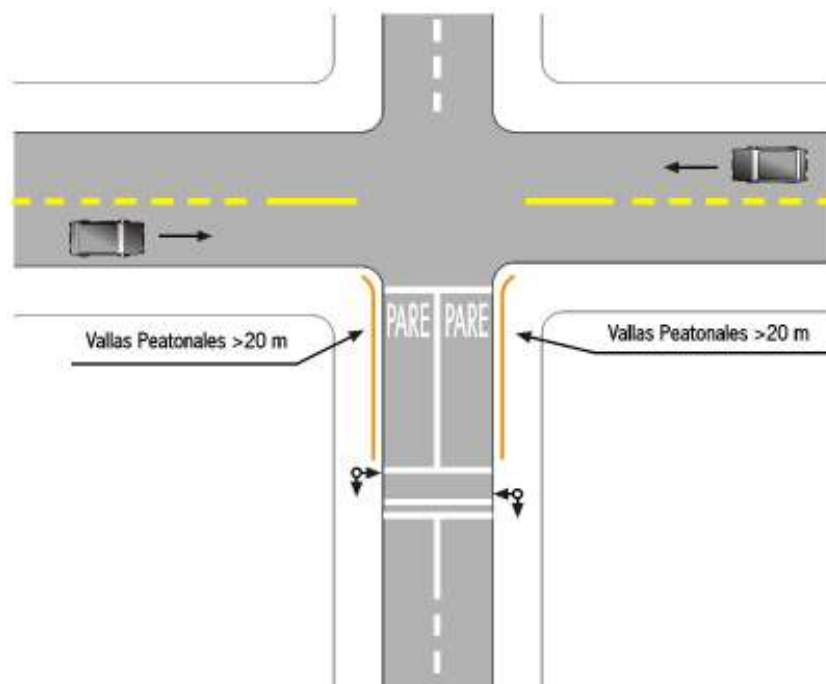


FIGURA 6.2-14 PASO REGULADO POR SEMÁFORO EN VÍA SECUNDARIA

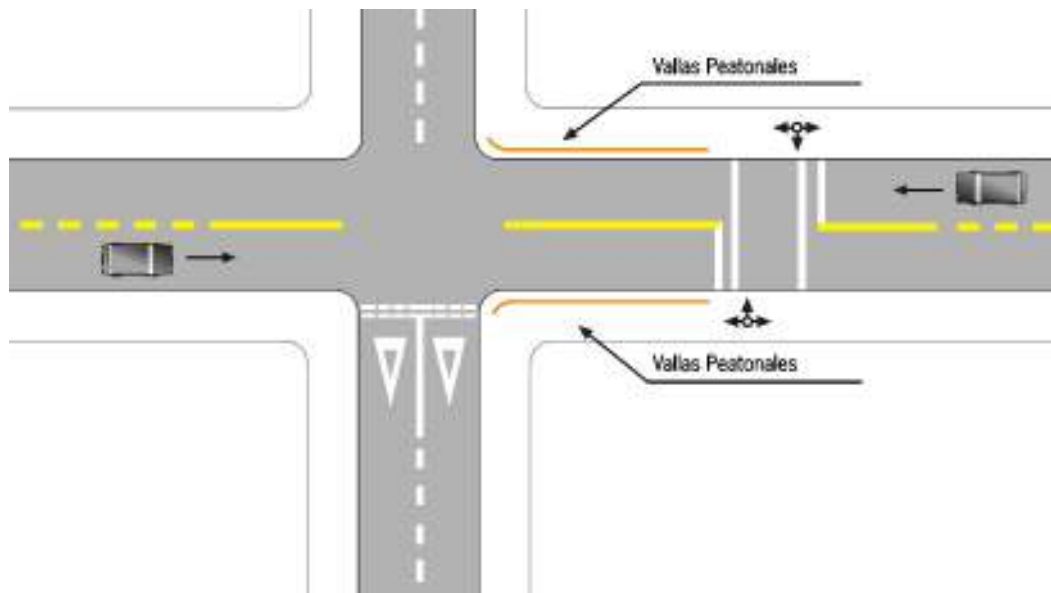


FIGURA 6.2-15 PASO REGULADO POR SEMÁFORO EN VÍA PRIORITARIA

c. Ubicación en relación con rotondas y minirotondas

Como primera sugerencia, deben evitarse la ubicación de facilidades peatonales a nivel en el entorno de rotondas o de minirotondas. Esta sugerencia se basa en los criterios por los cuales se implementan dichas regulaciones. En efecto, las rotondas o minirotondas, son una buena solución en aquellas zonas en donde:

- Existe elevado flujo vehicular que gira hacia la izquierda, en más de una rama del cruce;
- Existe bajísimo movimiento peatonal en todo el entorno;
- Existe adecuado espacio urbano para el diseño.

En consecuencia, el considerar facilidades peatonales a nivel en el entorno de las rotondas es una mala práctica.

Normalmente las recomendaciones tradicionales sugieren ubicar los pasos peatonales a nivel a más de 20 m del cruce. Sin embargo, esta solución fomenta el bloqueo de uno o más accesos a la rotonda, aguas arriba.

Por lo tanto, siempre será más conveniente el considerar pasos peatonales a desnivel en las cercanías de rotondas o minirotondas.

d. Paso peatonal regulado por semáforo con refugio peatonal

La habilitación de esta facilidad peatonal debe cumplir con los siguientes requerimientos de diseño físico:

- Dado que el flujo peatonal que cruza una calzada no demanda simultáneamente la otra, cada acceso al refugio peatonal puede ser considerado como un Paso Peatonal Regulado por Semáforo en forma independiente. Con el fin de evitar que los usuarios se confundan con las indicaciones de los cabezales peatonales, que pueden mostrar luces distintas para cada calzada, es necesario desalinearse los dos pasos peatonales resultantes, a lo menos, 3 m. Esta forma de operar permite, además, coordinar cada uno de los pasos peatonales con otros cruces semaforizados que formen parte de una red sincronizada.
- En el refugio peatonal se deben instalar vallas de tal forma que la entrada y salida estén en extremos opuestos. Su ancho libre debe ser de 2 m como mínimo, y su superficie debe permitir acomodar la demanda máxima de peatones, considerando una densidad de 1.5 peatones/m².
- Las entradas y salidas del refugio peatonal deben estar localizadas de tal forma que los peatones que transitan por dicho refugio lo hagan enfrentando el tráfico vehicular que les corresponderá cruzar.

La Figura 6.2-16 muestra un ejemplo de esta facilidad peatonal.



FIGURA 6.2-16 PASO PEATONAL REGULADO POR SEMÁFORO CON REFUGIO PEATONAL

6.3 FACILIDADES PARA CICLISTAS

En la presente sección se entregan algunos criterios básicos que deben tomarse en cuenta al proveer de infraestructura especial para la circulación de bicicletas, y, principalmente, se especifica la señalización -tanto vertical como horizontal, y dirigida tanto a los ciclistas como a otros usuarios de las vías- que debe instalarse para cautelar la seguridad de tránsito en ella.

Cabe mencionar que las vías en que se implementen facilidades para la circulación de bicicletas deben ser tales, que ellas queden insertas dentro de un conjunto de vías o red. En este sentido, la experiencia nacional e internacional señala que la bicicleta constituye una real alternativa sólo para aquellos viajes de hasta 5 km. de longitud.

La función de las facilidades para ciclistas es dar seguridad y comodidad al tránsito de bicicletas en una vía, otorgándole en algunos casos exclusividad de uso en parte de dicha vía o segregándolo del resto del tránsito. Su implementación debe considerar tanto la infraestructura necesaria -vías y estacionamientos- como la señalización que regule la circulación, advierta de peligros y guíe a los usuarios a través de las vías

6.3.1 Definiciones

Por Cicloruta se debe entender a una red de facilidades para la circulación de bicicletas entre un origen y un destino. Toda Cicloruta está compuesta por Ciclovías, Ciclobandas y/o Ciclocalles. Estas facilidades pueden ser de 3 tipos:

6.3.1.1 Ciclovía

Vía destinada al uso exclusivo de bicicletas que se encuentra segregada físicamente del tránsito de vehículos motorizados. El ancho de ellas varía según los volúmenes de bicicletas esperados. En todo caso, se recomienda un ancho mínimo de 1,2 m por sentido de circulación.

6.3.1.2 Ciclobanda

Pista o Senda sobre la calzada o acera segregada del tránsito vehicular o peatonal sólo por demarcación: Su ancho puede variar según el flujo esperado de bicicletas, pero no debe ser menor a 1,5 m. Sólo pueden ubicarse en vías donde la velocidad máxima permitida es igual o inferior a 50 km/h.

6.3.1.3 Ciclocalle

Vía convencional o peatonal donde circulan las bicicletas junto a otros vehículos motorizados, y/o peatones, cuya velocidad máxima permitida no excede los 30 km/h. Generalmente este tipo de vía contempla medidas de aquietamiento del tráfico (traffic calming).

6.3.2 Señales verticales

Al igual que las señales verticales definidas en el Capítulo 1 de este Manual, las señales asociadas al uso de bicicletas en vías con o sin facilidades para ellas, cumplen tres funciones básicas: regular la circulación (reglamentarias), advertir sobre peligros (preventivas) y guiar a los ciclistas a través de ciclorutas (informativas). La disposición frecuente de señales informativas ayuda a mantener a los ciclistas en la ruta diseñada.

En esta sección se especifica el diseño y dimensiones de las señales verticales para ciclorutas, cuyo mensaje está dirigido fundamentalmente a ciclistas y/o peatones. Las dimensiones y demás características de señales verticales dirigidas también a vehículos motorizados se encuentran en el Capítulo 1 de este volumen.

6.3.2.1 Forma y color

Exceptuadas las señales CEDA EL PASO (SC-1), PARE (SC-2), PERMITIDO ESTACIONAR (SR-27), la mayoría de las señales reglamentarias aplicables a ciclistas tienen forma circular, aceptándose que se inscriban en un rectángulo cuando llevan leyenda, la que debe ser clara y concisa. En general, el color de fondo de estas señales es blanco; excepcionalmente es azul.

Las señales de advertencia por su parte, tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocada verticalmente; su color de fondo es amarillo, y sus símbolos, leyendas y orlas, negras.

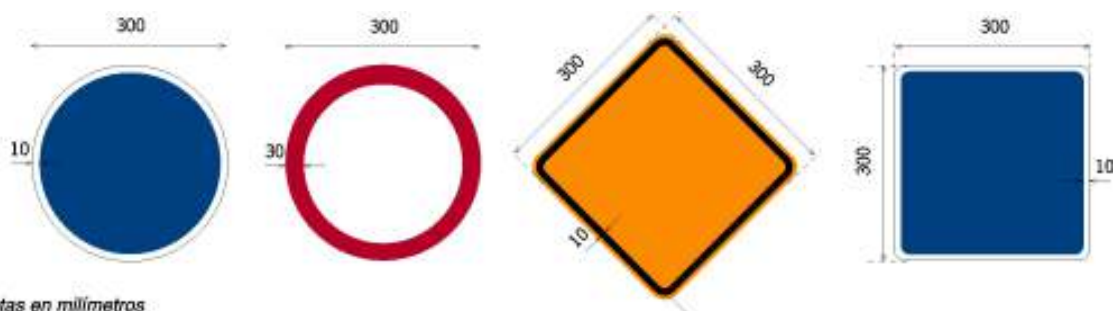
Las señales informativas tienen forma rectangular. Sus leyendas, símbolos y orlas son de color blanco y su color de fondo verde, con la excepción de las señales NOMBRE Y NUMERACION DE CALLES (IV-5) cuyo color de fondo es negro.

Los referidos colores deben contenerse dentro de las coordenadas de cromaticidad definidas en el Anexo C del Capítulo 1 de este Volumen.

6.3.2.2 Tamaño

En ciclobandas y ciclocalles el tamaño de las señales no difiere del de aquellas dirigidas a los conductores de vehículos motorizados en general. En consecuencia, dado que tales facilidades se deben habilitar en vías con velocidades de circulación más bajas que las normales, el tamaño de la señalización debe corresponder al establecido para vías donde la velocidad máxima sea igual o inferior a 50 km/h.

Diferente es el caso de las señales que se ubican en ciclovías. Éstas, que sólo deben ser percibidas por ciclistas, son de tamaño inferior. La Figura 6.3-1 muestra estas dimensiones para el caso de señales reglamentarias y de advertencia. No obstante, cuando se requiera mejorar la visibilidad de una señal, las dimensiones mostradas en la Figura 6.3-1 podrán ser aumentadas, siempre que se mantenga la proporcionalidad de los elementos que la componen.



cotas en milímetros

FIGURA 6.3-1 TAMAÑO SEÑALES PARA CICLISTAS

En el caso de las señales informativas, el tamaño de la señal depende del tamaño de letra seleccionado y de la o las leyendas y demás elementos a inscribir en ella. Dado el tamaño de letra que corresponda según sea la ubicación de la facilidad y las características geométricas de la Cicloruta, la señal se diagrama horizontal y verticalmente con los espacios pertinentes entre todos sus elementos: leyenda, símbolo, orla y flechas.

El detalle de las señales más comunes cuando se implementan facilidades para ciclistas se especifica más adelante.

6.3.2.3 Emplazamiento

En ciclocalles y ciclobandas, vías donde las señales pueden servir a conductores de vehículos motorizados y ciclistas, el emplazamiento de la señal debe ceñirse a lo especificado en el Capítulo 1 de este volumen, precaviendo que aquellas señales destinadas sólo a ciclistas no causen confusión a los conductores de vehículos motorizados.

En ciclovías se recomienda que para el emplazamiento lateral y altura de la señal se tomen como guía las distancias mínimas mostradas en la Tabla 6.3-1 según la Figura 6.3-2.

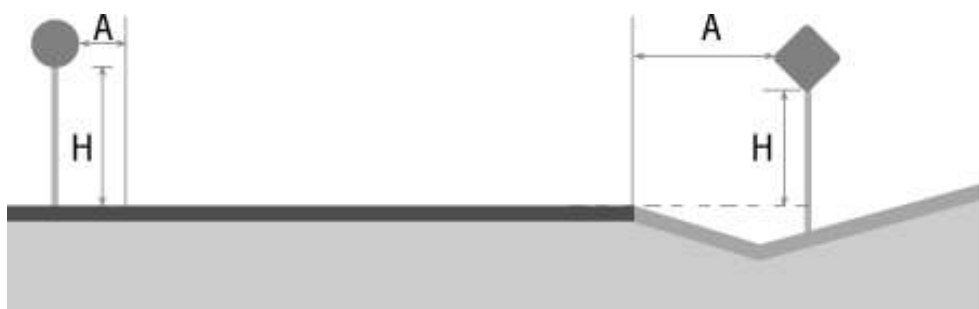


FIGURA 6.3-2 EMPLAZAMIENTO LATERAL DE LA CICLOVÍA

TABLA 6.3-1 DISTANCIAS MÍNIMAS DE EMPLAZAMIENTO SEGÚN TIPO DE CICLOVÍA

	A (m)	H (m)	
	Mínimo	Mínimo	Máximo..
Ciclobanda y Ciclocalle urbana con solera	0.3	1.8	2.2
Ciclovía urbana	0.6	1.0	2.2
Ciclovía rural	0.6	1.2	2.2
Ciclobanda y Ciclocalle urbana sin solera	1.5	1.8	2.2

6.3.2.4 Retrorreflexión e Iluminación

Las señales verticales dirigidas a ciclistas, al igual que las otras señales de tránsito, deben ser visibles por los ciclistas en cualquier período del día y bajo toda condición climática. Por ello deben ubicarse cercanas a luminarias. Cuando éstas no existan, debe proveerse iluminación a la señal.

Las señales verticales de ciclobandas y ciclocalles, así como las ubicadas en cruces de ciclovías con vías destinadas sólo al tránsito de vehículos motorizados, deben ser retrorreflectantes, debiendo cumplir siempre con los niveles mínimos de retrorreflexión que se entregan en la Tabla 6.3-2, cuyos ángulos de entrada y de observación corresponden a los definidos en la Norma ASTM D 4956 - 95.

TABLA 6.3-2 NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLEXIÓN (CD / IX M²)

Ángulo		Color					
Entrada	Observación	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Café
-4°	0,2°	56	40	11,2	7,2	3,2	0,8
-4°	0,5°	24	20	6	3,6	1,6	0,2
30'	0,2°	24	17,6	4,8	2,8	1,4	0,2
30°	0,5°	12	10,4	2,4	1,8	0,6	0,2

6.3.2.5 Señales reglamentarias

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

Las señales reglamentarias más comúnmente utilizadas en Ciclorutas se muestran en la Figura 6.3-3.



FIGURA 6.3-3 SEÑALES REGLAMENTARIAS EN CICLORUTAS

6.3.2.6 Señales de prioridad

En ciclobandas y ciclocalles, las señales de prioridad utilizadas para regular el derecho preferente de paso se deben instalar de acuerdo con los criterios contenidos en el Capítulo 2 de este Manual.

En los cruces de ciclovías con vías con tránsito de vehículos motorizados, la señal de prioridad a utilizar queda determinada por lo siguiente:

-Si el flujo total de vehículos motorizados es inferior a 500 veh/h en cada una de las 8 horas de mayor demanda de un día promedio, los accesos de la ciclovía deben ser regulados con CEDA EL PASO (SC-1) o PARE (SC-2), de lo contrario debe utilizarse semáforo.

-Se emplea la señal CEDA EL PASO (SC-1) cuando la visibilidad en el cruce permite al ciclista que transita por la ciclovía distinguir fácilmente cualquier vehículo motorizado que circule por la vía a cruzar, disponiendo del tiempo y la distancia necesaria para cederle el paso antes de entrar al cruce. En caso contrario, debe emplearse la señal PARE (SC-2).

El procedimiento para determinar si las condiciones de visibilidad se cumplen, es el siguiente:

- Se traza una línea imaginaria "a" de 3,0 m de largo, localizada a lo largo de la línea central de la ciclovía, y que se desarrolla a partir de la continuación del borde de calzada con tránsito de vehículos motorizados o prioritarios.
- Se traza una línea "y", cuya longitud está dada por la Tabla 6.3-3 sobre el borde de la calzada de la vía prioritaria, a partir del eje central de la ciclovía, y desarrollada en la dirección contraria al tránsito.
- Se instala la señal CEDA EL PASO (SC-1) cuando desde cualquier punto de la línea 'a' se tiene visibilidad no interrumpida por tramos de más de un metro sobre la línea 'y'. De lo contrario, se instalará la señal PARE (SC-2).
- Si la vía prioritaria tiene doble sentido de tránsito se debe realizar este procedimiento separadamente para cada sentido, correspondiendo instalar la señal PARE (SC-2) si a lo menos en un sentido se justifica.

TABLA 6.3-3 DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD SEGÚN VELOCIDAD MÁXIMA DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS

Velocidad Máxima Vía Vehículos Motorizados (km/h)	Distancia Mínima de Visibilidad (y) (m)
50	70
60	90
70	120
80	140
90	180
> 90	Usar señal PARE

La instalación de una señal CEDA EL PASO (SC-1) o PARE (SC-2) debe complementarse siempre con la respectiva demarcación, en la medida que la superficie lo permita.

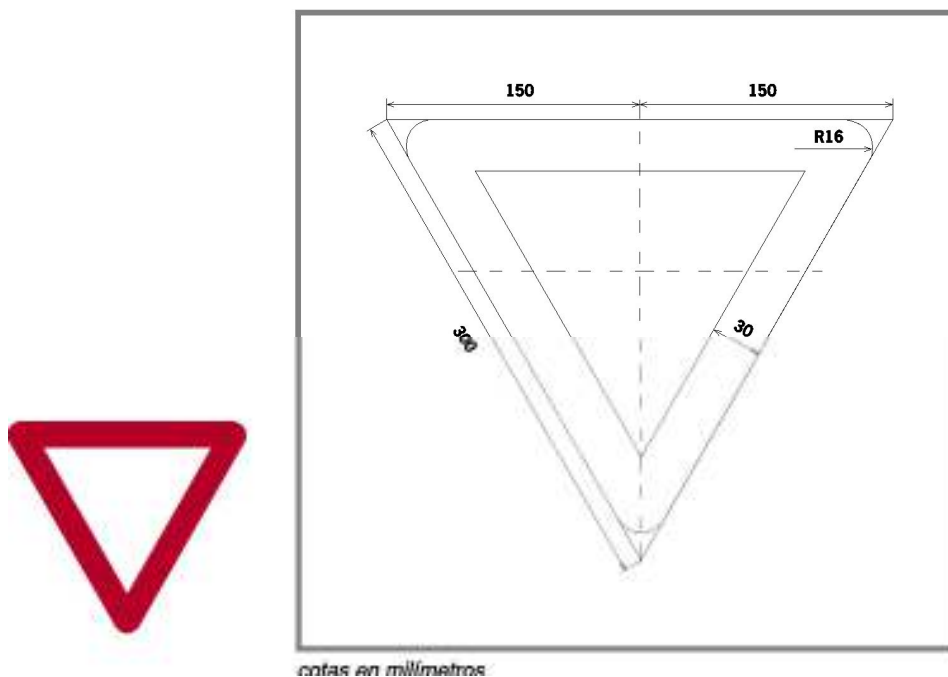


FIGURA 6.3-4 CEDA EL PASO SC-1

Indica a los ciclistas que la enfrenten que deben 'ceder el paso" a los vehículos motorizados que circulan por la vía a la cual se aproximan, no teniendo necesidad de detenerse si en el flujo vehicular por dicha vía existe un espacio suficiente para cruzarla con seguridad. Debe ser instalada en todos los casos en que la visibilidad no esté restringida, según el criterio antes descrito.

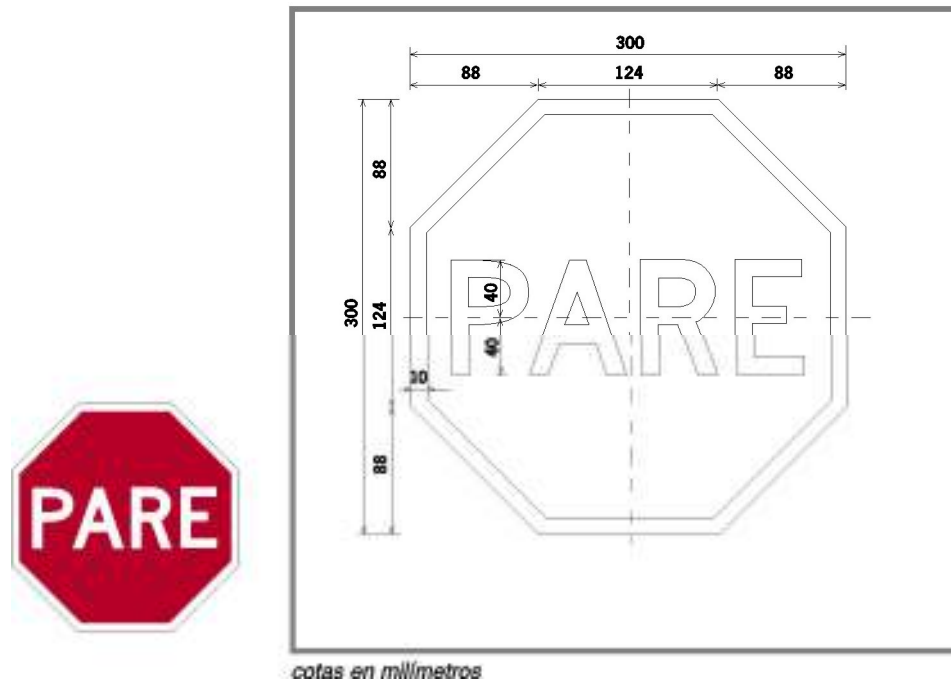


FIGURA 6.3-5 PARE SC-2

El propósito de esta señal es ordenar a los ciclistas que se detengan completamente y que reanuden la marcha sólo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente. Debe ser colocada inmediatamente próxima a la prolongación imaginaria -sobre la acera o más allá de la berma, según sea el caso- de la línea, demarcada o no, antes de la cual los ciclistas deben detenerse. Este sitio de detención debe permitir a la ciclista buena visibilidad sobre la vía prioritaria para poder reanudar la marcha con seguridad.

6.3.2.7 Prohibición de circulación de bicicletas

Esta señal se usa para prohibir la circulación de bicicletas. Se debe instalar en vías donde sea posible la presencia de ciclistas que se desvíen de una cicloruta y el tránsito de vehículos motorizados haga riesgosa su circulación. Se debe instalar siempre en los accesos a autopistas, autovías y túneles.

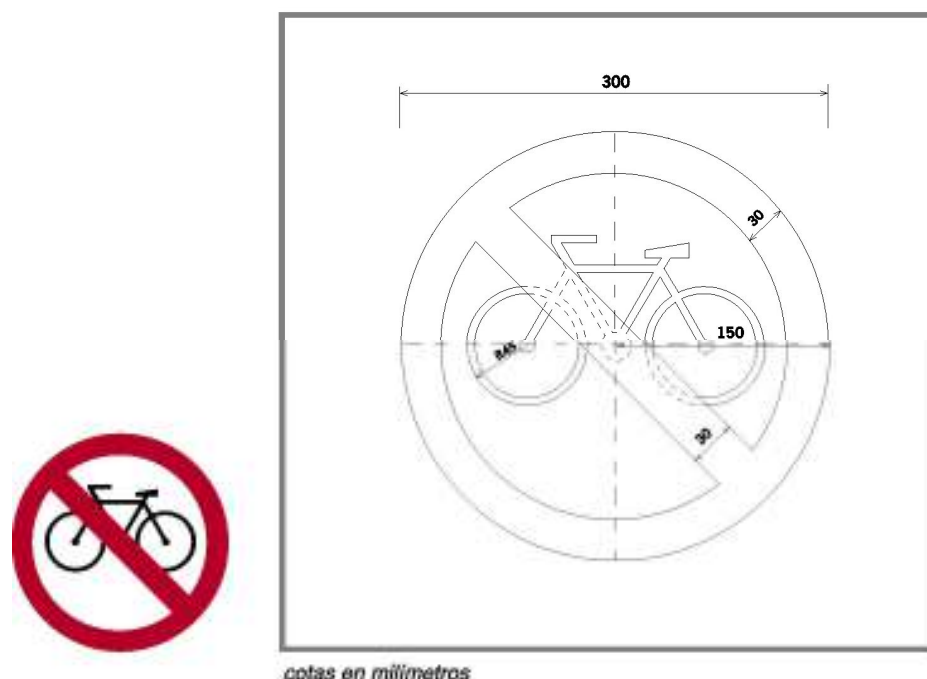
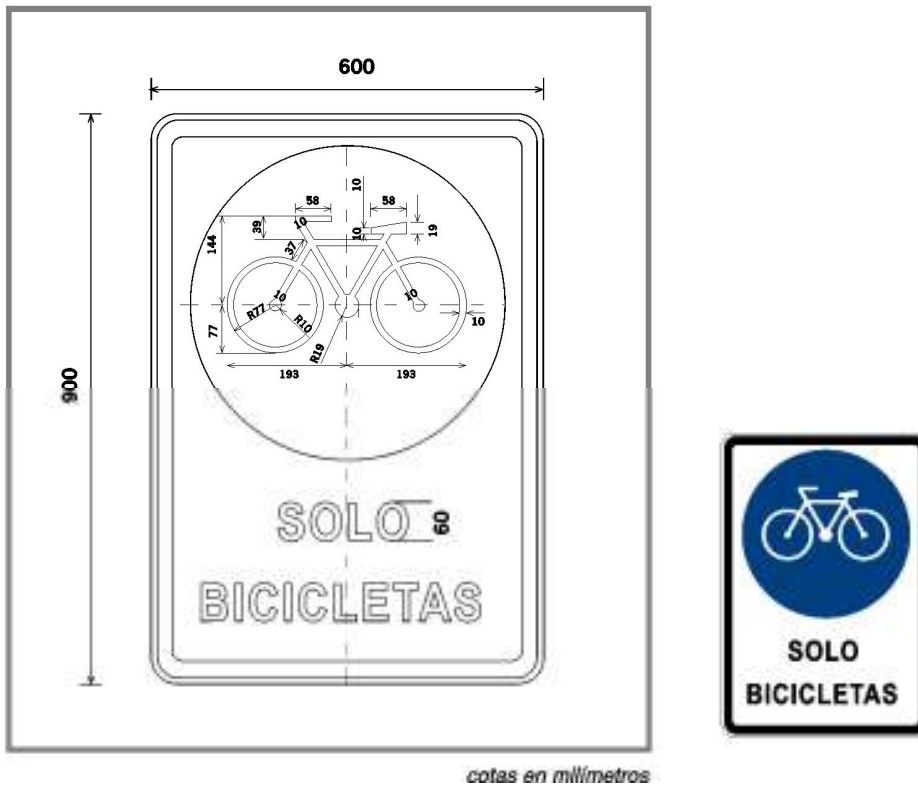


FIGURA 6.3-6 PROHIBIDA CIRCULACIÓN DE BICICLETA SC-3

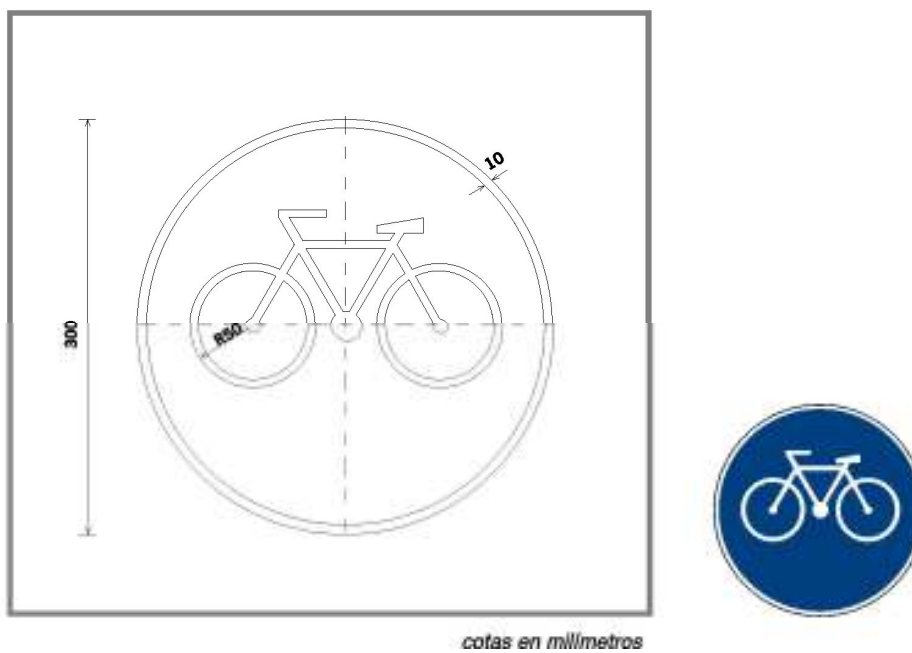
Esta señal, con las dimensiones aquí especificadas, se utiliza en aceras u otras vías peatonales donde la circulación de bicicletas esté prohibida.



cotas en milímetros

FIGURA 6.3-7 SOLO BICICLETA SC-4

Esta señal se usa para indicar la existencia de una ciclobanda. Se instala al inicio de cada cuadra si se trata de una zona urbana.



cotas en milímetros

FIGURA 6.3-8 SOLO BICICLETA SC-4

Esta señal se usa para indicar la existencia de una ciclovía. Se debe instalar después de cada cruce de la ciclovía con una vía convencional, pudiendo además ser reiterada a lo largo de la ciclovía.

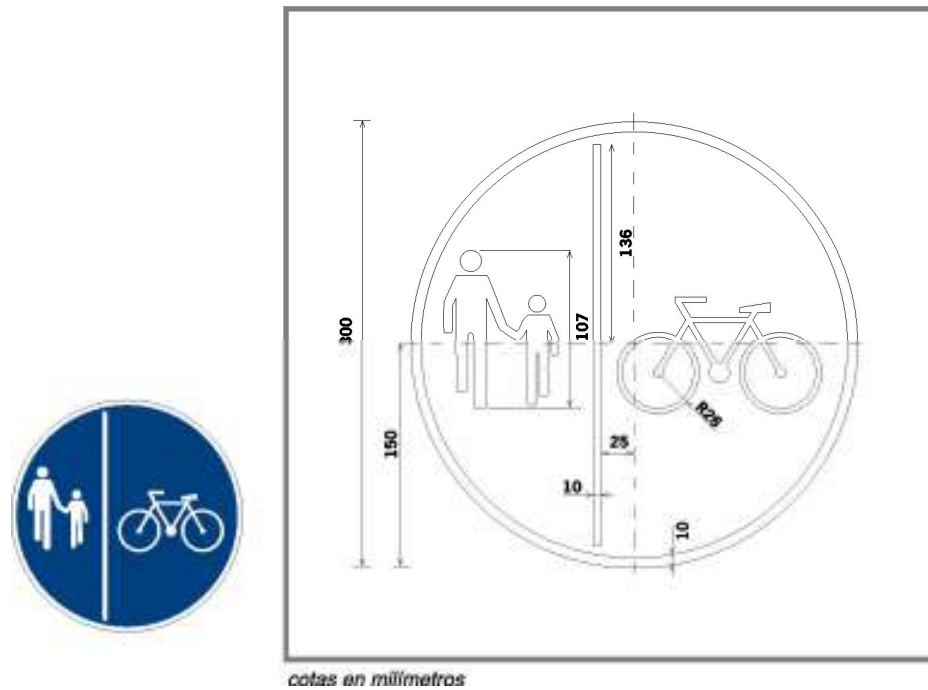


FIGURA 6.3-9 SUPERFICIE SEGREGADA PEATONES - BICICLETAS SC-6

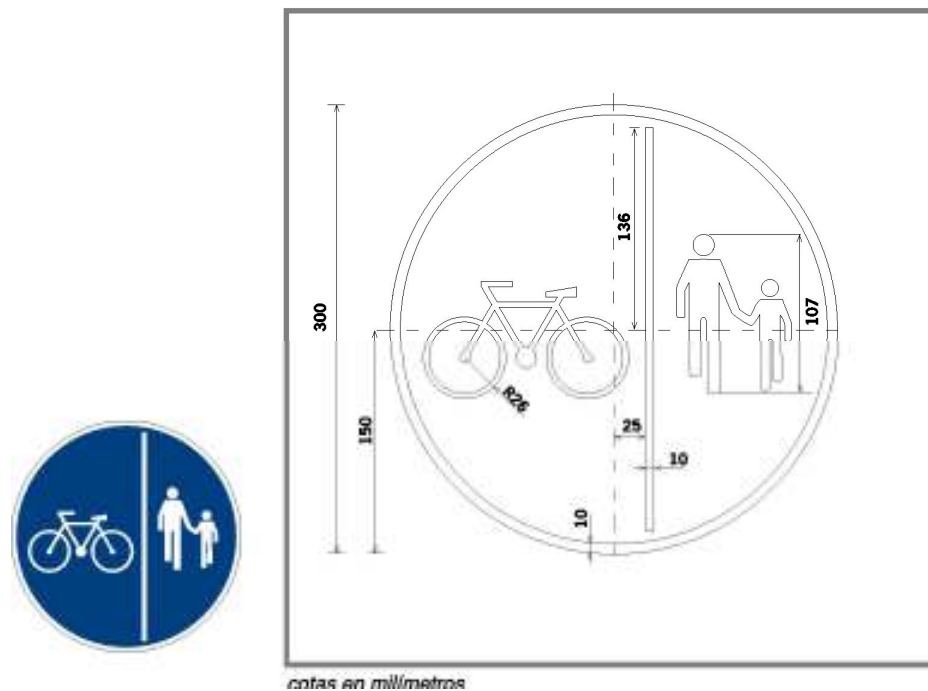


FIGURA 6.3-10 SUPERFICIE SEGREGADA PEATONES - BICICLETAS SC-6

Estas señales se utilizan para indicar a los peatones la existencia de una pista exclusiva para bicicletas y que deben caminar por el costado de ésta, enfrentando la circulación de bicicletas.

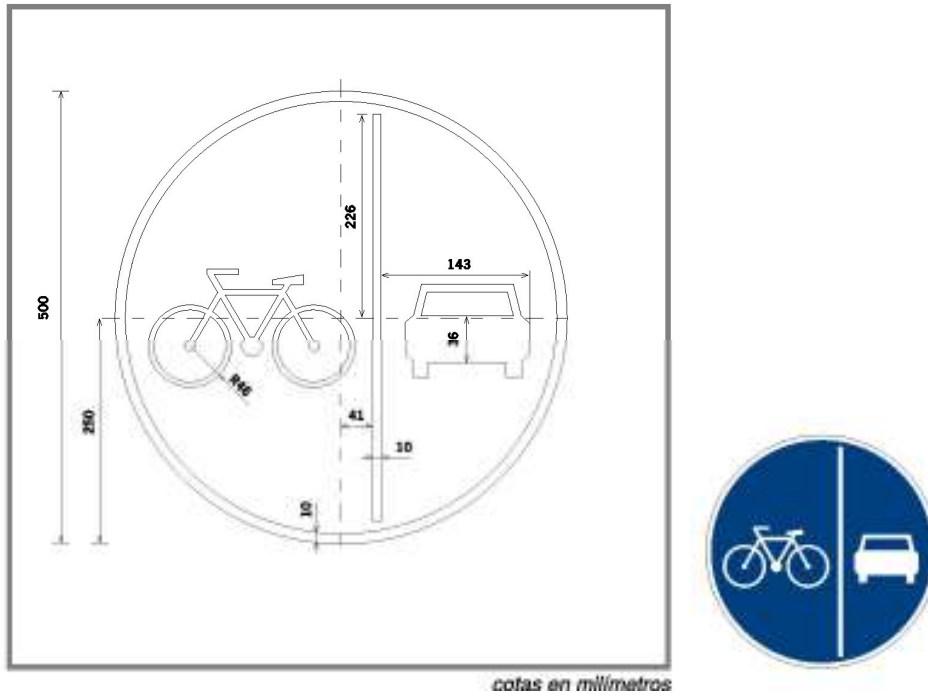


FIGURA 6.3-11 SUPERFICIE SEGREGADA PEATONES MOTORIZADOS - BICICLETAS SC-5

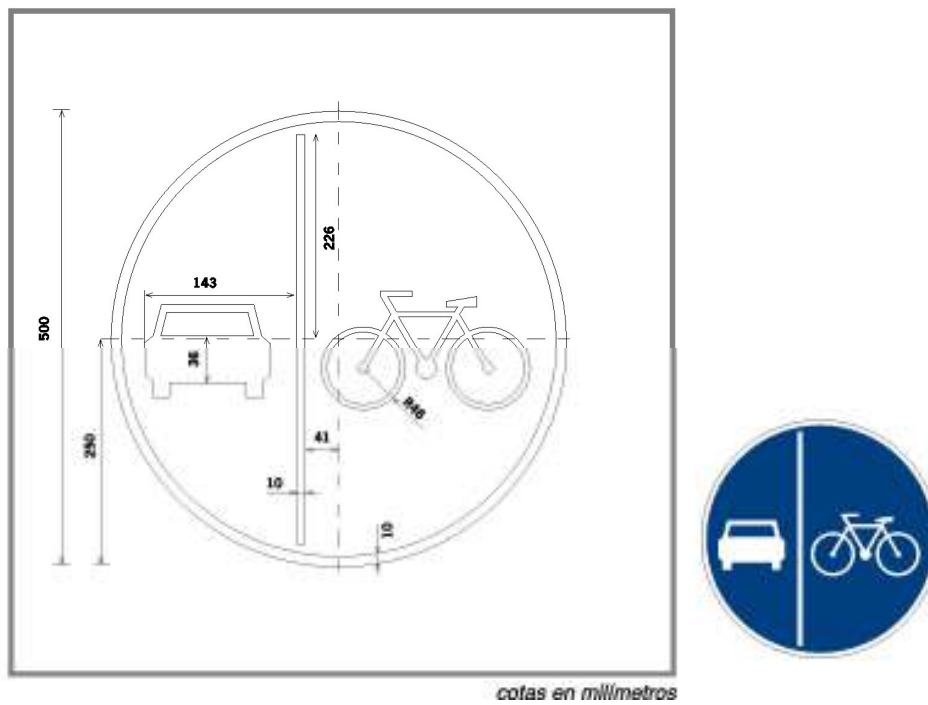


FIGURA 6.3-12 SUPERFICIE SEGREGADA PEATONES MOTORIZADOS - BICICLETAS SC-5

Estas señales se utilizan para indicar a los conductores de vehículos motorizados la existencia de una ciclobanda, y que deben transitar por el costado de ésta.

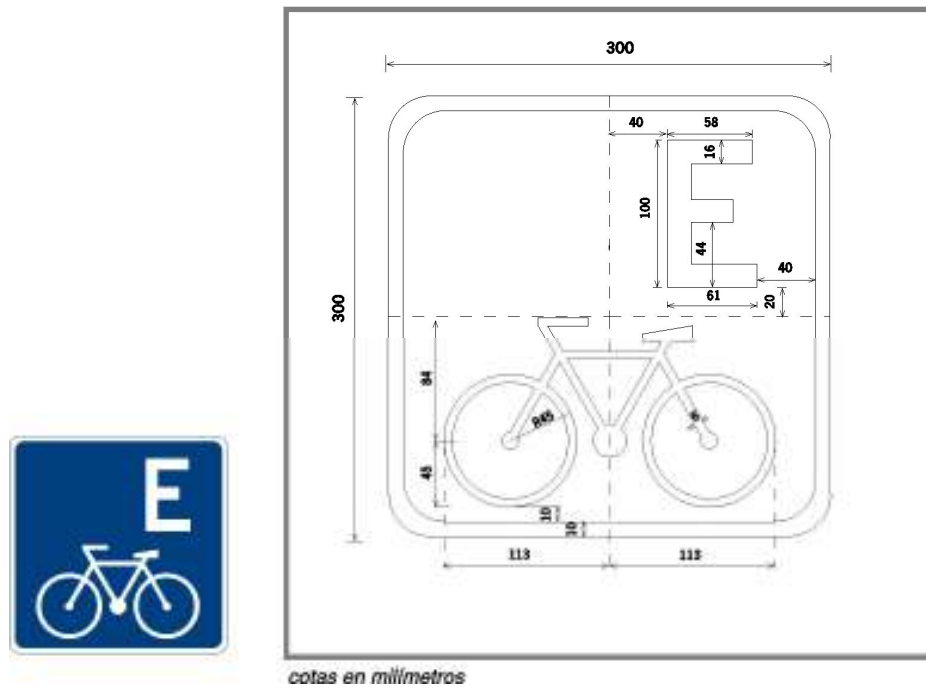


FIGURA 6.3-13 ESTACIONAMIENTO BICICLETA SC-7

Esta señal se utiliza para indicar dónde está permitido estacionar bicicletas.

6.3.3 Señales de advertencia de peligro

Las señales de advertencia de peligro tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. El detalle de ellas, según la naturaleza del riesgo que advierten, se encuentra en el Capítulo 1 de este Volumen.

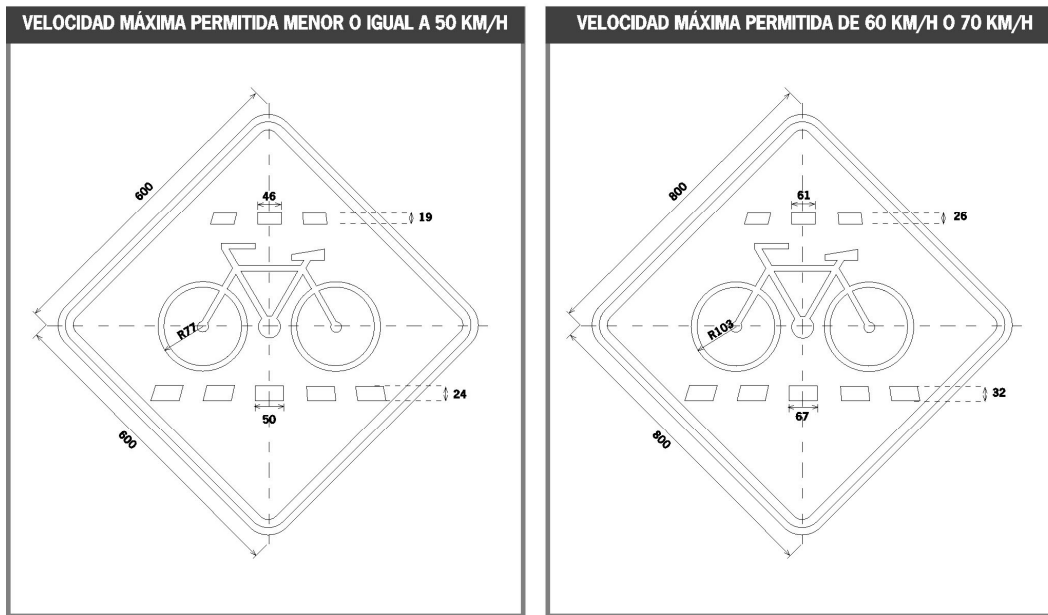
Estas señales requieren que los ciclistas tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad y/o la de otros usuarios de la vía. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso innecesario de ellas para prevenir peligros aparentes tiende a disminuir el respeto y obediencia a todas las señales.

Las señales preventivas más comunes cuando hay facilidades para el tránsito de ciclistas se muestran en la Figura 6.3-14.



FIGURA 6.3-14 SEÑALES PREVENTIVAS PARA CICLOVÍAS

Las señales de advertencia deben ubicarse con la debida anticipación, de manera que los ciclistas y conductores tengan el tiempo adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiera. Dicha distancia debe ser de a lo menos 25 m en facilidades urbanas y de 40 m en aquellas de carácter rural.



cotas en milímetros



FIGURA 6.3-15 DIMENSIONES SEÑAL PREVENTIVA SP-67

Esta señal advierte a los conductores de vehículos motorizados la proximidad de un cruce con una cicloruta. No debe ser usada cuando el cruce forma parte de una intersección semaforizada.

6.3.4 Señales informativas

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios del sistema vial, entregándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

En particular, en ciclorutas se utilizan para informar sobre:

- enlaces o empalmes con otras vías o ciclorutas b) direcciones hacia destinos, calles o rutas
- distancias a que se encuentran los destinos
- nombres de rutas y calles
- nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

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

- de dirección (ID)
- de confirmación (IC)
- de identificación vial (IV)
- de localización (IL)
- otras (10)

Estas señales están descritas detalladamente en el Capítulo 1 de este volumen, siendo aplicables aquí los mismos criterios de instalación y consideraciones de diseño ahí especificados, con la salvedad de que, en general, las señales informativas asociadas a facilidades para ciclistas se caracterizan por contener el símbolo de una bicicleta formando parte de su diseño, como se muestra en la Figura 6.3-16. En esta sección se muestran ejemplos de las señales informativas más comunes.



FIGURA 6.3-16 EJEMPLOS DE SEÑALES INFORMATIVAS EN CICLORUTAS

6.3.5 Mensaje

En general, en el caso de las señales informativas el mensaje no siempre se entrega a través de una sola señal, sino que mediante una secuencia de ellas, diseñadas y emplazadas para funcionar en conjunto.

Es así como en una cicloruta cada una de las señales informativas forma parte de un sistema, en el que la señal de dirección indica el tipo de maniobra que es necesario realizar para alcanzar determinado destino; la de confirmación corrobora los destinos e indica distancias a éstos; la de identificación vial individualiza la cicloruta; y, la de localización individualiza los destinos y lugares por los que ésta pasa. Ver Figura 6.3-17.

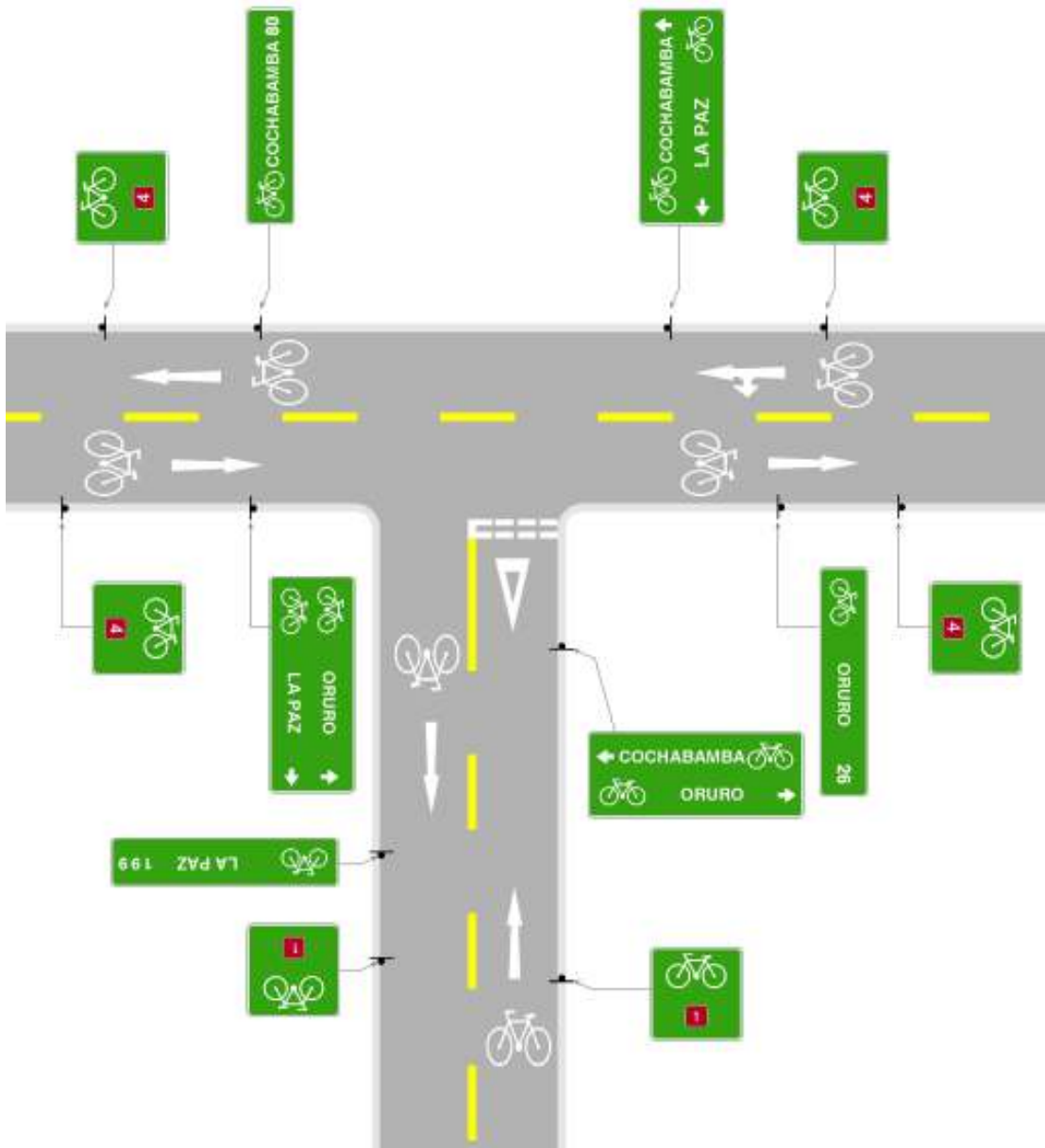


FIGURA 6.3-17 EJEMPLO DE SEÑALES INFORMATIVAS EN CICLOVÍAS

6.3.5.1 Leyenda

En atención a que los conductores y ciclistas no deben distraer su atención de la vía, una señal informativa ubicada en ciclobandas y ciclocalles no debe contener un texto de más de 3 líneas. En el caso de ciclovías donde la señal sólo es vista por ciclistas o peatones el texto puede llegar hasta 4 líneas.

6.3.5.2 Flechas

Las flechas se usan para indicar la dirección y sentido a seguir para llegar a un destino. Las especificaciones de éstas, están contenidas en la sección 1.6.9 del Capítulo 1.

6.3.5.3 Tamaño y diagramación

En las señales informativas, las leyendas se escriben con letras MAYÚSCULAS. Las señales informativas de ciclobandas y ciclocalles deben diagramarse según el Capítulo 1 de este volumen. Las alturas mínimas de letras para ciclovías son de 5,0 cm.

No obstante lo anterior, los tamaños mínimos de letra pueden aumentarse si un estudio técnico relacionado con la geometría de la vía u otros factores lo justifican.

Determinada la altura de letra, la señal se diagrama horizontal y verticalmente con los espacios pertinentes entre todos sus elementos: leyenda, símbolo, orla y flechas, de acuerdo a lo indicado en Anexo A del Capítulo 1 de este Volumen. Este procedimiento determina las dimensiones de la señal.

6.3.5.4 Emplazamiento

La ubicación longitudinal de las señales informativas queda determinada por su función, dependiendo también de las condiciones del lugar y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, composición de éste y otros.

Se debe tener presente que la repetición de señales informativas, ya sea a través de una secuencia en la ruta o instaladas en ambos costados de ella, ofrece al conductor más de una oportunidad para obtener la información que se desea entregarle.

6.3.5.5 Señales informativas de identificación de ciclorutas y destinos

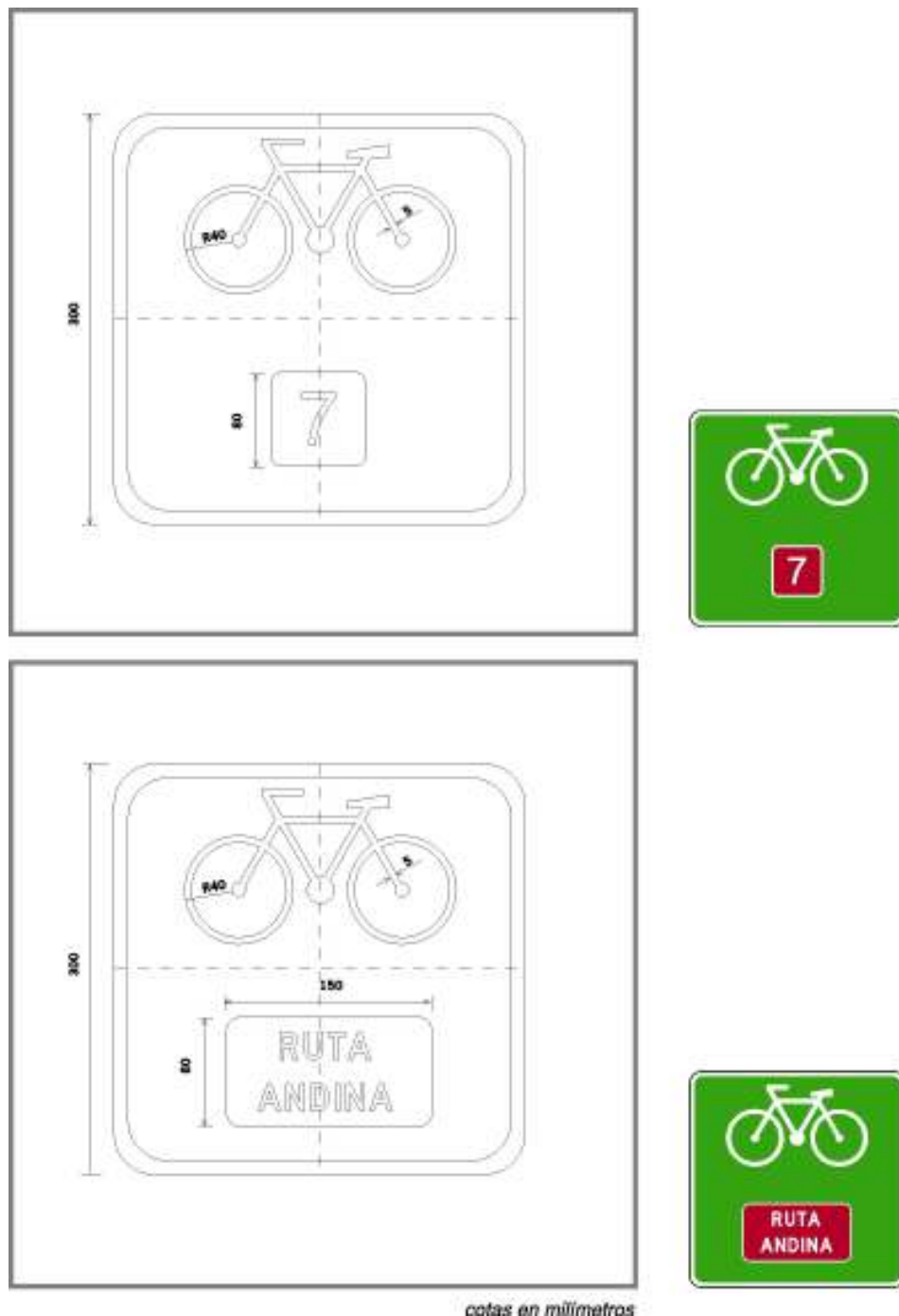


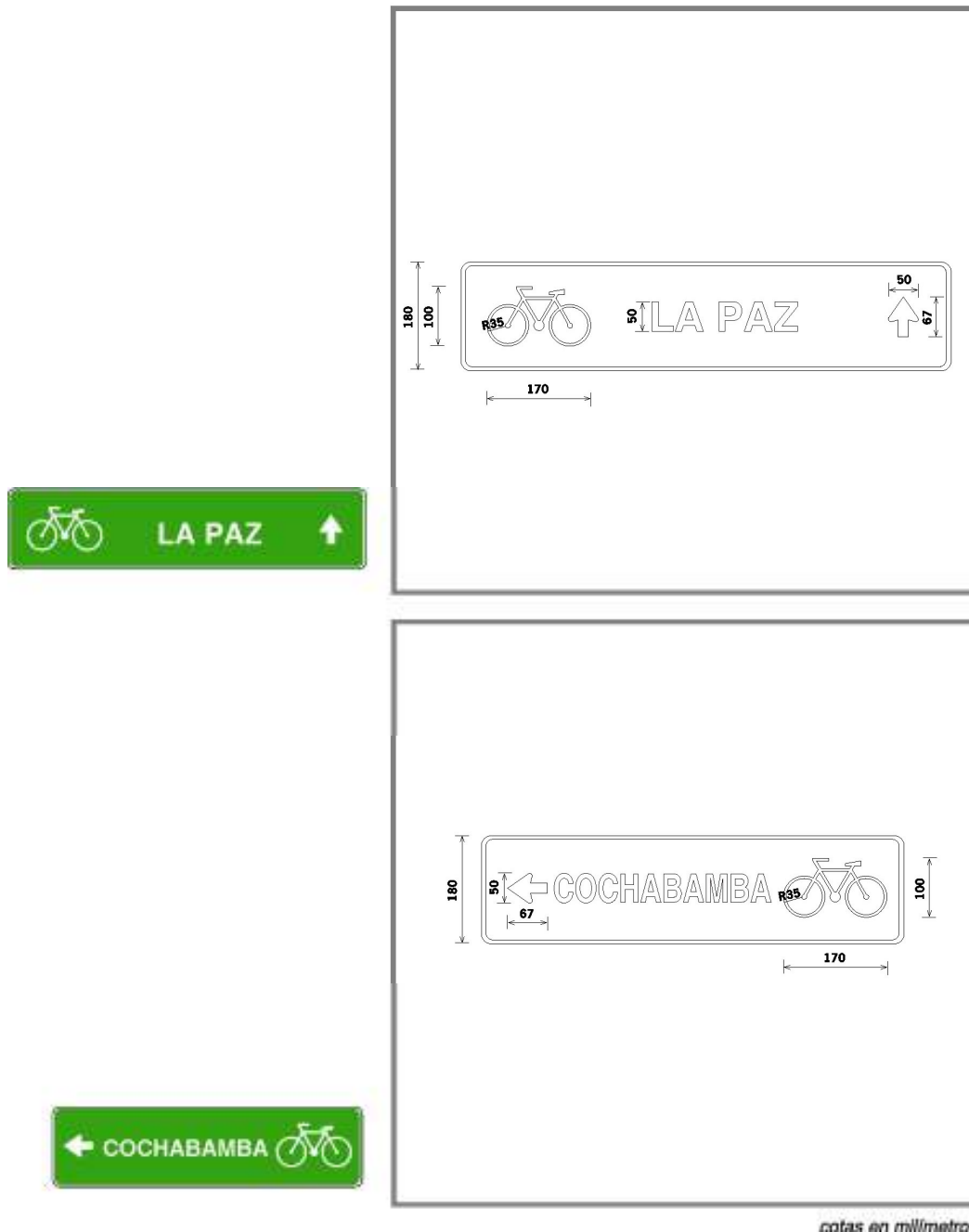
FIGURA 6.3-18 NOMBRE O CÓDIGO DE CICLORUTA IV-4

Estas señales se utilizan para individualizar las vías que forman parte de una cicloruta, de acuerdo a la denominación oficial establecida por la autoridad competente.

Dada su función, en ciclorutas estas señales deben colocarse más frecuentemente que en otras vías.

Tratándose de ciclorutas emplazadas en parques nacionales, el tamaño de estas señales puede ser reducido en un 50%.

A esta señal puede agregársele una flecha que indique hacia donde se encuentra la cicloruta indicada, cuando se instale en las inmediaciones de una cicloruta.



cotas en milímetros

FIGURA 6.3-19 DIRECCIÓN DE CICLORUTAS ID-3

6.3.5.6 Otras señales informativas

Estas señales informan a los ciclistas la dirección a seguir para alcanzar un destino.

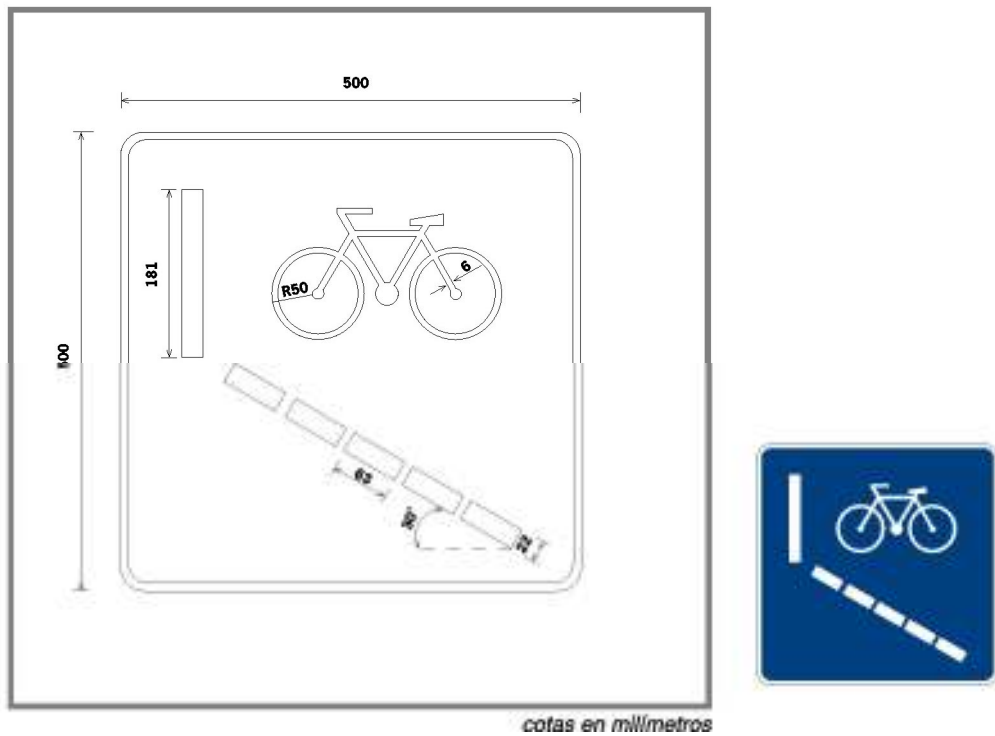


FIGURA 6.3-20 INICIO CICLOBANDA IO-7

Esta señal informa de la proximidad del inicio de una Ciclobanda. Debe ser instalada con la suficiente antelación.

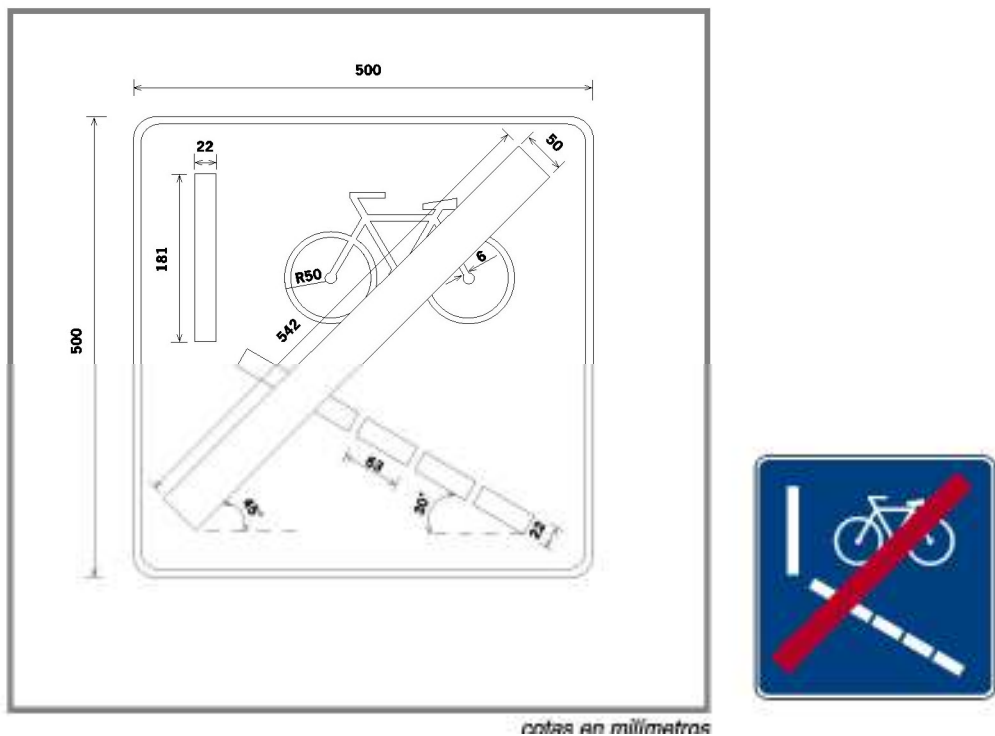


FIGURA 6.3-21 FIN CICLOBANDA IO-7B

Esta señal informa del fin de una Ciclobanda. Debe ser instalada con la suficiente antelación.

6.3.6 Demarcaciones

Las demarcaciones se refieren específicamente a las señales horizontales o marcas efectuadas sobre la superficie de la cicloruta, tales como líneas, símbolos o letras. Se emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía. Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los ciclistas.

En general, todas las ciclorutas deberían contar con las demarcaciones requeridas, siendo obligatorias a lo largo de ciclobandas y en cruces de ciclovías con vías convencionales, como se señala más adelante.

La instalación de demarcaciones requiere pavimentos relativamente indeformables, lisos y compactos, por lo que no se pueden aplicar en caminos de tierra o ripio.

Según su forma las demarcaciones se agrupan en:

- Líneas Longitudinales: Se emplean para indicar dónde se separan los flujos de circulación de distinto tipo u opuestos y/o indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o virar.
- Líneas Transversales: Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
- Símbolos y Leyendas: Se emplean para guiar y advertir al usuario y regular la circulación. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE.
- Otras Demarcaciones: Existen otras demarcaciones que no es posible clasificar dentro de las anteriores, ya que ninguno de sus componentes (líneas longitudinales, transversales o símbolos) predomina por sobre los otros.

En ciclorutas sólo se deben utilizar demarcaciones planas, de hasta 6 mm de altura.

6.3.6.1 Emplazamiento

La ubicación de la demarcación debe garantizar al usuario ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- indicar el inicio, mantención o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la demarcación debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

6.3.6.2 Dimensiones

Las demarcaciones emplazadas en ciclorutas, se detallan para cada caso más adelante. Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una demarcación, tales dimensiones pueden ser aumentadas, debiendo en todo caso las leyendas y símbolos mantener sus proporciones.

En la Tabla 6.3-4 se señalan las tolerancias aceptadas.

TABLA 6.3-4 TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE DEMARCACIONES PLANAS

Dimensión	Tolerancia Permitida
Ancho de una línea	± 5%
Largo de una línea segmentada	+ 10% -5%
Dimensiones de símbolos o letras	± 5%
Separación entre líneas adyacentes	± 5%

En términos generales, toda demarcación recién aplicada debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de modo que sus dimensiones queden claramente definidas. En particular, cuando se aplique una demarcación sobre otra preexistente, esta última debe quedar completamente cubierta.

6.3.6.3 Retroreflexión

Las demarcaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello las dispuestas en ciclobandas y ciclocalles se deben realizar con materiales que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.

Las demarcaciones, exceptuadas las ubicadas en ciclovías, deben presentar permanentemente los valores mínimos de retroreflexión señalados en la Tabla 6.3-5. Los ángulos de iluminación y observación se muestran en la Figura 6.3-22.

TABLA 6.3-5 NIVELES MÍNIMOS DE RETRORREFLEXIÓN (MCD/LUX - M²)

Ángulos		Colores	
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
3,5°	4,5°	120	95
1,24°	2,29°	90	70

Ω : ángulo de observación
 μ : ángulo de iluminación



FIGURA 6.3-22

6.3.6.4 Color

Las demarcaciones para Ciclorutas de color blanca y amarillos cuando separan flujos opuestos, debiendo el color cumplir con las especificaciones señaladas en el Capítulo 2 de este Volumen.

6.3.6.5 Otras características

Las demarcaciones deben cumplir además con las especificaciones de contraste y resistencia al deslizamiento contenidas en el Capítulo 3 de este Volumen.

6.3.6.6 Líneas longitudinales

Las líneas longitudinales se utilizan en ciclovías y ciclobandas para separar flujos de distinto tipo o dirección, indicando además cuando el adelantamiento o viraje está permitido. Según su ubicación se clasifican en:

- Líneas Longitudinales para Ciclovías
- Líneas Longitudinales para Ciclobandas

6.3.6.7 Líneas longitudinales para ciclovías

Las líneas longitudinales se ubican principalmente en el eje central de la ciclovía y se utilizan fundamentalmente para separar flujos de bicicletas con sentido de circulación opuestos e indicar sendas al interior de cruces de ciclovías, también, se utilizan para delimitar la senda de ciclistas al cruzar una vía de vehículos motorizados.

a. Líneas de eje central continuas

El diseño de la ciclovía debe garantizar una visibilidad adecuada de la vía a los ciclistas que la utilizan, no obstante, cuando las características geométricas y/o del entorno de un determinado sector obstruyan dicha visibilidad, se debe indicar a los usuarios la prohibición de adelantar o virar mediante la línea de eje central continua. Ver Figura 6.3-23.

Esta línea debe tener un ancho mínimo de 10 cm.

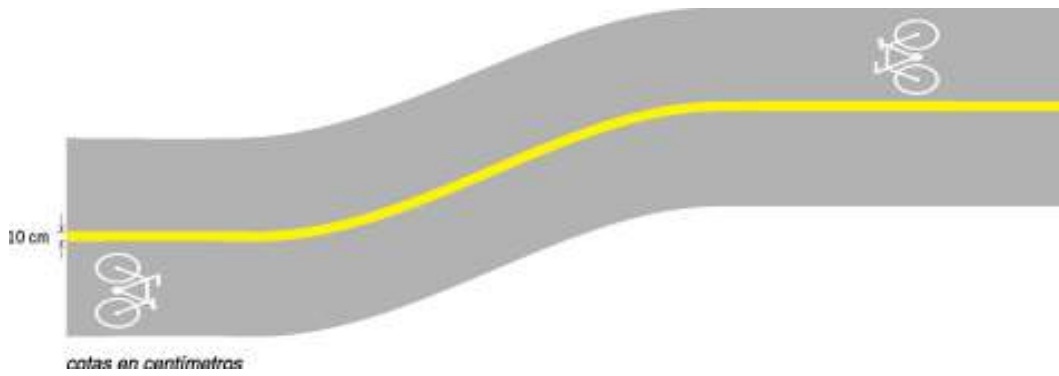


FIGURA 6.3-23 LÍNEA DE EJE CONTINUO

b. Líneas de eje central segmentadas

Estas líneas pueden ser traspasadas y se emplean donde el adelantamiento y virajes están permitidos. Cuando se demarquen a lo largo de la ciclovía su patrón debe ser de 3 m, con una relación de 1 m demarcado seguido de una brecha de 2 m sin demarcar. El ancho mínimo de la línea debe ser 10 cm. Ver Figura 6.3-24

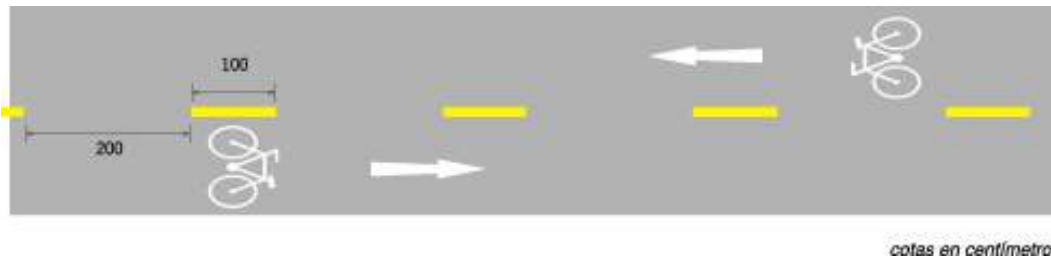


FIGURA 6.3-24 LÍNEA SEGMENTADA

c. Otras líneas longitudinales

Al interior de cruces a nivel entre una ciclovía y una vía donde transitan vehículos motorizado, la senda que deben seguir los ciclistas queda delimitada por líneas Segmentadas, constituidas por cuadrados blancos de 50 cm. de lado y separados también por 50 cm. (Figura 6.3-25, Figura 6.3-26)

Las líneas Segmentadas que conforman la senda para ciclistas puede ser reforzada con tachas retrorreflectantes blancas, ubicadas brecha por medio, como se muestra en la Figura 6.3-25.

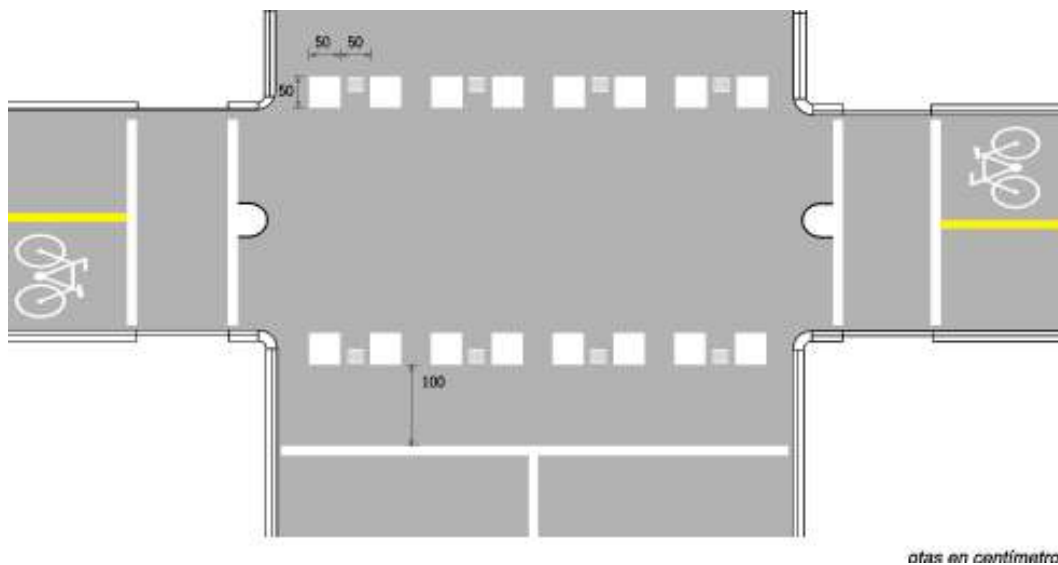


FIGURA 6.3-25 DEMARCACIÓN DE INTERSECCIÓN CON VEHÍCULOS MOTORIZADOS

Esta banda, cuando coexista con cruces peatonales, se intercala preferentemente entre la banda destinada a dichos cruces - dos líneas blancas continuas - y la línea de parada de la rama de acceso al cruce. (Ver Figura 6.3-26). Sólo excepcionalmente el paso de peatones puede ser compartido por peatones y ciclistas.

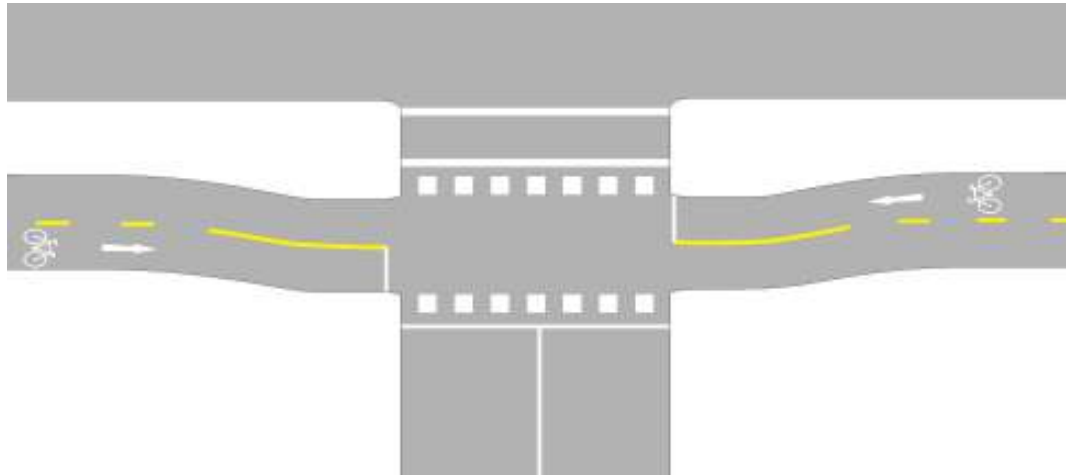


FIGURA 6.3-26 DEMARCACIÓN DE INTERSECCIÓN CON CRUCE PEATONAL

6.3.6.8 Líneas longitudinales para ciclobandas

Estas líneas se utilizan para indicar la existencia de un sector de la calzada o acera donde se permite sólo la circulación de bicicletas o éstas tienen prioridad sobre otros vehículos.

a. Líneas longitudinales continuas

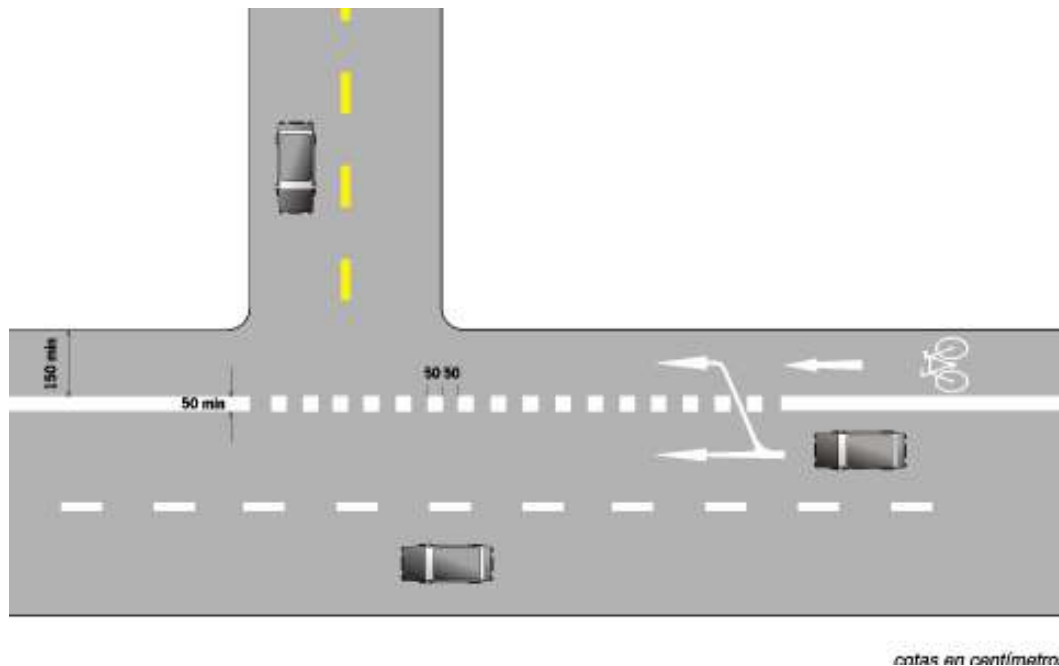
Estas líneas se emplean para delimitar la zona de la calzada o acera cuyo uso está destinado sólo a bicicletas. Su ancho mínimo, en calzadas, debe ser 50 cm. Ver Figura 6.3-27

El borde externo de la línea, esto es, el adyacente a la superficie de rodadura para vehículos motorizados, debe estar a 3 m, como mínimo, de la solera opuesta. El ancho mínimo de la ciclobanda, medido desde el borde interno de la línea, debe ser de a lo menos a 1,5 m.

Tratándose de ciclobandas emplazadas en aceras, el ancho de las líneas longitudinales que las delimitan puede reducirse hasta a 15 cm. o bien, puede prescindirse de tales líneas, siempre y cuando la superficie de la ciclobanda sea de un color que contraste efectivamente con el de las aceras.

b. Líneas longitudinales segmentadas

Estas líneas se emplean en las cercanías de intersecciones, para indicar a los conductores de vehículos motorizados dónde pueden virar a la derecha, siempre que en la cercanía del cruce no se encuentren ciclistas utilizando la ciclobanda. Su patrón debe ser de 1 m, con una relación de 0.5 m demarcado seguido de una brecha de 0.5 m. Ver Figura 6.3-27.



notas en centímetros

FIGURA 6.3-27 DEMARCACIONES SEGMENTADA PARA VIRAJE DE VEHÍCULO MOTORIZADO

6.3.6.9 Líneas transversales

Las líneas transversales se utilizan en cruces a nivel de una cicloruta con rutas utilizadas por vehículos motorizados, para indicar el lugar antes del cual las bicicletas deben detenerse. Pueden ser continuas o segmentadas.

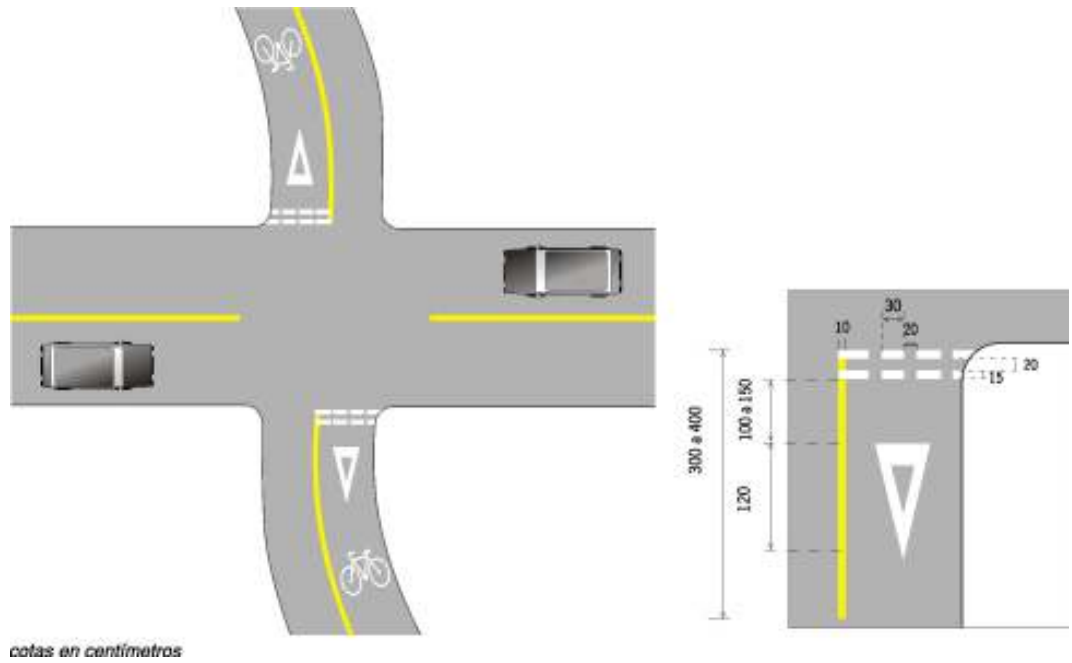
En ciclocalles se debe utilizar la demarcación de prioridad definida en el Capítulo 1 de este volumen. En ciclobandas y ciclovías que cruzan vías convencionales en que circulan vehículos motorizados se deben utilizar las siguientes:

a. Cruce controlado por señal Ceda el Paso

La demarcación transversal en el acceso a un cruce controlado por señal CEDA EL PASO está compuesta por una Línea de Detención -compuesta por líneas segmentadas- a la que debe agregarse el símbolo respectivo.

La línea de detención indica al ciclista que la enfrenta, el lugar más próximo a la intersección donde debe detenerse, si en el flujo de vehículos motorizados por la vía prioritaria no existe un espacio suficiente para cruzar la intersección con seguridad. Debe ubicarse donde el ciclista tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria.

El patrón y relación de los segmentos que conforman esta línea se detalla junto al símbolo CEDA EL PASO en la Figura 6.3-28.



cotas en centímetros

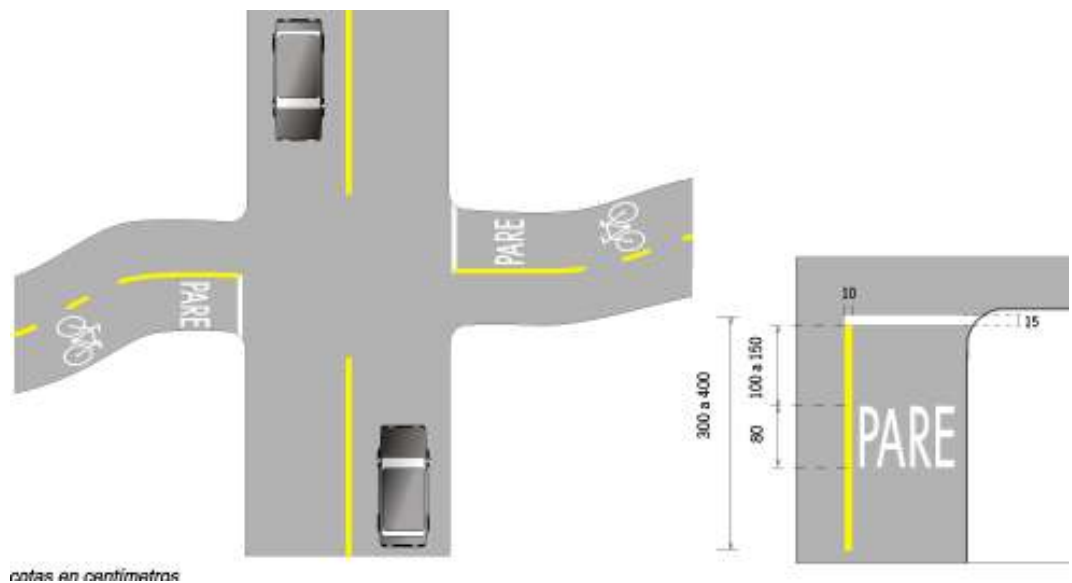
FIGURA 6.3-28 SEÑALIZACIÓN CEDA EL PASO

b. Cruce controlado por señal Pare

La demarcación transversal del acceso a un cruce controlado por señal PARE está compuesta por una Línea de Detención - en este caso continua -, a la cual debe agregarse la leyenda "PARE".

El propósito de tal demarcación es indicar a los ciclistas que la enfrentan que se deben detener siempre y que sólo pueden reanudar la marcha después de cerciorarse de que pueden cruzar la vía prioritaria con seguridad, eliminando totalmente la posibilidad de accidentes. Debe ubicarse donde el ciclista tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria.

Su ancho es de 15 cm, como se muestra en la Figura 6.3-29.



cotas en centímetros

FIGURA 6.3-29 CRUCE CONTROLADO POR SEÑAL PARE

c. Cruce semaforizado

La demarcación transversal en el acceso a un cruce semaforizado está constituida por una Línea de Detención Continua, de 0.15 m de ancho, cuyo propósito es indicar a los ciclistas que enfrentan luz roja, el lugar más próximo al cruce donde deben detenerse.

Se ubica a no más de 1 m antes del poste que sustenta la lámpara del semáforo que enfrenta a los ciclistas. Ver Figura 6.3-30.

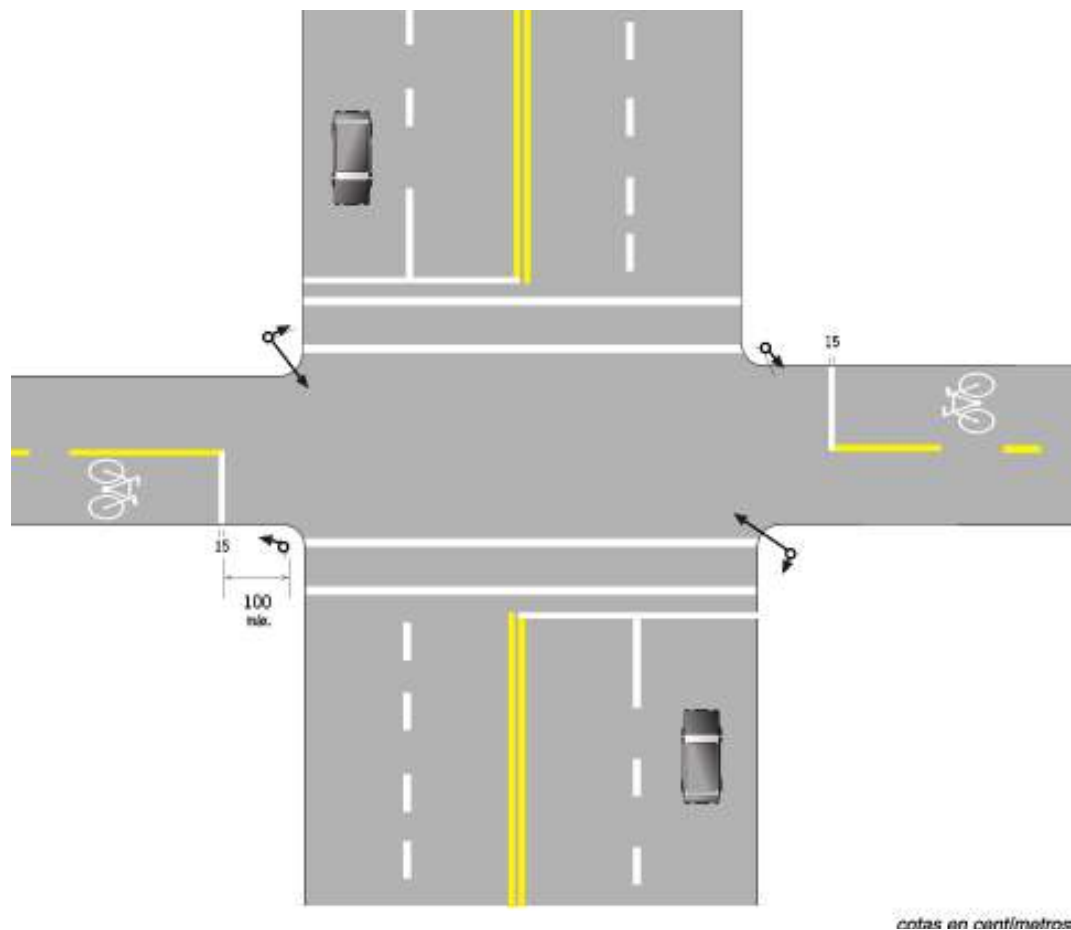


FIGURA 6.3-30 SEÑALIZACIÓN EN INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA

6.3.6.10 Símbolos y leyendas

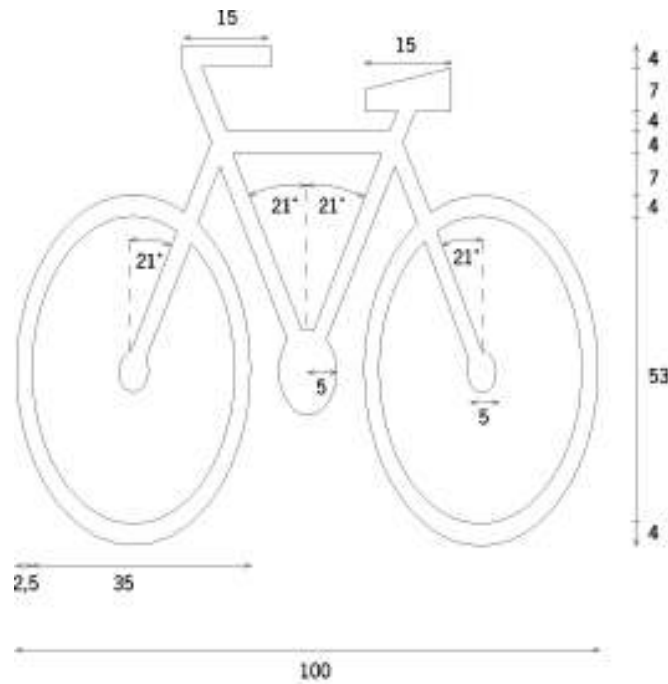
Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al ciclista maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación el símbolo de ciclo vía o ciclobanda, las flechas y señales como CEDA EL PASO, PARE, entre otras.

Estas señales deben demarcarse en el centro de cada una de las pistas en que se aplican y si las condiciones del tránsito o de la vía lo hacen necesario pueden ser repetidas a lo largo de la cicloruta.

a. Ciclo vía o ciclobanda

Este símbolo advierte que la calzada o pista donde se ubica está destinada sólo a la circulación de bicicletas. Se debe demarcar siempre que exista la posibilidad de ingreso a la ciclo vía o ciclobanda de otro tipo de vehículos, como ocurre en intersecciones y conexiones con calzadas laterales.

Tiene la forma de una bicicleta. Sus dimensiones para un ancho de pista de 1,2 m se detallan en la Figura 6.3-31 Cuando dicho ancho sea inferior, tales dimensiones deberán reducirse proporcionalmente.



cotas en centímetros

FIGURA 6.3-31 DEMARCACIÓN DE CICLORUTAS

En las ciclobandas se recomienda reiterar esta demarcación cada 30 m.

Puede utilizarse como complemento de la señal vertical SOLO BICICLETAS (SC-4).

También es conveniente proveer este símbolo al interior de cruces no semaforizados de ciclovías con vías convencionales. Ver Figura 6.3-32. Cuando este símbolo se demarca después de un cruce con una vía convencional debe complementarse con la flecha recta a que se refiere el punto (c en literal a) Ver Figura 6.3-33.

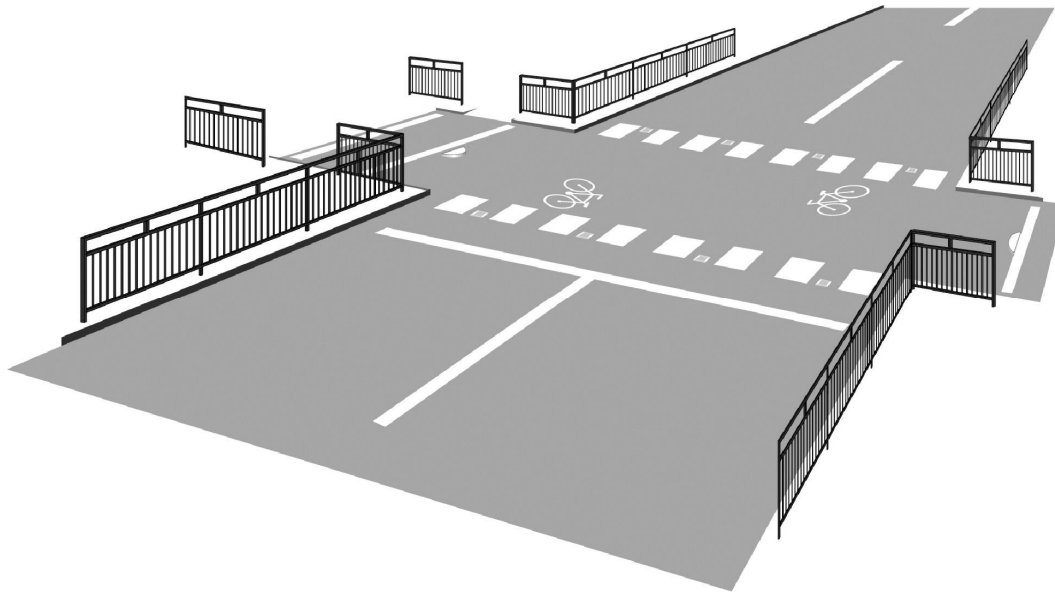


FIGURA 6.3-32 DEMARCACIÓN INTERSECCIÓN DE CICLORUTA

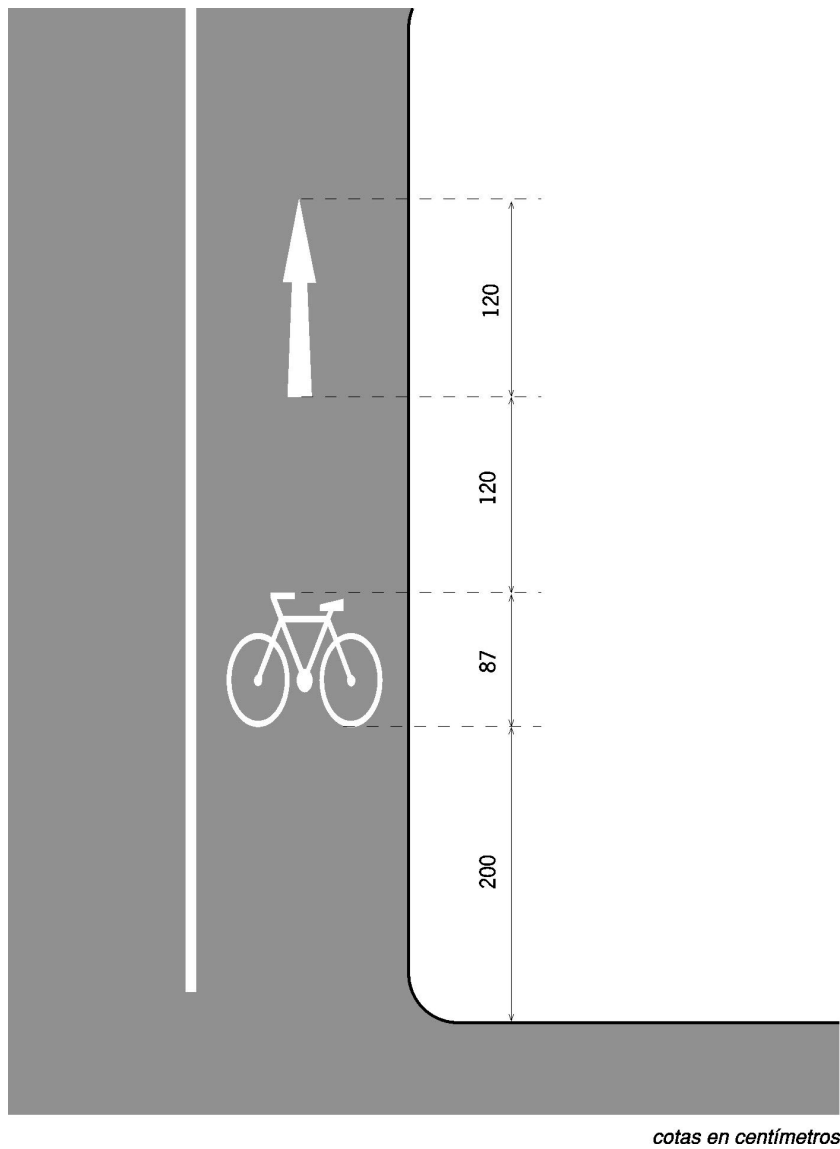


FIGURA 6.3-33 DETALLE UBICACIÓN DE SÍMBOLOS Y FLECHAS

b. Ceda el paso

Este símbolo debe utilizarse según lo señalado en 6.3.6.9a. Ver Figura 6.3-34.

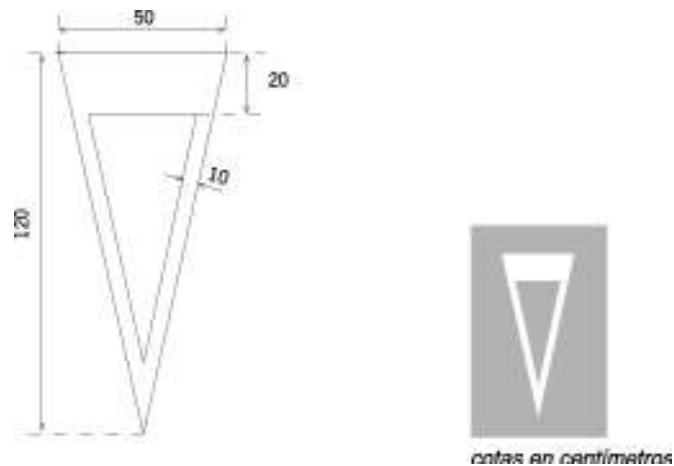


FIGURA 6.3-34 DEMARCACIÓN CEDA EL PASO

c. Flechas

Las flechas demarcadas en el pavimento se utilizan fundamentalmente para indicar y advertir al ciclista la dirección y sentido que debe seguir cuando transita por una cicloruta.

En el caso de ciclobandas también tiene aplicación la flecha de incorporación a pista de tránsito exclusivo a que alude el Capítulo 2 de este volumen.

Según las maniobras asociadas a ellas se clasifican en:

- Flecha recta
- Flecha de viraje
- Flecha recta y de viraje
- Flecha de incorporación a pistas de tránsito exclusivo

Flecha recta: Esta flecha indica que la pista donde se ubica está destinada al tránsito que continúa en línea recta. En general se utilizan en aproximaciones a intersecciones, empalmes o enlaces. También se utiliza complementando el símbolo de ciclovía o ciclobanda según lo expresado en el punto a.

El detalle de esta flecha se muestra en la Figura 6.3-35

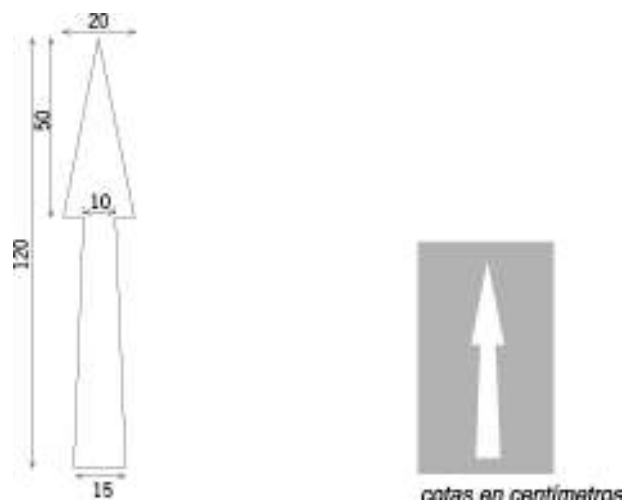
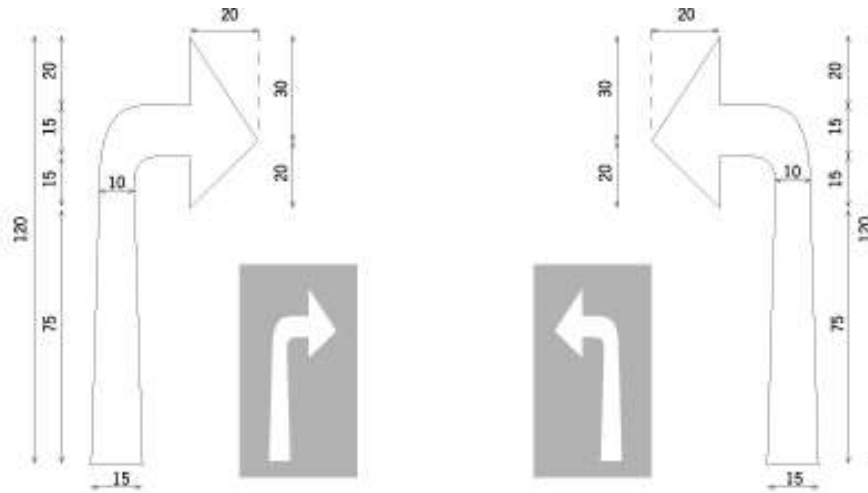


FIGURA 6.3-35 DEMARCACIÓN DE FLECHA RECTA

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 para señalar a los ciclistas que en el cruce sólo es posible virar.

El detalle de esta flecha se muestra en la Figura 6.3-36.

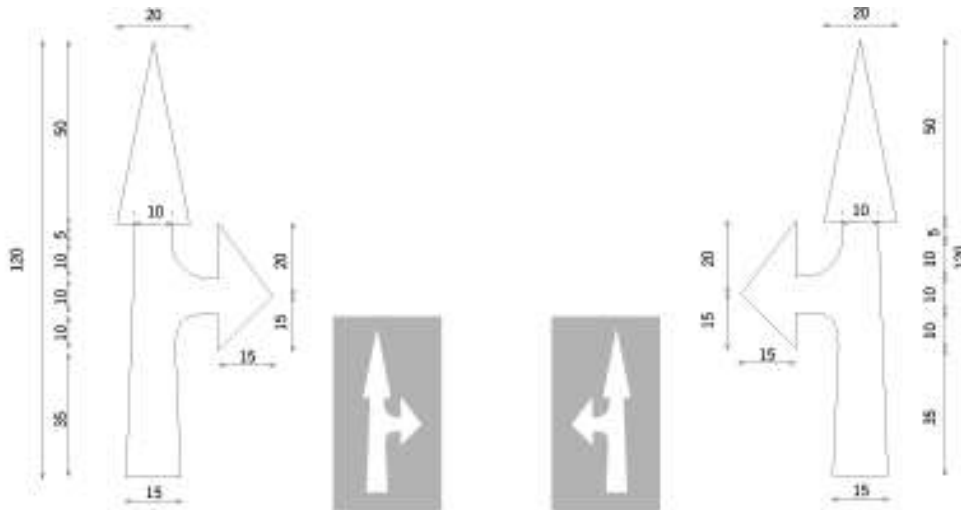


cotas en centímetros

FIGURA 6.3-36 FLECHA DE VIRAJE

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 y empalmes para advertir a los conductores las maniobras permitidas en esos lugares.

El detalle de esta flecha se muestra en la Figura 6.3-37.



cotas en centímetros

FIGURA 6.3-37 FLECHA RECTA Y VIRAJE

Flecha de incorporación: Esta flecha indica a conductores de vehículos motorizados excluidos de circular por ciclobandas, los lugares donde pueden ingresar a éstas para virar a la derecha. Ver Figura 6.3-27.

Las dimensiones de esta flecha para un ancho de pista de 1,2 m se detallan en la Figura 6.3-38 Cuando dicho ancho sea inferior, tales dimensiones deberán reducirse proporcionalmente.

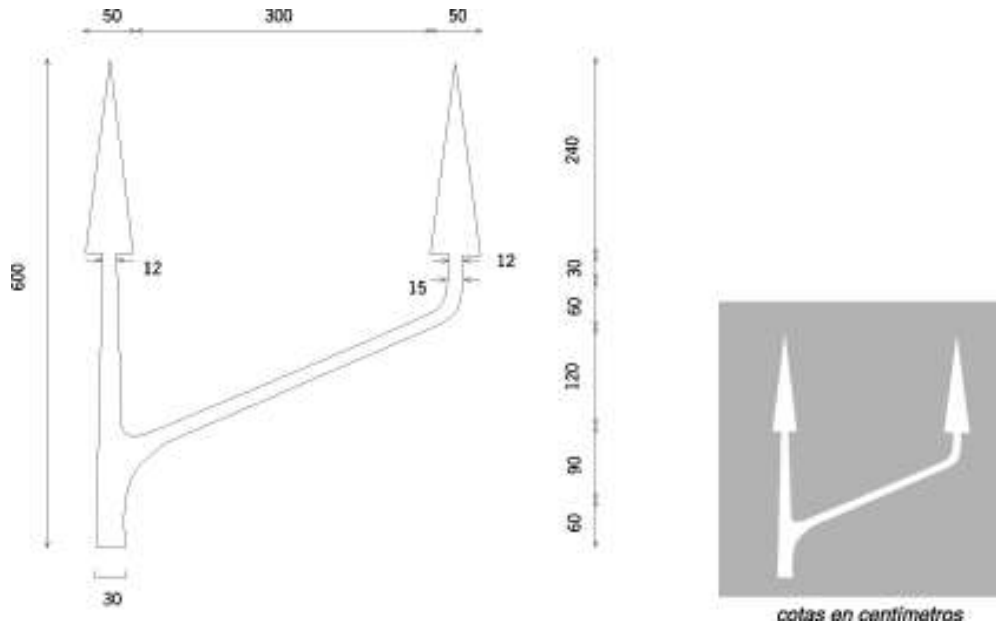


FIGURA 6.3-38 FLECHA INGRESO VEHÍCULO MOTORIZADO A CICLOVÍA

d. Leyendas

Si bien se prefieren señales con mensajes simbólicos en lugar de escritos, ya que el uso de símbolos facilita su comprensión, existen mensajes que sólo se pueden entregar a través de leyendas. Las más comunes se detallan en el Capítulo 2 de este volumen y deben ser construidas sólo con el tipo de letra detallado en ese Capítulo. En todo caso, a continuación se detallan las de mayor uso en el caso de facilidades para ciclistas.

Lento: Esta leyenda se puede utilizar para advertir al ciclista a circular a baja velocidad. Sus dimensiones para un ancho sea inferior, tales dimensiones deberán reducirse proporcionalmente de una situación de riesgo que hace aconsejable e pista de 1,2 m se detallan en la Figura 6.3-39. Cuando dicho proporcionalmente.



FIGURA 6.3-39 DEMARCACIÓN DE TEXTO "LENTO"

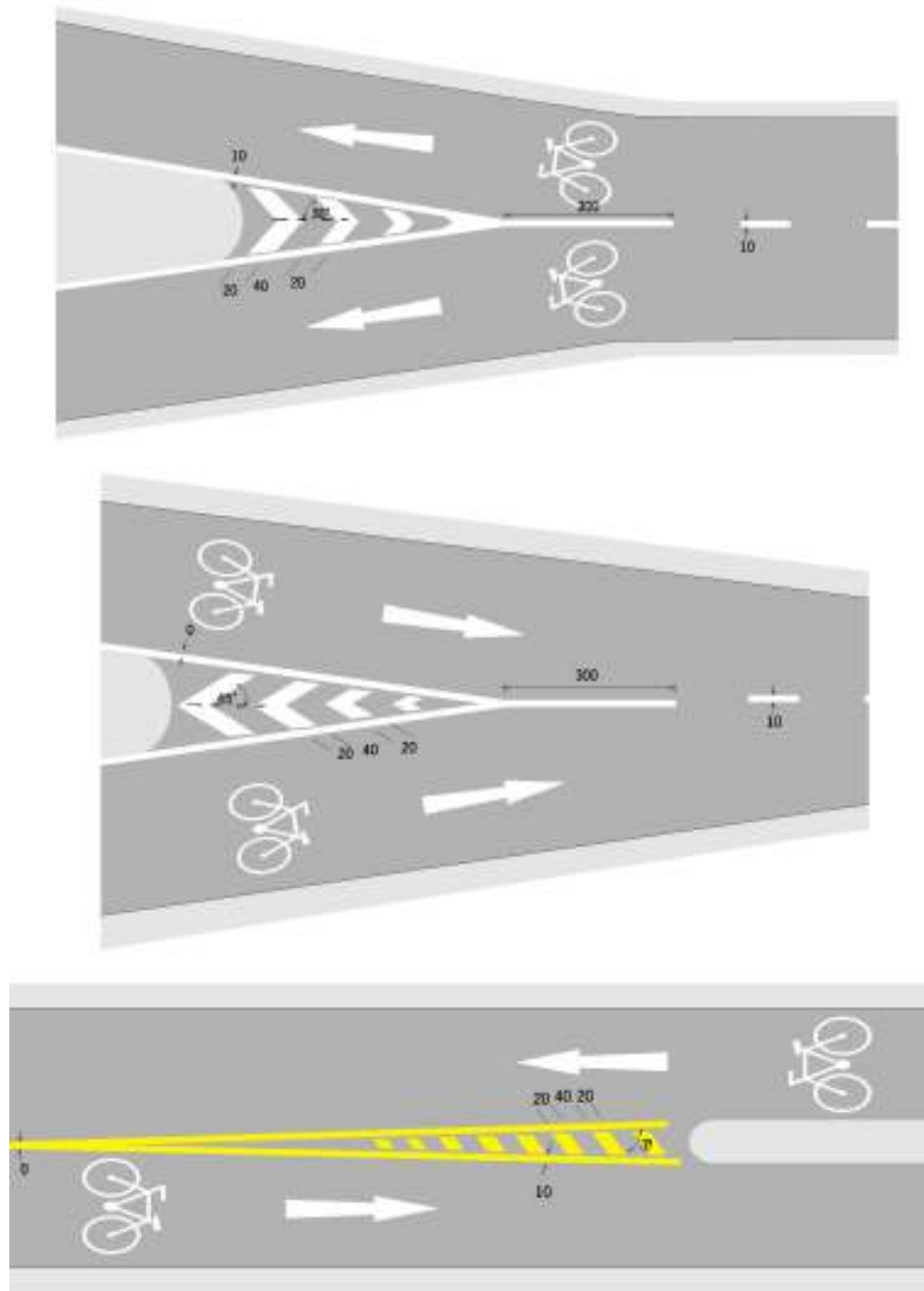
Pare: Esta leyenda se utiliza para indicar a los ciclistas la obligación de detenerse ante un cruce. Se debe ubicar antes del símbolo que la complementa, en el sentido de circulación. Ver Figura 6.3-29 y Figura 6.3-40 En el caso de pistas de ancho inferior a 1,2 m, las dimensiones especificadas en la Figura 6.3-40 deben reducirse proporcionalmente.



FIGURA 6.3-40 DEMARCACIÓN DE TEXTO "PARE"

6.3.6.11 Demarcación de tránsito divergente y convergente

Cuando exista una isla central o bandejón en la ciclovía, se debe canalizar el flujo divergente o convergente según se muestra en la Figura 6.3-41.



continúa en el capítulo 6

FIGURA 6.3-41 DEMARCACIÓN DE ACHURADOS

6.4 SEMÁFOROS EN CICLORUTAS

En general los cruces semaforizados de una cicloruta permiten regular la circulación de los ciclistas a través de las lámparas de semáforos vehiculares y peatonales. Sin embargo, se deben instalar cabezales y lámparas especiales para los ciclistas cuando, desde la línea de parada de la ciclovía o ciclobanda, no sea posible ver al frente alguna de dichas lámparas, o cuando los ciclistas deben recibir indicaciones diferentes a las entregadas por los cabezales destinados a peatones y otros vehículos.

Los cabezales especiales dirigidos hacia los ciclistas están conformados por dos lentes, rojo y verde, con la indicación mostrada en la Figura 6.4-1.

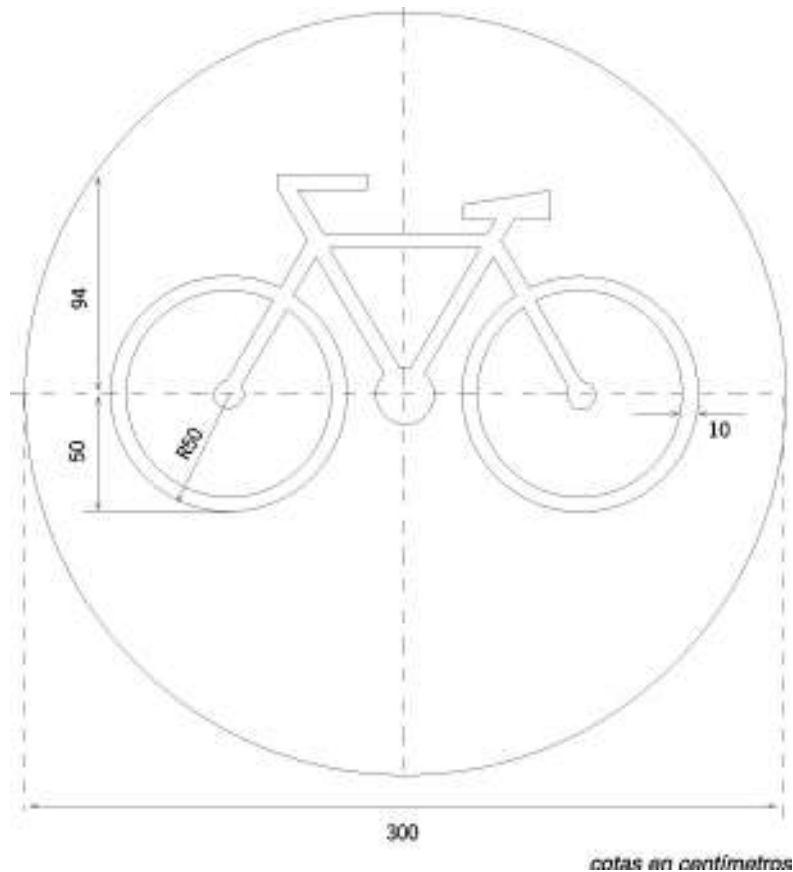


FIGURA 6.4-1 CABEZAL DE SEMÁFORO EN CICLORUTA

6.5 SEÑALES ESPECIALES PARA CRUCES CON CICLOVÍAS

La señalización que advierte a los conductores de vehículos motorizados la proximidad de un cruce con una ciclovía no regulado, puede ser reforzada con luces y/o bandas alertadoras

6.5.1 Luces

Esta señal debe ser amarilla y parpadeante "Flashing". Un ejemplo con sus dimensiones se especifican en la Figura 6.5-1.

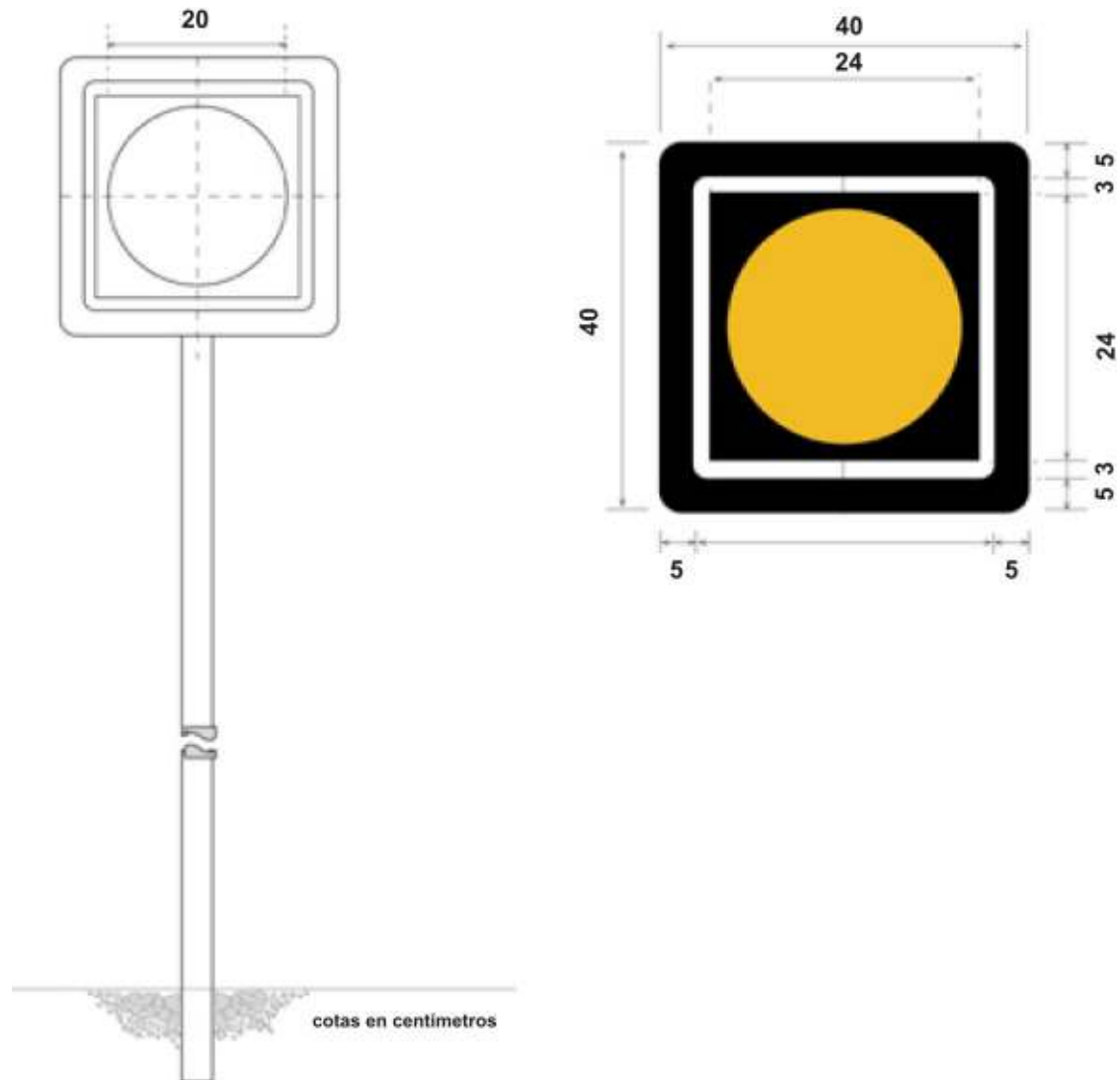


FIGURA 6.5-1 SEÑAL LUMINOSA EN CRUCE NO REGULADO (SIN PRIORIDAD)

6.5.2 Bandas alertadoras

Las bandas alertadoras se pueden utilizar también para advertir a los conductores que circulan por una vía convencional sobre la existencia de un cruce con una ciclovía.

Esta demarcación está constituida por un grupo de bandas blancas dispuestas en forma transversal a la vía convencional, estando cada banda formada por una serie de a lo menos 10 franjas, cuya altura varía entre 6 y 15 mm, no excediendo su ancho de 15 cm. y dispuestas como se muestra en la Figura 6.5-2.

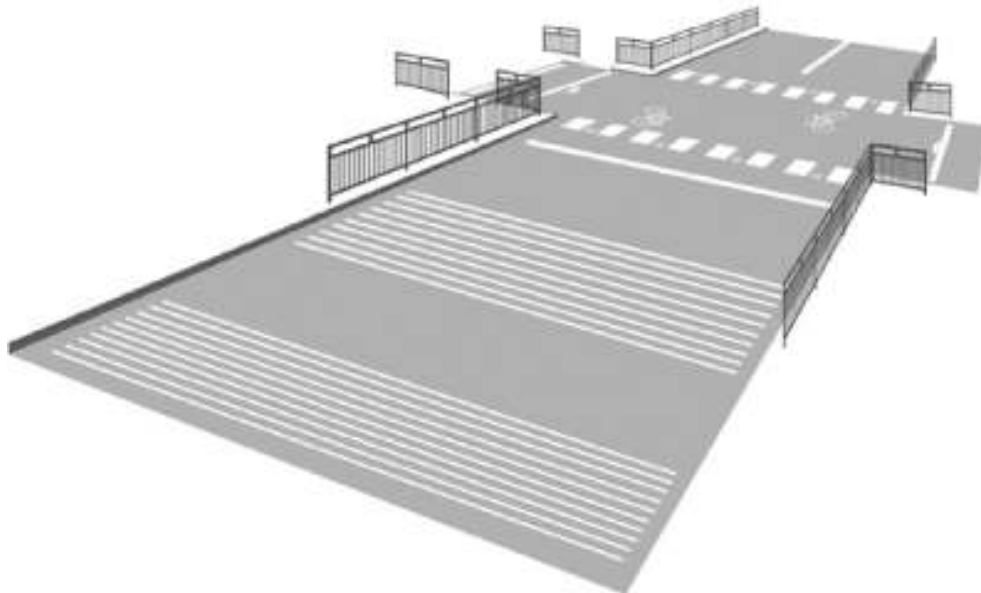


FIGURA 6.5-2 DISPOSICIÓN DEMARCACIÓN DE BANDAS ALERTADORAS

La especificación detallada de esta demarcación se encuentra en la sección 2.9.1.4 del Capítulo 2 de este Volumen.

6.6 CONTROL DE TRÁNSITO EN ZONAS ESCOLARES

El control de tránsito en zonas escolares no difiere sustancialmente del control de tránsito de peatones y bicicletas.

Las rutas escolares deben ser planificadas tomando ventaja de la protección proporcionada por los controles de tránsito diseñados para peatones y bicicletas existentes. Este criterio de diseño podría hacer necesario que los niños caminen por rutas no tan directas, y sobre distancias mayores, pero aprovechando los cruces protegidos por dispositivos existentes.

6.6.1 Vallas peatonales

Al término de la jornada escolar, los niños suelen salir a la calle corriendo o jugando y bajar sorpresivamente a la calzada, lo que constituye un permanente riesgo de accidentes de tránsito. Para evitarlos, el colegio puede instalar rejas –llamadas vallas peatonales- frente a la puerta del establecimiento, las cuales impiden que las carreras de los niños terminen en la calzada.

Estas vallas, que deben medir tres veces el ancho de la puerta, no sólo disminuyen la probabilidad de atropellos, sino también de choques o colisiones que ocurren cuando un vehículo trata de esquivar a un menor que se le cruza intempestivamente.

El propósito de las vallas peatonales es impedir el ingreso de peatones a la calzada en lugares inconvenientes y guiar a éstos al lugar adecuado para cruzar. La longitud apropiada de éstas depende de la ubicación de la facilidad peatonal en relación a la intersección o zona de cruce habitual de los peatones. No obstante, en el caso de Pasos Cebra en tramos de vía, se deben disponer a lo largo de 10 m, como mínimo, a cada lado de sus accesos. La provisión de longitudes mayores - si las circunstancias lo permiten - las tornará más efectivas.

Las vallas peatonales deben ubicarse sobre la acera, en forma paralela al eje longitudinal de la calzada y a una distancia entre 10 y 20 cm. del borde de la solera. Su altura debe ser de a lo menos 1 m y su diseño debe ser tal, que sean difíciles de trepar.

La Figura 6.6-1 muestra ejemplos de vallas peatonales.

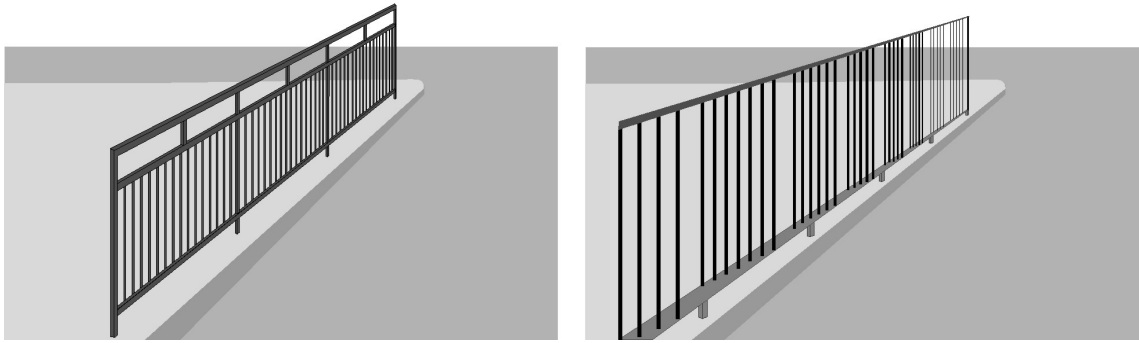


FIGURA 6.6-1 EJEMPLO DE VALLAS PEATONALES

Las vallas peatonales y sus componentes no deben presentar cantos vivos o proyecciones que puedan causar heridas a las personas o daños a la vestimenta. Las áreas soldadas deben quedar limpias de escoria y libres de poros visibles, recomendándose terminar las vallas con 2 manos de anticorrosivo antes de la aplicación del esmalte.

En relación con las especificaciones técnicas, las vallas deben ser construidas de acero, recomendándose las siguientes especificaciones:

- La distancia vertical entre la viga superior e inferior debe ser 900 ± 5 mm.
- Cuando se utiliza una viga intermedia, la distancia de ésta a la viga superior será de 200 ± 5 mm.
- Una vez instalada la valla peatonal, la distancia vertical entre la viga inferior y el terreno no debe exceder de 150 mm, y el alto de la valla deberá ser mayor que 1,0 m.
- La distancia entre los centros de dos postes adyacentes será de $2 \text{ m} \pm 5$ mm.
- El espacio entre la viga superior y la inferior debe ser provisto de barrotes, los que pueden ser instalados por soldadura, pernos u otro medios especificados por el comprador.
- La separación máxima entre barrotes, y entre un barrote y un poste es de 100 mm.
- Deben ser construidas en acero, recomendándose las siguientes especificaciones.

TABLA 6.6-1 DIMENSIONES PERFILES DE ACERO, VALLAS PEATONALES

Viga superior	Perfil 40x40x2.0
Viga intermedia	Perfil 30x30x2.0
Viga inferior	Perfil 30x30x2.0
Barra de refuerzo	Perfil 40x40x2.0
Poste	Perfil 40x40x2.0
Barrotes	Perfil 15x15x2.0
Poyo hormigón	30x30x40 cm. (dosificación 250 Kg. cm/m3)

- Los postes deben quedar empotrados a lo menos 30 cm. en poyos de hormigón ubicados a lo largo del desarrollo de la valla, siendo conveniente reforzar los anclajes.

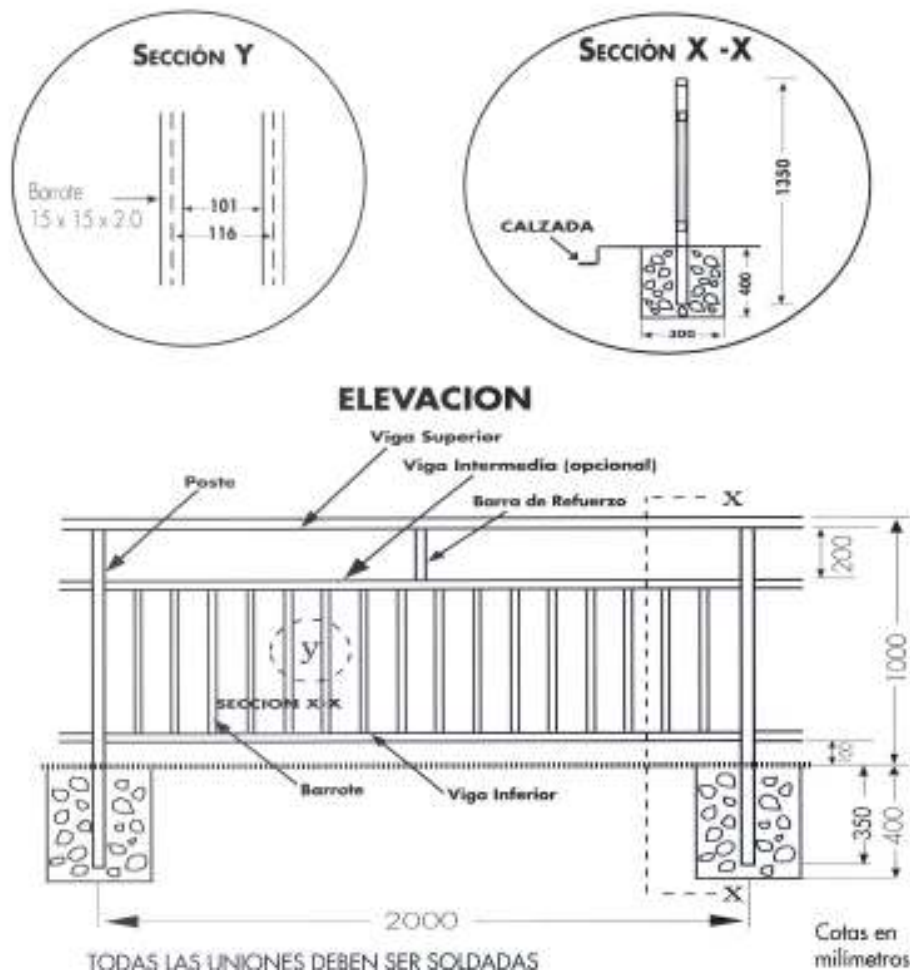


FIGURA 6.6-2 DISEÑO DE VALLAS PEATONALES

6.6.2 Visibilidad de escolares

Sin lugar a dudas que detrás de cada niño atropellado hay un conductor que no pudo verlo a tiempo como para evitarlo o detenerse. Para corregir esta situación existen diversas medidas, desde restringir el estacionamiento en la zona de escuela (con lo cual se evita que los escolares aparezcan intempestivamente en la calzada entre vehículos estacionados) hasta proveer barreras frente a la puerta del colegio, de tal forma de impedir que los niños corran hasta la calzada.

Sin embargo, una medida simple que ayudará a mejorar la visibilidad de los estudiantes es que eviten el uso de parkas de color oscuro. Es por todos sabido que los escolares transitan por las calles en "horarios de penumbra"; es decir, temprano en la mañana o al anochecer, dependiendo de su jornada escolar. El color azul, tradicional de la parka y del uniforme escolar, se mimetiza fácilmente con el ambiente y los colores de fondo de las calles, reduciendo la posibilidad de que el conductor identifique a tiempo la presencia de estudiantes.

Se propone en consecuencia, que los escolares usen parkas de colores fuertes, brillantes, para que sean fácilmente visibles. Si todos los escolares usaran parkas de colores fuertes, los conductores no se verían enfrentados al riesgo de atropellar a un escolar que, por los colores de su vestimenta, se ha mimetizado con otros elementos del entorno y no es adecuadamente visible.

6.6.3 Demarcación complementaria

Como demarcación complementaria, se recomienda la instalación de tachas reflectantes a lo largo del eje de la calzada en el tramo previo al paso peatonal para alertar a los vehículos acerca de éste.

Los modelos estándar de tachas tienen la forma de un tronco piramidal. Su altura no debe superar los 20,0 mm, con un ancho máximo de 130 mm en su cara frontal, de modo que no afecte la circulación de los vehículos. El ángulo entre la cara reflectante y la base no debe ser mayor a 45°. Ambas caras deben ser retrorreflectantes de color rojo, en la demarcación de la curva.

ANEXO A	1
1.1 CONFECCIÓN DE LEYENDAS DE SEÑALES DE TRÁNSITO	1
1.2 MAYÚSCULAS	2
1.2.1 LETRAS Y NÚMEROS	2
1.2.2 ESPACIAMIENTO	8
1.3 MINÚSCULAS	10
1.3.1 MODELOS PARA EL TRAZO.....	10
1.4 ESPACIAMIENTOS	14
1.4.1 ESPACIAMIENTO ENTRE MAYÚSCULA INICIAL Y MINÚSCULA, ASÍ COMO ENTRE MINÚSCULAS	14

ANEXO A

1.1 CONFECCIÓN DE LEYENDAS DE SEÑALES DE TRÁNSITO

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

Es por ello que para la confección de leyendas de señales de tránsito sólo se deben utilizar la tipografía y espaciamientos definidos en este Anexo. Dicha tipografía ha sido diseñada especialmente para señalización de tránsito, asegurando con su forma la legibilidad de cada letra o número a distancia.

Dicha tipografía entrega una visibilidad de entre 4,3 y 5 metros por cada centímetro de altura. Así, las letras de 20 cm. de alto son legibles a una distancia máxima de entre 86 y 100 m; letras de 8 cm. son legibles entre 34 y 40 m; y letras de 4 cm. son apenas legibles entre 17 y 20 m. Estas distancias corresponden a estimaciones generales, en condiciones ideales. Para cada individuo pueden variar según el estado del parabrisas del vehículo o de su visión.

TABLA 1.1-1

Velocidad (Km/hr)	Altura de letras en centímetros	
	Leyendas simples	Leyendas complejas
40	7,5	12,5
50	12,5	17,5
60	15,0	22,5
70	15,0	30,0
80	20,0	30,0
90	20,0	35,0
100	25,0	35,0
110	25,0	35,0

Las dimensiones especificadas en este Manual pueden ser aumentadas, manteniendo sus proporciones, cuando un estudio técnico de las condiciones del tránsito y del entorno lo justifique.

En el caso de las señales reglamentarias y de advertencia de peligro, en las que el mensaje se entrega fundamentalmente por medio de símbolos, las leyendas, cuando existen, y dado que éstas complementan al símbolo, se pueden escribir con letras de menores dimensiones que las especificadas para señales informativas, en las que el mensaje es entregado fundamentalmente a través de la leyenda.

En señales reglamentarias y de advertencia de peligro, las leyendas deben ir en mayúsculas cualquiera sea su tamaño. En señales informativas, se pueden utilizar minúsculas cuando la altura de la letra que corresponda a la velocidad máxima de la vía sea superior a 15 cm.

No obstante lo anterior, es conveniente usar el mismo tamaño de letra para todas las señales informativas de una vía, aun cuando la velocidad máxima o de operación de ella disminuya por cualquier razón, debiendo usarse, a lo largo de toda la vía, la altura que corresponda a la del tramo de mayor velocidad. Esto se debe a que las mismas condiciones que inducen bajas velocidades, como son el alto volumen de tránsito, intersecciones frecuentes o alineación desfavorable, generalmente requieren de una mayor legibilidad, lo que se consigue aumentando el tamaño mínimo de letra.

1.2 MAYÚSCULAS

1.2.1 LETRAS Y NÚMEROS

La tipografía a utilizar en la confección de señales de tránsito tiene una relación base a altura igual a 1:1,4. Esta relación es aproximada, ya que hay variaciones menores en los anchos y alturas de letras y números.

Las letras y números pueden ser reproducidos en el tamaño que se desee, guiándose por la Tabla de Dimensiones que corresponda. Cuando se requieran alturas no contempladas en la tabla, los ajustes deben efectuarse en forma proporcional.

El ancho del rasgo de las letras y números es uniforme en cada una de las medidas del alfabeto, excepto donde sea indicado de otra manera.

Todos los caracteres que tienen un arco arriba o abajo rebasan ligeramente las líneas horizontales de los encuadres de las otras letras. Esto está acorde con la práctica aceptada para letras redondeadas.

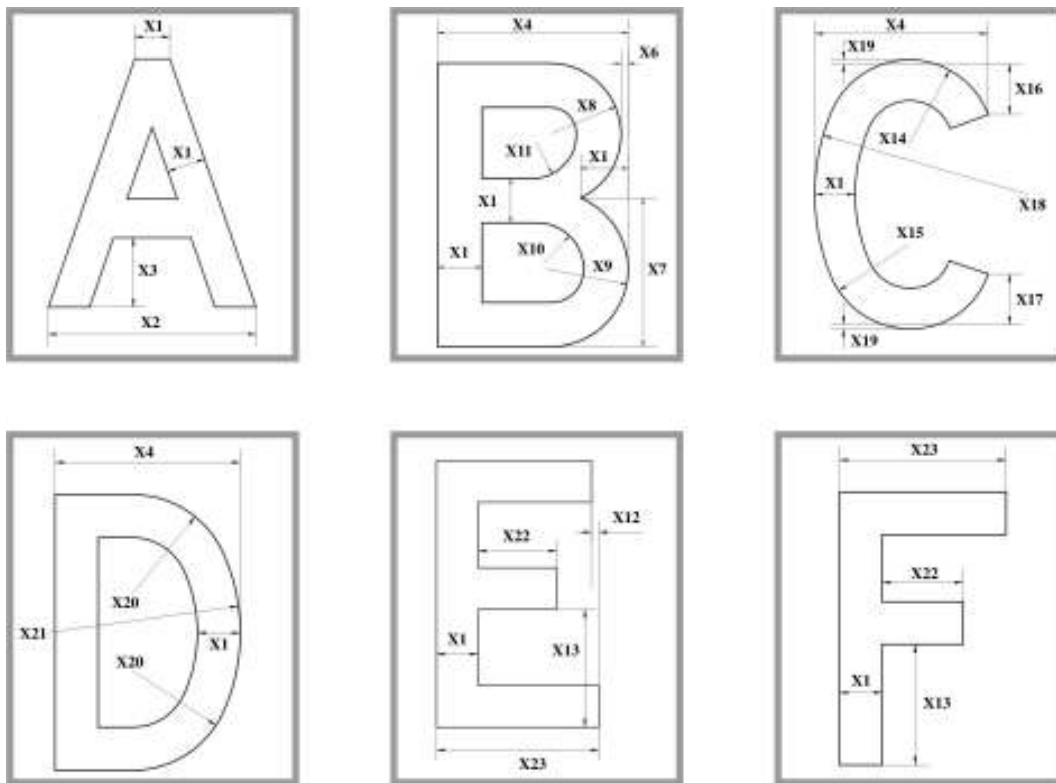


FIGURA 1.2-1

TABLA 1.2-1

Altura	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
5	0,8	4,2	1,4	3,4	2,2	0,1	2,6	1,3	1,4	0,8	0,8	0,2	2,2
7,5	1,2	6,3	2,1	5	3,3	0,2	3,9	1,9	2	1,2	1,2	0,2	3,3
10	1,6	8,4	2,8	6,7	4,4	0,2	5,2	2,5	2,7	1,6	1,6	0,3	4,4
12,5	2	10,5	3,5	8,4	5,5	0,3	6,5	3,1	3,4	2	2	0,4	5,5
15	2,4	12,6	4,2	10	6,6	0,3	7,8	3,8	4,1	2,4	2,4	0,5	6,6
17,5	2,7	14,6	4,9	11,7	7,7	0,4	9,1	4,4	4,7	2,8	2,7	0,5	7,7
20	3,1	16,7	5,6	13,4	8,8	0,5	10,5	5	5,5	3,3	3,1	0,6	8,8
22,5	3,5	18,8	6,3	15,1	9,9	0,6	11,8	5,6	6,2	3,7	3,5	0,7	9,9
25	3,9	20,9	7	16,8	11	0,6	13,1	6,3	6,9	4,1	3,9	0,8	11
30	4,7	25,1	8,4	20,2	13,1	0,7	15,7	7,5	8,2	4,9	4,7	0,9	13,1
45	7	37,7	12,7	30,2	19,7	1,1	23,6	11,3	12,3	7,3	7	1,4	19,7

TABLA 1.2-2

Altura	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23
5	1,6	1,6	1	1,1	3,9	0,1	1,8	3,5	1,4	3
7,5	2,4	2,4	1,5	1,6	5,9	0,1	2,7	5,3	2,2	4,6
10	3,3	3,2	2	2,2	7,9	0,2	3,6	7	2,9	6,1
12,5	4,1	4	2,5	2,7	9,8	0,2	4,5	8,8	3,6	7,6
15	4,9	4,8	3	3,3	11,9	0,2	5,4	10,5	4,3	9,1
17,5	5,7	5,6	3,5	3,8	13,8	0,3	6,3	12,3	5,1	10,7
20	6,6	6,4	4,1	4,4	15,8	0,3	7,2	14,1	5,8	12,2
22,5	7,4	7,2	4,6	5	17,8	0,3	8,1	15,9	6,5	13,7
25	8,3	8	5,1	5,5	19,8	0,4	9	17,6	7,3	15,3
30	9,8	9,6	6,1	6,6	23,7	0,5	10,8	21,1	8,7	18,3
45	14,7	14,4	9,1	9,9	35,5	0,7	16,2	31,6	13	27,4

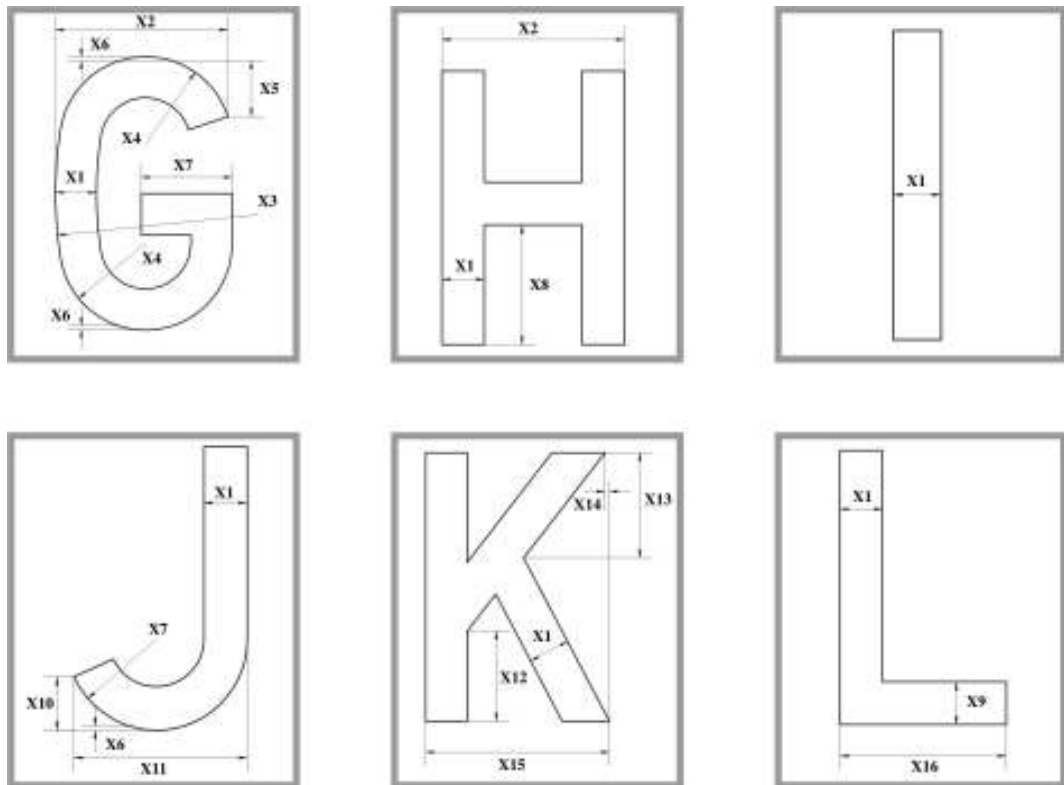


FIGURA 1.2-2

TABLA 1.2-3

Altura	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
5	0,8	3,4	5	1,6	1,1	0,1	1,6	2,2	0,7	0,9	3,1	1,7	1,9
7,5	1,2	5	7,5	2,4	1,6	0,1	2,4	3,3	1,1	1,3	4,7	2,6	2,9
10	1,6	6,7	10	3,2	2,2	0,2	3,3	4,4	1,5	1,8	6,3	3,4	3,9
12,5	2	8,4	12,5	4	2,7	0,2	4,1	5,5	1,8	2,2	7,8	4,3	4,9
15	2,4	10	15	4,8	3,3	0,2	4,9	6,6	2,2	2,7	9,4	5,2	5,9
17,5	2,7	11,7	17,5	5,6	3,8	0,3	5,7	7,7	2,6	3,1	10,9	6	6,8
20	3,1	13,4	20	6,4	4,4	0,3	6,6	8,8	3	3,6	12,5	6,9	7,8
22,5	3,5	15,1	22,5	7,2	5	0,3	7,4	9,9	3,4	4,1	14,1	7,8	8,8
25	3,9	16,8	25	8	5,5	0,4	8,3	11	3,8	4,5	15,6	8,6	9,8
30	4,7	20,2	30	9,6	6,6	0,5	9,8	13,1	4,4	5,4	18,8	10,3	11,7
45	7	30,2	45	14,4	9,9	0,7	14,7	19,7	6,7	8,1	28,1	15,5	17,6

TABLA 1.2-4

Altura	X14	X15	X16
5,0	0,1	3,4	3,0
7,5	0,2	5,2	4,6
10,0	0,2	6,9	6,1
12,5	0,3	8,6	7,6
15,0	0,3	10,3	9,1
17,5	0,4	12,0	10,7
20,0	0,5	13,8	12,2
22,5	0,6	15,5	13,7
25,0	0,6	17,3	15,3
30,0	0,8	20,6	18,3
45,0	1,1	31,0	27,4

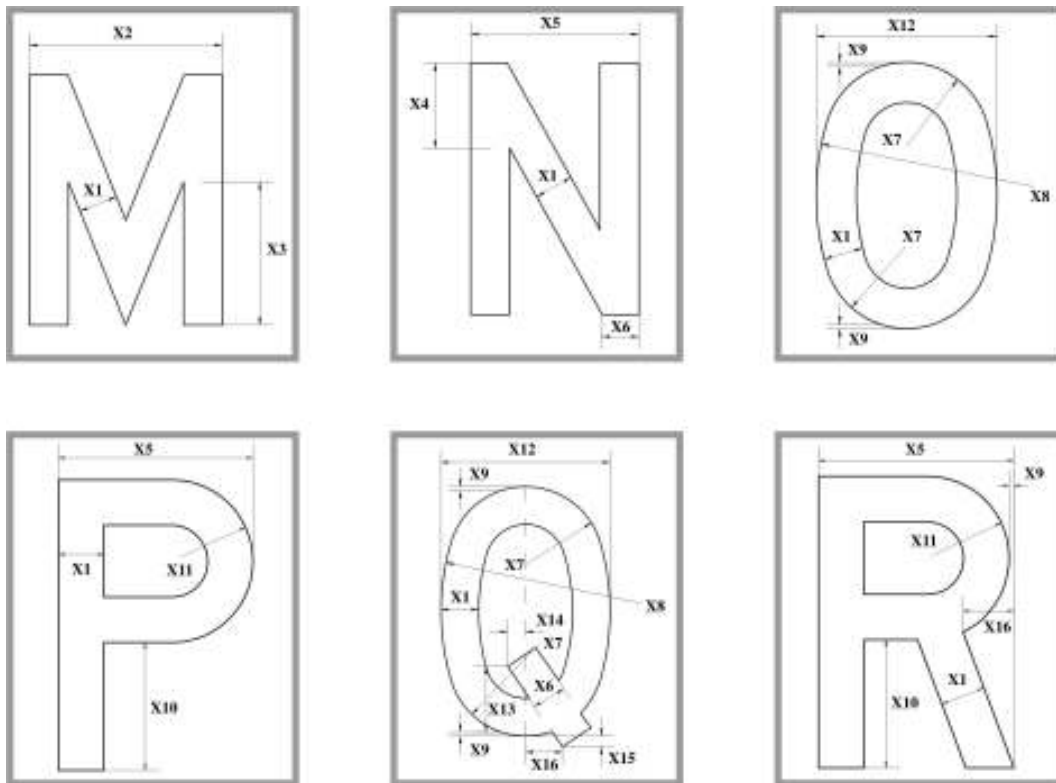


FIGURA 1.2-3

TABLA 1.2-5

Altura	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
5	0,8	3,9	2,9	1,7	3,4	0,7	1,6	5	0,1	2,2	1,4	3,5	1,4
7,5	1,2	5,8	4,3	2,5	5	1,1	2,4	7,5	0,1	3,3	2,1	5,3	2,1
10	1,6	7,7	5,8	3,4	6,7	1,4	3,2	10	0,2	4,4	2,8	7	2,8
12,5	2	9,6	7,2	4,2	8,4	1,8	4	12,5	0,2	5,5	3,5	8,8	3,5
15	2,4	11,6	8,7	5	10	2,1	4,8	15	0,2	6,6	4,2	10,5	4,2
17,5	2,7	13,5	10	5,9	11,7	2,5	5,6	17,5	0,3	7,7	4,9	12,3	4,9
20	3,1	15,5	11,6	6,7	13,4	2,8	6,4	20	0,3	8,8	5,6	14,1	5,6
22,5	3,5	17,4	13,1	7,5	15,1	3,2	7,2	22,5	0,3	9,9	6,3	15,9	6,3
25	3,9	19,4	14,5	8,4	16,8	3,5	8	25	0,4	11	7	17,6	7
30	4,7	23,2	17,4	10,1	20,2	4,2	9,6	30	0,5	13,1	8,4	21,1	8,4
45	7	34,8	26	15,2	30,2	6,3	14,4	45	0,7	19,7	12,7	31,6	12,7

TABLA 1.2-6

Altura	X14	X15	X16
5	0,4	0,2	0,9
7,5	0,6	0,4	1,3
10	0,8	0,5	1,7
12,5	1	0,6	2,1
15	1,2	0,7	2,6
17,5	1,4	0,8	3
20	1,6	0,9	3,4
22,5	1,8	1	3,8
25	2	1,1	4,3
30	2,4	1,4	5,2
45	3,5	2,1	7,7

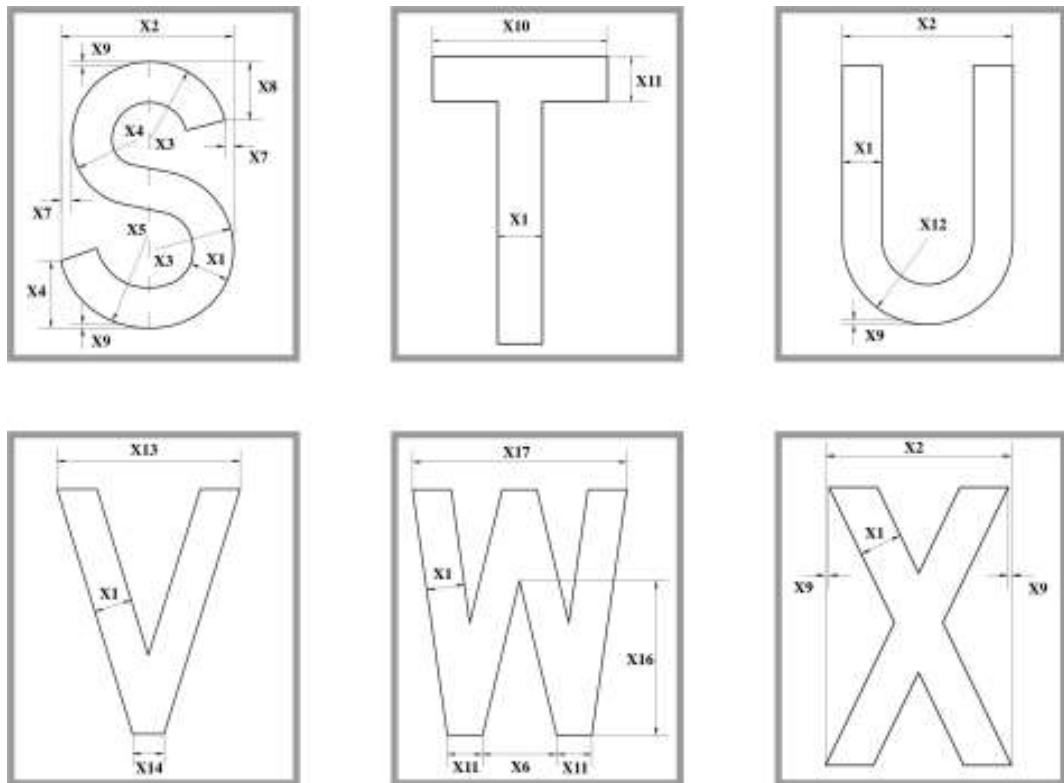


FIGURA 1.2-4

TABLA 1.2-7

Altura	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
5	0,8	3,4	1,5	1,3	1,9	1,6	0,2	1	0,1	3	0,7	1,7	3,8
7,5	1,2	5	2,2	1,9	2,9	2,4	0,3	1,5	0,1	4,6	1	2,5	5,6
10	1,6	6,7	3	2,5	3,9	3,1	0,4	2	0,2	6,1	1,4	3,3	7,5
12,5	2	8,4	3,8	3,1	4,9	3,9	0,5	2,5	0,2	7,6	1,7	4,2	9,4
15	2,4	10	4,6	3,8	5,8	4,7	0,6	3	0,2	9,1	2,1	5	11,3
17,5	2,7	11,7	5,3	4,4	6,8	5,5	0,7	3,5	0,3	10,7	2,4	5,8	13,1
20	3,1	13,4	6,1	5	7,8	6,3	0,8	4,1	0,3	12,2	2,8	6,7	15
22,5	3,5	15,1	6,9	5,6	8,8	7,1	0,9	4,6	0,3	13,7	3,2	7,5	16,9
25	3,9	16,8	7,6	6,3	9,8	7,9	1	5,1	0,4	15,3	3,5	8,4	18,8
30	4,7	20,2	9,1	7,5	11,7	9,4	1,2	6,1	0,5	18,3	4,2	10,1	22,5
45	7	30,2	13,8	11,3	17,6	14,1	1,7	9,1	0,7	27,4	6,3	15,1	33,8

TABLA 1.2-8

Altura	X14	X15	X16	X17
5	0,6	4,4	3,2	4,4
7,5	0,9	6,6	4,8	6,6
10	1,2	8,8	6,4	8,8
12,5	1,6	11	7,9	11
15	1,9	13,1	9,6	13,1
17,5	2,2	15,3	11,2	15,3
20	2,5	17,5	12,8	17,5
22,5	2,8	19,7	14,4	19,8
25	3,1	21,9	16	22
30	3,8	26,3	19,2	26,3
45	5,6	39,4	28,8	39,4

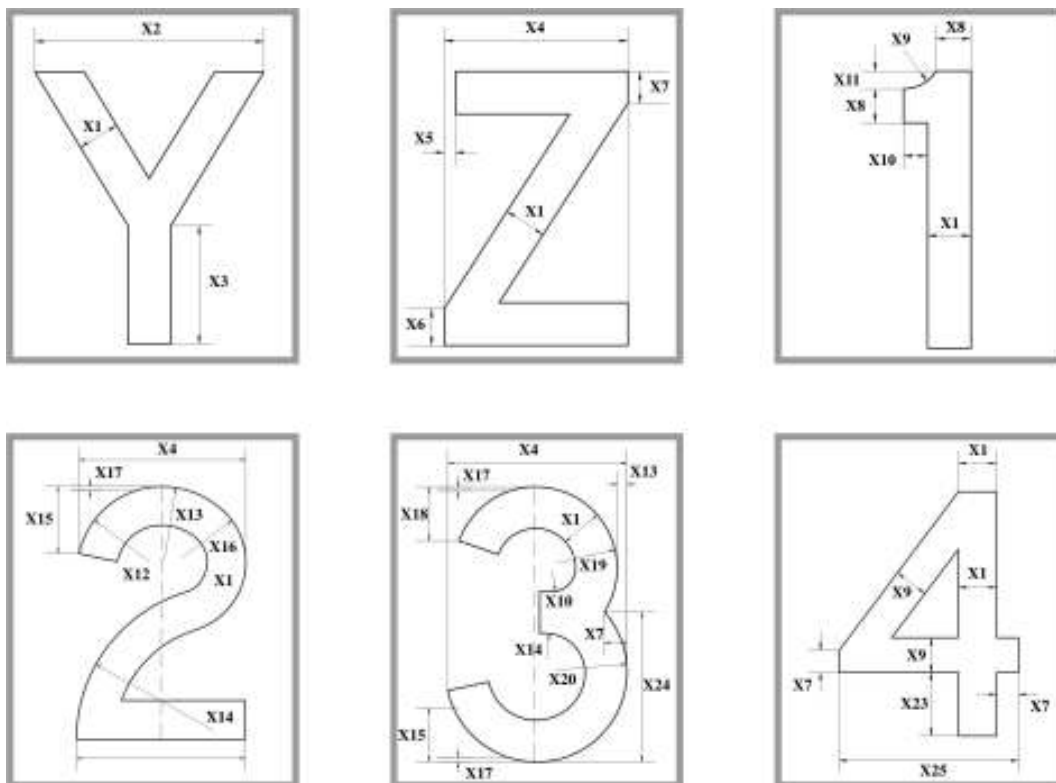


FIGURA 1.2-5

TABLA 1.2-9

Altura	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
5	0,8	4,2	2,2	3,4	0,2	0,6	0,5	0,6	0,7	0,4	0,3	1,6	1,9
7,5	1,2	6,3	3,3	5	0,3	1	0,7	0,9	1,1	0,6	0,5	2,4	2,9
10	1,6	8,4	4,4	6,7	0,4	1,3	0,9	1,3	1,4	0,8	0,6	3,3	3,9
12,5	2	10,5	5,5	8,4	0,5	1,6	1,2	1,6	1,8	1	0,8	4,1	4,9
15	2,4	12,7	6,6	10	0,6	2	1,4	1,9	2,1	1,3	0,9	4,9	5,8
17,5	2,7	14,7	7,7	11,7	0,7	2,3	1,6	2,2	2,5	1,5	1,1	5,7	6,8
20	3,1	16,9	8,8	13,4	0,8	2,7	1,9	2,5	2,8	1,7	1,3	6,6	7,8
22,5	3,5	19	9,9	15,1	0,9	3	2,1	2,8	3,2	1,9	1,5	7,4	8,8
25	3,9	21,1	11	16,8	1,0	3,4	2,4	3,1	3,5	2,1	1,6	8,3	9,8
30	4,7	25,3	13,1	20,2	1,2	4	2,8	3,8	4,2	2,6	1,9	9,8	11,7
45	7	38	19,7	30,2	1,7	5,9	4,2	5,6	6,3	3,9	2,8	14,7	17,6

TABLA 1.2-10

Altura	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25
5	3	1,3	1,4	0,1	1	1,5	1,7	1,7	0,7	1,3	2,8	3,2
7,5	4,6	2	2,1	0,1	1,5	2,2	2,5	2,6	1,1	1,9	4,2	4,8
10	6,1	2,7	2,9	0,2	2	3	3,4	3,4	1,5	2,5	5,6	6,4
12,5	7,6	3,3	3,6	0,2	2,5	3,8	4,2	4,3	1,8	3,1	7	7,9
15	9,1	4	4,3	0,2	3	4,6	5	5,2	2,2	3,8	8,4	9,6
17,5	10,7	4,7	5	0,3	3,5	5,3	5,9	6	2,6	4,4	9,8	11,2
20	12,2	5,3	5,8	0,3	4,1	6,1	6,7	6,9	3	5	11,3	12,8
22,5	13,7	6	6,5	0,3	4,6	6,9	7,5	7,8	3,4	5,6	12,7	14,4
25	15,3	6,6	7,3	0,4	5,1	7,6	8,4	8,6	3,8	6,3	14,1	16
30	18,3	8	8,7	0,5	6,1	9,1	10,1	10,3	4,5	7,5	16,9	19,2
45	27,4	12	13	0,7	9,1	13,8	15,2	15,5	6,7	11,3	25,3	28,8

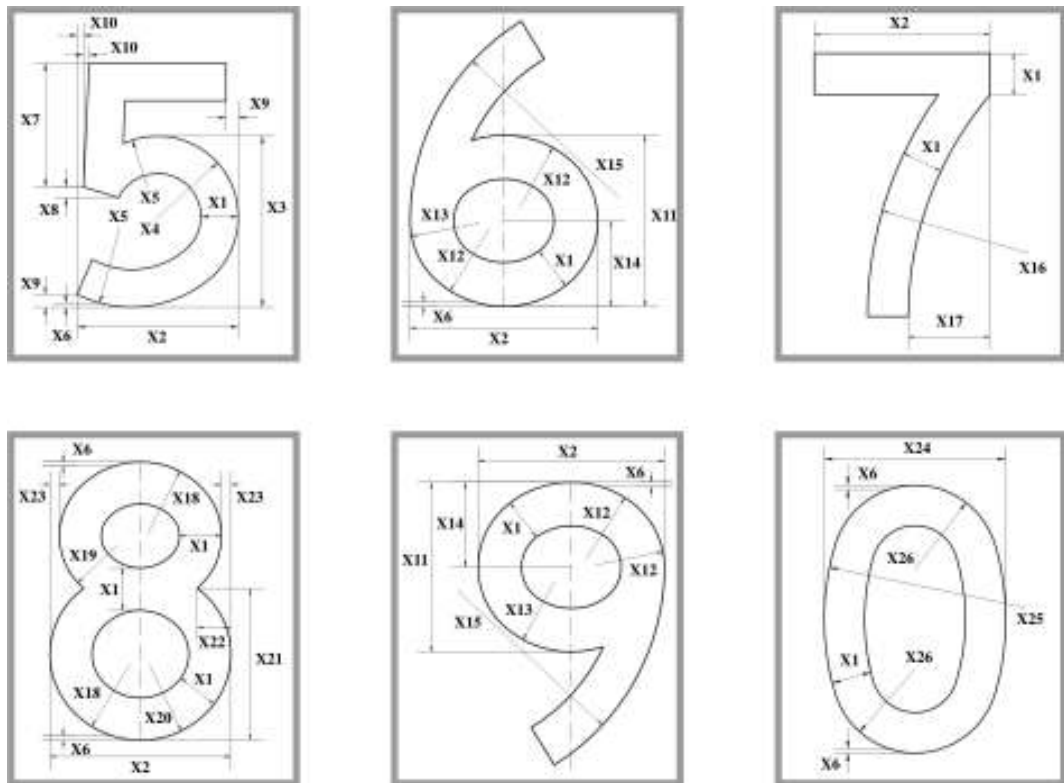


FIGURA 1.2-6

TABLA 1.2-11

Altura	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
5	0,8	3,4	3,6	1,7	2,5	0,1	2,6	0,2	0,3	0,1	4,4	1,8	1,4
7,5	1,2	5	5,4	2,5	3,8	0,1	3,8	0,4	0,4	0,2	6,7	2,7	2,1
10	1,6	6,7	7,2	3,4	5,1	0,2	5,1	0,5	0,5	0,2	8,9	3,6	2,9
12,5	2	8,4	9	4,2	6,3	0,2	6,4	0,6	0,7	0,3	11,1	4,5	3,6
15	2,4	10	10,8	5	7,6	0,2	7,7	0,7	0,8	0,3	13,4	5,4	4,3
17,5	2,7	11,7	12,6	5,9	8,8	0,3	9	0,8	0,9	0,4	15,6	6,3	5
20	3,1	13,4	14,4	6,7	10,2	0,3	10,3	0,9	1,1	0,5	17,8	7,2	5,8
22,5	3,5	15,1	16,2	7,5	11,5	0,3	11,6	1	1,2	0,6	20	8,1	6,5
25	3,9	16,8	18	8,4	12,8	0,4	12,9	1,1	1,4	0,6	22,3	9	7,3
30	4,7	20,1	21,6	10,1	15,2	0,5	15,5	1,4	1,6	0,7	26,7	10,8	8,7
45	7	30,2	32,4	15,2	22,9	0,7	23,2	2,1	2,5	1,1	40,1	16,2	13

TABLA 1.2-12

Altura	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26
5	1,5	3	7,5	1,5	1,5	1,3	1,7	2,8	0,6	0,2	3,5	5	1,6
7,5	2,2	4,6	11,3	2,2	2,2	1,9	2,6	4,2	0,9	0,3	5,3	7,5	2,4
10	3	6,1	15	3	3	2,6	3,4	5,6	1,2	0,4	7	10	3,2
12,5	3,8	7,6	18,8	3,7	3,8	3,2	4,3	7	1,4	0,5	8,8	12,5	4
15	4,6	9,1	22,5	4,4	4,6	3,8	5,2	8,4	1,8	0,6	10,5	15	4,8
17,5	5,3	10,7	26,3	5,2	5,3	4,5	6	9,8	2	0,7	12,3	17,5	5,6
20	6,1	12,2	30	5,9	6,1	5,2	6,9	11,3	2,4	0,8	14,1	20	6,4
22,5	6,9	13,7	33,8	6,6	6,9	5,9	7,8	12,7	2,7	0,9	15,9	22,5	7,2
25	7,6	15,3	37,5	7,4	7,6	6,5	8,6	14,1	3	1	17,6	25	8
30	9,1	18,3	45	8,9	9,1	7,7	10,3	16,9	3,5	1,2	21,1	30	9,6
45	13,8	27,4	67,5	13,3	13,8	11,6	15,5	25,3	5,3	1,7	31,6	45	14,4

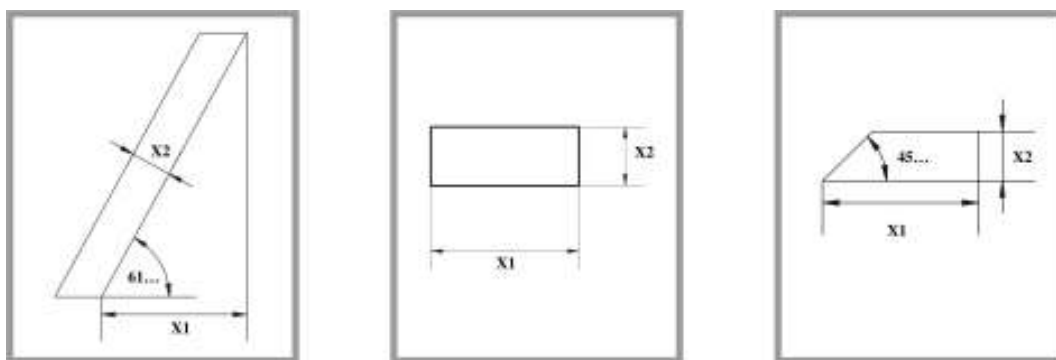


FIGURA 1.2-7

TABLA 1.2-13

Altura	X14	X15
5	2,7	0,8
7,5	4,1	1,2
10	5,4	1,6
12,5	6,8	2
15	8,1	2,4
17,5	9,5	2,8
20	10,8	3,2
22,5	12,2	3,6
25	13,5	4
30	16,2	4,8
45	24,3	7,2

1.2.2 ESPACIAMIENTO

A cada letra y número se asocia un código I, II, o III según sus rasgos a izquierda y derecha, como se muestra en la tabla Ancho de letras y números. Así, I se asocia a rasgos verticales bien marcados, II a rasgos curvos y III a rasgos entrantes inclinados, o que no respondan a las características anteriores. A modo de ejemplo, a la letra A le corresponden los códigos III izquierda y III derecha; a la letra P le corresponden los códigos I izquierda y II derecha, y a la letra C le corresponden los códigos II izquierda y III derecha.

Una vez identificados los códigos de cada letra y número de la leyenda, se obtiene el espaciamiento entre éstos de la tabla de Espaciamientos entre letra y letra, que relaciona el espacio que debe dejarse entre letras y/o números, según las distintas combinaciones de códigos y altura de la letra.

Para el espacio entre palabra y palabra se recomienda utilizar el ancho correspondiente al de la W. Un ejemplo de la utilización de las tablas de Ancho y de Espaciamiento para calcular la longitud de la palabra PUCARA, se muestra más adelante.

TABLA 1.2-14 ANCHO DE LETRAS Y NÚMEROS (cm)

Velocidad (km/hr)	Menor o igual a 40			50	60 y 70		80 y 90		100	120	140	Clave para margen	
	5.0	7,5	10.0	12,5	15.0	17,5	20.0	22,5	25.0	30	45.0	IZQ.	DER.
Letras													
A	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,7	18,8	21,1	25,1	37,7	III	III
B	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	II
C	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	II	III
D	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	II
E	3	4,6	6,1	7,6	9,1	10,7	12,2	13,7	15,4	18,3	27,4	I	III
F	3	4,6	6,1	7,6	9,1	10,7	12,2	13,7	15,4	18,3	27,4	I	III
G	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	II	II
H	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	I
I	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9	4,7	7	I	I
J	3,1	4,7	6,3	7,8	9,4	10,9	12,5	14,1	15,8	18,8	28,1	III	I
K	3,4	5,2	6,9	8,6	10,3	12	13,8	15,5	17,5	20,6	31	I	III
L	3	4,6	6,1	7,6	9,1	10,7	12,2	13,7	15,4	18,3	27,4	I	III
M	3,9	5,8	7,7	9,6	11,6	13,5	15,5	17,4	19,6	23,2	34,8	I	I
N	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	I
O	3,5	5,3	7	8,8	10,5	12,3	14,1	15,9	17,8	21,1	31,6	II	II
P	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	II
Q	3,5	5,3	7	8,8	10,5	12,3	14,1	15,9	17,8	21,1	31,6	II	II
R	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	II
S	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	II	II
T	3	4,6	6,1	7,6	9,1	10,7	12,2	13,7	15,4	18,3	27,4	III	III
U	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	I
V	3,8	5,6	7,5	9,4	11,3	13,1	15	16,9	19	22,5	33,8	III	III
W	4,4	6,6	8,8	11	13,1	15,3	17,5	19,7	22,1	26,3	39,4	III	III
X	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	III	III
Y	4,2	6,3	8,4	10,5	12,7	14,7	16,9	19	21,4	25,3	38	III	III
Z	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	III	III
1	1,2	1,8	2,4	3	3,7	4,2	4,8	5,4	6,1	7,3	11	I	I
2	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	II	II
3	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	III	II
4	3,7	5,5	7,3	9,1	11	12,8	14,7	16,5	18,6	22	33	III	III
5	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	I	II
6	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	II	II
7	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	III	III
8	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	II	II
9	3,4	5	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	17	20,2	30,2	II	II
0	3,5	5,3	7	8,8	10,5	12,3	14,1	15,9	17,8	21,1	31,6	II	II

TABLA 1.2-15 ESPACIAMIENTO ENTRE LETRA Y LETRAS (cm) (MEDIDOS HORIZONTALMENTE ENTRE LOS PUNTOS MÁS CERCANOS)

COMBINACIÓN DE CLAVES PARA MÁRGENES	ALTURA DE LA LETRA O DEL NÚMERO											
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30	45	
I-I, I-II	1,2	1,8	2,4	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	7	10,6	
I ó II-III, II-II	0,9	1,4	1,9	2,4	2,8	3,3	3,8	4,3	4,8	5,6	8,5	
III-III NO PARALELAS	0,7	1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,8	5,6	
III-III PARALELAS	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,1	1,3	1,5	1,6	1,9	2,8	

El espacio recomendado entre palabra y palabra en el que corresponde al ancho "W"

TABLA 1.2-16 EJEMPLO DE CÁLCULO DE LONGITUD DE UNA PALABRA

Letra	Ancho de letra	Clave para márgenes		Combinación de clave para márgenes	Espaciamiento entre letras
		Izq.	Der.		
P	13,4	I	II	II-I	4,7
U	13,4	I	I	I-II	4,7
C	13,4	II	III	III-III	3,8
A	16,7	III	III	III-I	3,4
R	13,4	I	II	II-III	3,8
Á	16,7	III	III		
sub-total	87				20,4

Determinar la longitud de la palabra "PUCARA" con letras de 20 cm. de altura
 Longitud total de la palabra PUCARA $87+20,4=107,4\text{cm}$.

1.3 MINÚSCULAS

Las minúsculas se pueden utilizar sólo en señales informativas, siempre y cuando la velocidad máxima de la vía justifique letras de altura superior a 15 cm. En estos casos cada palabra de la leyenda debe iniciarse con una mayúscula de una altura 30% superior a la minúscula que corresponde para la velocidad máxima.

Las letras minúsculas pueden ser reproducidas en el tamaño que se desee, a partir de las cuadrículas que se presentan más adelante.

1.3.1 MODELOS PARA EL TRAZO

Ya que las letras mayúsculas serán aproximadamente un tercio más alto que el encuadre de las letras minúsculas usadas con ellas, estética y prácticamente la altura de los rasgos ascendentes de las minúsculas está limitada. La tipografía ha sido diseñada de manera tal, que todas las proyecciones arriba de la altura nominal de la curva más alta de las letras minúsculas, son aproximadamente un tercio de esa altura.

Los cortes de las prolongaciones rectas verticales están en ángulo de 20° con respecto a la horizontal. Para la ampliación proporcional a cualquier tamaño deseado se han dibujado las letras dentro de una cuadrícula, así es que se pueden transferir, cuadro por cuadro, a una cuadrícula de cualquier tamaño.

En el alfabeto se incluye una tabla tipo con las dimensiones de cuadrícula para las alturas de minúsculas correspondiente a las iniciales mayúsculas. Se puede, por supuesto, ampliar o reducir este alfabeto fotográficamente.

Acorde con la práctica usual, todas las curvas de la base o del tope han sido prolongadas levemente, arriba o abajo, de los límites horizontales de los encuadres de las letras.

Debe notarse que el contorno en línea gruesa, en estos dibujos, permanece totalmente fuera del área que ocupa la letra en sí.

Se permiten modificaciones a estas letras dentro de límites razonables, particularmente cuando sea necesario por requisitos de los procesos de manufactura o por el tipo de materiales retrorreflectantes que sean usados.

TABLA 1.3-1 ALFABETO PARA MINÚSCULAS (cm)

ALTURA DE MINÚSCULAS	CUADRÍCULA	ALTURA DE MAYÚSCULA INICIAL
5	0,6	6,7
7,5	0,9	10
10	1,3	13,3
12,5	1,6	16,7
15	1,9	20
17,5	2,2	23,3
20	2,5	26,7
22,5	2,8	30
25	3,1	33,3
30	3,8	40
45	5,6	60

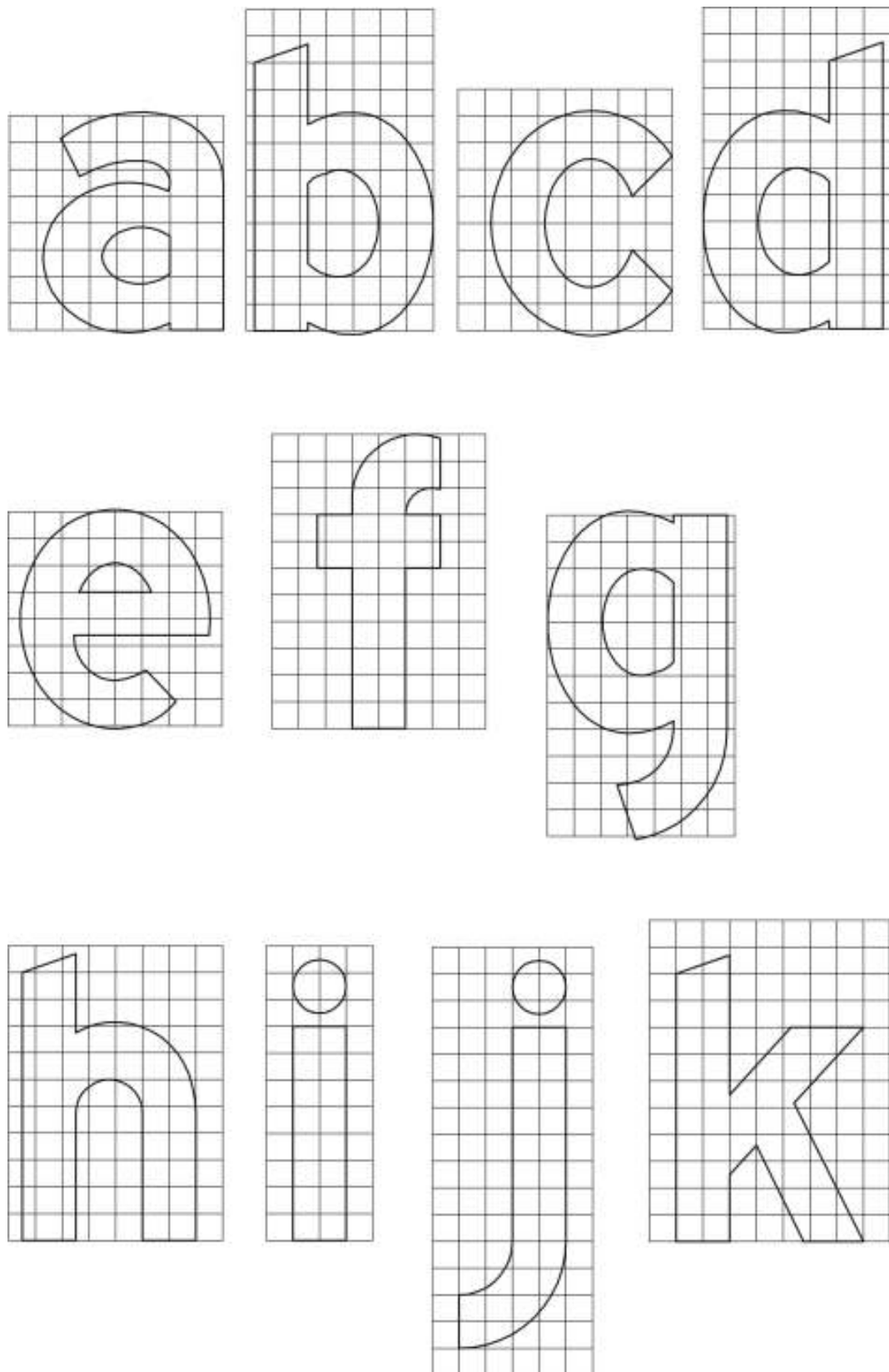


FIGURA 1.3-1

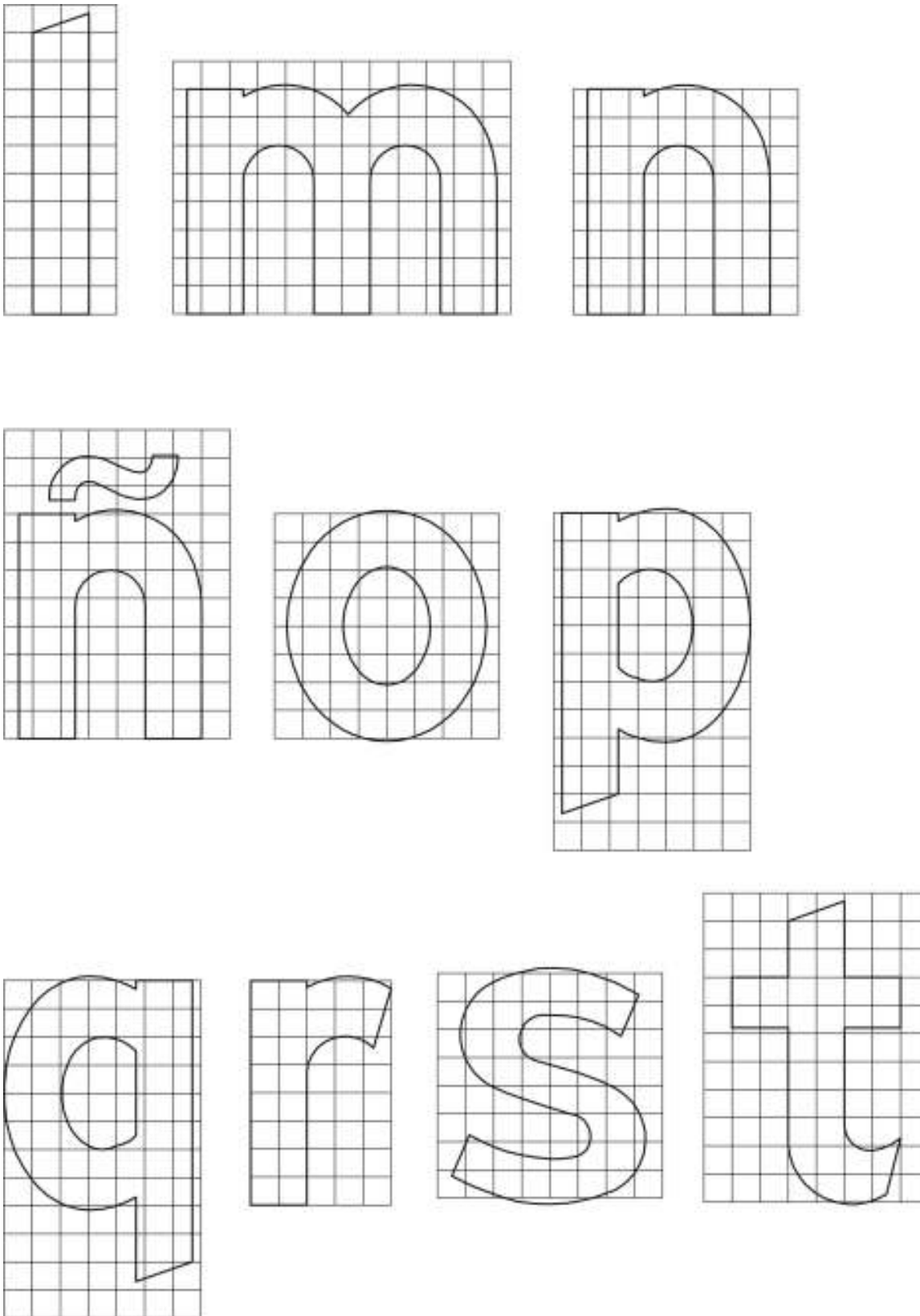


FIGURA 1.3-2

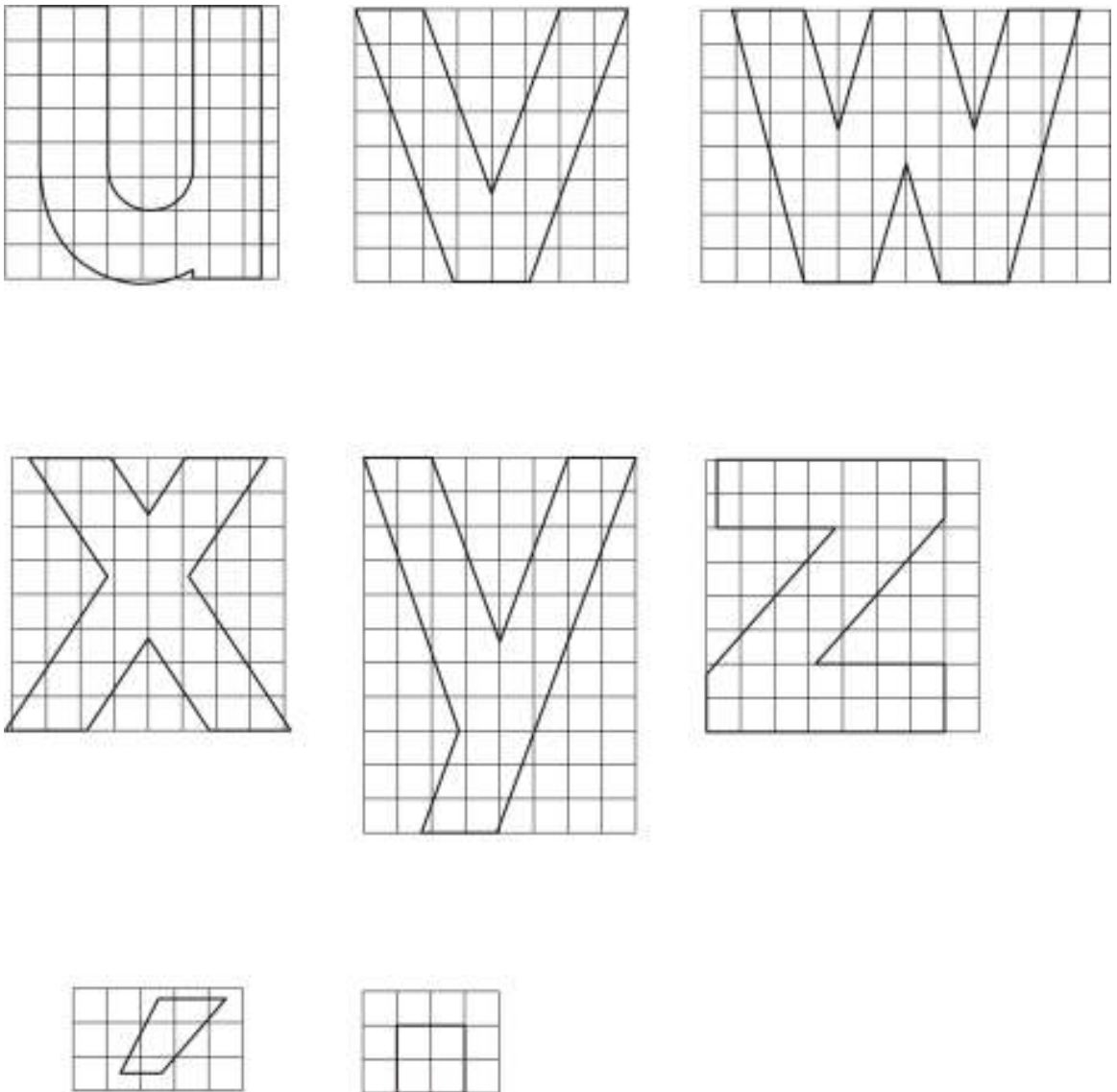


FIGURA 1.3-3

1.4 ESPACIAMIENTOS

Para las distintas alturas de minúscula se incluyen tablas de Espaciamientos, tanto de los espacios adecuados entre la mayúscula y las minúsculas, como entre minúsculas. Para alturas intermedias se deben realizar los ajustes en forma proporcional.

1.4.1 ESPACIAMIENTO ENTRE MAYÚSCULA INICIAL Y MINÚSCULA, ASÍ COMO ENTRE MINÚSCULAS

TABLA 1.4-1 ALTURA DE MINÚSCULA: 0.5 cm (MAYÚSCULA: 6.7 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	1,6	1,8	1	1,4	1,2	1,4
BCDEGOQR	1,8	2,3	1,2	1,7	1,5	1,6
FY	0,8	1,7	0,8	0,9	0,8	1
HIJMNUZ	2,1	2,6	1,7	2,1	2,1	2,1
KLTV	1,3	2	0,9	1,4	1,4	1,4
adghijlmnqu	2	2,6	1,5	1,9	1,9	2
bcefkopstxz	1,5	2	0,9	1,4	1,4	1,5
r	1	1,6	0,4	0,8	0,8	0,9
vwy	1,4	1,9	0,8	1,2	1,2	1,3

TABLA 1.4-2 ALTURA DE MINÚSCULA: 7,5 cm (MAYÚSCULA: 10 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	2,4	2,7	1,5	2	1,8	2,1
BCDEGOQR	2,7	3,5	1,8	2,5	2,3	2,4
FY	1,3	2,5	1,2	1,4	1,3	1,5
HIJMNUZ	3,2	3,9	2,6	3,1	3,1	3,2
KLTV	1,9	2,9	1,4	2	2	2
adghijlmnqu	3	3,9	2,2	2,8	2,8	3
bcefkopstxz	2,3	3	1,4	2	2	2,2
r	1,5	2,4	0,6	1,3	1,3	1,4
vwy	2	2,8	1,2	1,8	1,8	2

TABLA 1.4-3 ALTURA DE MINÚSCULA: 10 cm (MAYÚSCULA: 13,3 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	3,2	3,6	1,9	2,7	2,4	2,8
BCDEGOQR	3,6	4,7	2,4	3,3	3	3,2
FY	1,7	3,3	1,6	1,8	1,7	2
HIJMNUZ	4,4	5,2	3,4	4,2	4,2	4,4
KLTV	2,5	3,9	1,8	2,7	2,7	2,7
adghijlmnqu	4,1	5,1	2,9	3,8	3,8	4
bcefkopstxz	2,9	4,1	1,8	2,7	2,7	2,9
r	2	3,2	0,8	1,7	1,7	1,9
vwy	2,7	3,8	1,6	2,4	2,4	2,6

TABLA 1.4-4 ALTURA DE MINÚSCULA: 12.5 cm (MAYÚSCULA: 16.7 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	4	4,5	2,3	3,4	3	3,5
BCDEGOQR	4,5	5,9	3	4,2	3,8	4
FY	2,1	4,2	2	2,2	2,1	2,4
HIJMNUZ	5,5	6,5	4,3	5,2	5,2	5,5
KLTV	3,1	4,9	2,2	3,3	3,3	3,4
adghijlmnqu	5,1	6,4	3,7	4,7	4,7	5
bcefkopstxz	3,7	5,1	2,2	3,4	3,4	3,6
r	2,4	4	1,1	2,1	2,1	2,3
vwy	3,3	4,7	1,9	3	3	3,2

TABLA 1.4-5 ALTURA DE MINÚSCULA: 15 cm (MAYÚSCULA: 20 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	4,7	5,4	2,8	4	3,6	4,1
BCDEGOQR	5,4	6,9	3,6	5	4,5	4,7
FY	2,5	5	2,4	2,7	2,6	2,9
HIJMNUZ	6,5	7,7	5,1	6,2	6,2	6,5
KLTV	3,7	5,8	2,7	3,9	3,9	4
adghijlmnqu	6,1	7,6	4,3	5,6	5,6	5,9
bcefkopstxz	4,4	6,1	2,7	4	4	4,3
r	2,9	4,7	1,2	2,5	2,5	2,8
vvy	3,9	5,6	2,3	3,6	3,6	3,8

TABLA 1.4-6 ALTURA DE MINÚSCULA: 17.5 cm (MAYÚSCULA: 23.3 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	5,4	6,1	3,2	4,6	4,1	4,7
BCDEGOQR	6,1	7,8	4,1	5,6	5,2	5,4
FY	2,8	5,6	2,7	3	2,9	3,3
HIJMNUZ	7,4	8,8	5,7	7	7	7,4
KLTV	4,2	6,6	3	4,5	4,5	4,6
adghijlmnqu	6,9	8,7	4,9	6,3	6,3	6,7
bcefkopstxz	5	6,9	3	4,6	4,6	4,9
r	3,3	5,4	1,4	2,8	2,8	3,2
vvy	4,5	6,3	2,6	4,1	4,1	4,3

TABLA 1.4-7 ALTURA DE MINÚSCULA: 20 cm (MAYÚSCULA: 26.7 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	6,2	7,1	3,7	5,3	4,7	5,5
BCDEGOQR	7,1	9,1	4,7	6,5	6	6,2
FY	3,2	6,5	3,1	3,5	3,4	3,9
HIJMNUZ	8,6	10,2	6,7	8,1	8,1	8,6
KLTV	4,9	7,6	3,5	5,2	5,2	5,3
adghijlmnqu	8	10	5,7	7,3	7,3	7,7
bcefkopstxz	5,8	8,2	3,5	5,3	5,3	5,6
r	3,9	6,2	1,6	3,2	3,2	3,7
vvy	5,2	7,3	3	4,7	4,7	5

TABLA 1.4-8 ALTURA DE MINÚSCULA: 22.5 cm (MAYÚSCULA: 30 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	7,1	8,1	4,3	6,1	5,4	6,3
BCDEGOQR	8,1	10,5	5,4	7,5	6,9	7,1
FY	3,7	7,5	3,6	4	3,9	4,5
HIJMNUZ	9,8	11,8	7,7	9,3	9,3	9,8
KLTV	5,6	8,7	4	6	6	6,1
adghijlmnqu	9,1	11,6	6,6	8,4	8,4	8,9
bcefkopstxz	6,7	9,7	4,1	6,1	6,1	6,3
r	4,5	7,1	1,9	3,7	3,7	4,2
vvy	6	8,4	3,4	5,4	5,4	5,8

TABLA 1.4-9 ALTURA DE MINÚSCULA: 25 cm (MAYÚSCULA: 33.3 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE					
	acde gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x
APSWX	7,9	9	4,8	6,8	6	7
BCDEGOQR	9	11,7	6	8,4	7,7	7,9
FY	4,1	8,4	4	4,5	4,3	5
HIJMNUZ	10,9	13	8,6	10,4	10,4	10,9
KLTV	6,3	9,7	4,5	6,7	6,7	6,8
adghijlmnqu	10,2	12,8	7,4	9,4	9,4	9,9
bcefkopstxz	7,5	10,6	4,6	6,8	6,8	7,1
r	5	7,9	2,1	4,1	4,1	4,7
vvy	6,7	9,4	3,8	6	6	6,5

TABLA 1.4-10 ALTURA DE MINÚSCULA: 30 cm (MAYÚSCULA: 40 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE						
	acde_gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x	
APSWX	9,5	10,8	5,7	8,1	7,2	8,4	
BCDEGOQR	10,8	14	7,2	10	9,1	9,5	
FY	5	10	4,8	5,4	5,2	6	
HIJMNUZ	13,1	15,6	10,3	12,5	12,5	13,1	
KLTV	7,5	11,7	5,4	8	8	8,1	
adghijlmnqu	12,2	15,4	8,8	11,3	11,3	11,9	
bcefkopstxz	9	12,4	5,5	8,1	8,1	8,6	
r	6	9,5	2,5	5	5	5,6	
vvyy	8	11,3	4,6	7,2	7,2	7,8	

TABLA 1.4-11 ALTURA DE MINÚSCULA: 45 cm (MAYÚSCULA: 60 cm)

MAYÚSCULA INICIAL O MINUSCULA PRECEDENTE	LETRA SIGUIENTE						
	acde_gop	bhikl mnpru	j	st	vy	x	
APSWX	14,2	16,2	8,5	12,2	10,8	12,6	
BCDEGOQR	16,2	21	10,8	15	13,6	14,2	
FY	7,5	15	7,2	8	7,7	8,9	
HIJMNUZ	19,7	23,4	15,4	18,8	18,8	19,7	
KLTV	11,3	17,6	8	12,1	12,1	12,2	
adghijlmnqu	18,4	23	13,3	17,1	17,1	17,8	
bcefkopstxz	13,6	17,8	8,3	12,2	12,2	13,2	
r	8,9	14,2	3,7	7,5	7,5	8,4	
vvyy	12,1	17,1	7	10,8	10,8	11,7	

ANEXO B	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1
1.1	CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES VERTICALES.....	1
1.1.1	CONSTRUCCIÓN.....	1
1.1.1.1	Laterales	1
1.1.1.2	Aéreas.....	2
1.1.1.3	Canalización y balizamiento.....	4
1.1.1.4	Figuras tipo	4
1.1.1.5	Partidas del presupuesto y bases de medición	13
1.1.2	CONSERVACIÓN.....	14
1.1.2.1	Limpieza.....	15
1.1.2.2	Reacondicionamiento.....	15
1.1.2.3	Reemplazo de señales verticales laterales.....	18
1.1.2.4	Partidas del presupuesto y bases de medición	20

ANEXO B ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1 CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES VERTICALES

Los requerimientos y especificaciones indicados en el presente capítulo son carácter de normativo, estableciendo las características mínimas de los elementos a construir. Del mismo modo, las Figuras tipo corresponden a lineamientos generales, siendo deber del proyectista definir y respaldar con las memorias de cálculo respectivas las diferencias entre la estructura presentada en las laminas tipo y las estructuras que efectivamente serán construidas. Estas diferencias típicamente corresponderán a modificaciones del diseño debidas a las características del suelo de fundación, cargas de viento y a la geometría de la estructura.

Una vez definidos los procesos constructivos de las señales verticales, se establecen las partidas a considerar para la ejecución del presupuesto, indicando la unidad de medida a utilizar.

En la tercera sección del capítulo se trata el tema de Mantenimiento y Conservación, agrupando estas actividades en Limpieza, Reacondicionamiento y Reemplazo.

1.1.1 CONSTRUCCIÓN

En este punto se trata, la provisión e instalación de señalización caminera del tipo vertical lateral, Aérea (vertical sobre la calzada) y las señales de canalización y balizamiento, incluyendo los postes de sustentación de las primeras y todos los elementos accesorios requeridos.

1.1.1.1 Laterales

a. Placas

Las placas para señalización vertical lateral se confeccionarán con planchas de acero laminado en caliente, de 2,5 mm de espesor, a excepción de las planchas para escudos, las cuales tendrán un espesor de placa de 1,5 mm. Las dimensiones planas, como altura y ancho, serán las correspondientes al tipo de señal con una tolerancia de ± 1 mm.

Los cortes rectos deberán efectuarse con guillotina y los circulares en máquinas tijera; los vértices deberán despuntarse con un radio variable según el tamaño de la placa. Todas las aristas deberán pulirse.

Las placas deberán ser galvanizadas en caliente de acuerdo a la norma ASTM A 123, salvo que el Proyecto especifique otro tipo de protección. El espesor del galvanizado deberá ser como mínimo de 65 μ m.

En caso que el Proyecto especifique en lugar del galvanizado, una protección en base a pintura anticorrosiva y esmalte, la superficie de la placa deberá prepararse mediante un baño limpiador o decapador químico. Los depósitos gruesos de aceite o grasa, compuestos trazadores y otras materias extrañas deberán removerse mediante un limpiado con solvente; las escamas de laminación, costra de óxido, óxido y herrumbre deberán removerse mediante un baño en solución caliente o fría de ácido sulfúrico, nitroclorhídrico o fosfórico, un baño en ácido sulfúrico al 5% ó 10% conteniendo inhibidor, un baño en ácido sulfúrico al 5% a 80° ó 90°C con inhibidor o mediante un baño electrolítico, en un baño ácido o alcalino. Enseguida, los elementos metálicos deberán pintarse con dos capas de pintura anticorrosiva sintética, de 0,03 mm de espesor total mínimo de película seca y terminarse con dos capas de esmalte alquid-fenólico de color gris, de 0,03 mm de espesor total mínimo.

Alternativamente, si el Proyecto así lo estipula, las placas de acero podrán ser de un espesor menor al aquí especificado, siempre que se trate de placas estampadas que presenten ceja o pestaña perimetral según los detalles que indique el Proyecto. Asimismo, en lugar de acero se podrá utilizar otro material para las placas, de las características y dimensiones que señale el Proyecto.

Se podrán utilizar bastidores si las dimensiones de las placas lo requieren. Si el Proyecto así lo especifica, se podrán usar Figuras de aluminio en la confección de las placas.

Las placas deberán cubrirse por el anverso con Figuras retrorreflectantes. Estas Figuras, incluyendo los requisitos de tipo, color, contraste y niveles mínimos de retrorreflectancia, y los requisitos de textos, ribetes, números, flechas y símbolos, deberán cumplir con lo establecido en la norma ASTM D 4956.

b. Postes

Los postes deberán estar constituidos por un perfil de acero laminado, tipo Ω de 110 mm de ancho, 38 mm de alto y 2,5 mm de espesor, su largo deberá ser de 3.000 mm y será reforzado con una Figura de acero de 2,5 mm de espesor, 80 mm de ancho y 1.750 mm de longitud, que se extenderá a partir de 920 mm de la parte superior y alcanzará a 330 mm de la extremidad inferior.

La placa de refuerzo se soldará al perfil mediante cuatro cordones de soldadura de 100 mm de longitud, tipo E-6011 de 3 mm, ubicados en los extremos. En la zona central se alternarán tres cordones de 70 mm de largo a cada lado, hasta completar seis cordones intermedios en total.

En la parte superior, el poste deberá tener seis perforaciones dobles y paralelas, de 8 mm de diámetro, a 17,5 mm del eje del poste y distribuidas, la primera a 50 mm del extremo superior, y las siguientes a 150 mm de las precedentes. En el extremo inferior, deberá tener una perforación de 14 mm en el centro y a 300 mm del extremo.

Alternativamente, para los postes se podrán utilizar perfiles de sección rectangular o cuadrada. En todo caso, todos los postes serán de acero A37-24ES.

Los postes deberán ser galvanizados en caliente, cumpliendo con los mismos requisitos exigidos para las placas. Alternativamente, si el Proyecto así lo estipula, la protección de los postes podrá ser en base a pintura anticorrosiva y esmalte, en cuyo caso, la protección se deberá atener a lo especificado para Placas al inicio de este Anexo.

Si el Proyecto así lo especifica, se podrán usar postes colapsables.

c. Pernos

Las placas se deberán fijar a los postes con pernos zincados de 6 x 64 mm. Las tuercas también deberán ser zincadas.

d. Hormigón

El relleno de las excavaciones para empotrar los postes de sustentación deberá efectuarse con hormigón Grado H-20.

e. Procedimiento de trabajo

Toda la señalización caminera se instalará en la ubicación y con la mínima altura señalada en la profundidad y área mínima de las excavaciones para la instalación de postes sustentadores de señalización vertical lateral, se ajustarán a lo señalado en el Proyecto, debiendo cumplir con los mínimos indicado en las laminas tipo. El hueco no ocupado por los postes deberá rellenarse con hormigón Grado H-20. (Ver Figura 1.1-2)

En el caso de señales relativas a puentes y estructuras afines se deberán considerar delineadores verticales y señales informativas de identificación de las estructuras, con indicación del nombre del puente y rol del camino, en ambas entradas del puente.

1.1.1.2 Aéreas**a. Placas**

Las placas para los letreros deberán ser de plancha de acero laminado en caliente, de 1,5 mm de espesor, debidamente protegidos contra la corrosión. La plancha se remachará o soldará cada 100 mm a un bastidor metálico soldado tipo reja, formado por acero de perfil tipo ángulo de 30 x 30 x 3 mm.

La distribución y forma del partidador, deberá ser tal que asegure la adecuada rigidez del panel.

Alternativamente, si el Proyecto así lo estipula, en la confección de las placas de los letreros se podrán utilizar otros tipos de materiales, tales como placas o Figuras de aluminio, cintas de alta adherencia, materiales sintéticos u otros que señale el Proyecto.

Los elementos retrorreflectantes, así como los textos, ribetes, números, flechas y símbolos, deberán cumplir con la diagramación señalada en el presente Volumen.

b. Pernos

Los pernos se deberán ajustar a las mismas disposiciones contenidas en el punto 1.1.1.1, letra c.

c. Estructura

Se distinguen básicamente dos tipos de estructura portaseñal: la estructura tipo marco, denominado Marco Portaseñal, que cruza totalmente una calzada; y, la estructura denominada Bandera Portaseñal, que no cruza la calzada sino que informa desde un borde de ésta, sobre las pistas.

El diseñador debe tener presente que la o las columnas de estas estructuras deben considerar un diseño tal que permita la instalación de un sistema de contención, defensas camineras, que proteja a los usuarios del camino de un impacto directo con la estructura.

d. Acero estructural, de armaduras y hormigones

El acero y el hormigón a utilizar será el que se especifique en el proyecto, todos deberán contar con certificación de sus características.

e. Galvanizado y pintura

Todos los elementos metálicos serán galvanizados, salvo que el Proyecto especifique algo distinto. El galvanizado deberá cumplir con la norma ASTM A525.

En caso que el Proyecto defina protección mediante pinturas, esta deberá cumplir con los procedimientos básicos de toda pintura para Elementos Metálicos.

f. Procedimiento de trabajo

El marco o bandera para la colocación de señales aéreas está conformado por una fundación, una estructura metálica conectada a la fundación y los letreros informativos. Las conexiones son normalmente apernadas o soldadas.

g. Confección y transporte

Una vez efectuadas las excavaciones para las fundaciones del marco o bandera, se procederá a la recepción por parte del Fiscal. Las fundaciones se ubicarán en el emplazamiento definido en el Proyecto o en su defecto, en un emplazamiento previamente aprobado por el Fiscal. Las fundaciones tendrán una geometría y profundidad, acordes con el Proyecto. Luego de aprobado el sello, se procederá a colocar un emplantillado de hormigón pobre. Sobre éste se colocarán las armaduras para proceder al hormigonado.

La estructura metálica se conectará con las fundaciones de acuerdo con lo establecido en el Proyecto, conexión mediante platina metálica y pernos, u otro sistema semejante.

El armado del marco o bandera en el sitio, involucra también obras de conexión soldada o apernada, según el Proyecto, que se realizarán con el equipamiento adecuado y cuidando el Contratista de tomar todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra.

h. Suministro

La fabricación y provisión de los elementos estructurales, deberá ajustarse a lo establecido en el Proyecto. Se consideran estructuras de acero en base a tubos armados o bien enrejados metálicos de perfiles de bajo espesor.

No obstante lo anterior, el Contratista podrá proponer diseños alternativos para estas estructuras, debidamente justificados por la memoria de cálculo correspondiente, incluyendo la nueva especificación, diseño que deberá ser previamente aprobada por el Fiscal. El nuevo diseño, deberá cumplir con la presente especificación, en lo pertinente.

Los tubos o los perfiles a utilizar deben ser elementos de fábrica garantizados y que cuenten con los certificados pertinentes que acrediten las propiedades específicas del material que los compone.

Los tubos deberán ser recibidos conforme por el Fiscal. Este solicitará los certificados de calidad que estime convenientes, a fin de corroborar el cumplimiento de las propiedades especificadas del material.

Las soldaduras en terreno de los perfiles se regirán por las mismas especificaciones prescritas para la soldadura en taller, y con la misma obligación en cuanto a la certificación de calidad.

La longitud de los elementos a transportar, será la indicada en el Proyecto o, en su defecto, por el Fiscal a proposición del Contratista. De todas formas, la totalidad del marco deberá ser presentada en maestranza, de modo de controlar el estricto cumplimiento de la geometría especificada en el Proyecto.

Una vez recibidas las estructuras en maestranza, se procederá a su limpieza e imprimación anticorrosiva. O bien, si así se especifica, recibirá un baño de galvanizado en caliente, cumpliendo con lo establecido en ASTM A 123 para los tubos y ASTM A 153 para pernos y tuercas.

i. Transporte

El transporte de los elementos sólo podrá realizarse con posterioridad a su recepción en maestranza, por el Fiscal.

El Contratista deberá contar en faena con los elementos adecuados para la descarga y la manipulación de los perfiles en forma segura y eficiente.

Debe cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección ejecutada en maestranza.

j. Colocación

El Contratista deberá contar en faena con los elementos necesarios para realizar los movimientos internos y colocación de las estructuras en su posición definitiva sobre la calzada, en forma segura y expedita, cautelando no sólo la seguridad de la estructura sino muy especialmente, la de los trabajadores encargados de esa obra.

Se deberá poner especial cuidado en no someter a la estructura a esfuerzos no contemplados y evitar golpes que puedan ocasionar deformaciones permanentes en los elementos. Deberá cuidarse en todo momento de no dañar la imprimación anticorrosiva de protección hecha en maestranza.

El personal deberá utilizar elementos de seguridad en las faenas de lanzamiento, situación que será controlada por el Fiscal.

Los arriostramientos deberán ser colocados, de acuerdo a lo señalado en el Proyecto, inmediatamente una vez presentada la estructura en su posición definitiva.

k. Medidas de seguridad

Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, peatones y del personal de obra.

1.1.1.3 Canalización y balizamiento

Los materiales a emplear en la señalización de canalización y balizamiento, serán el PVC y el acero.

Los elementos retrorreflectantes, así como los textos, ribetes, fechas y símbolos, deberán, cumplir con lo señalado en Tabla 1.5.1 del Capítulo 1 del presente Volumen.

Las placas de acero deberán cumplir también con lo especificado en el punto 1.1.1.1, de este Anexo.

Debido a las dimensiones especiales de las señales de balizamientos, los postes podrán ser distintos a los definidos en el punto 1.1.1.1b, lo que será estipulado en el Proyecto. En cualquier caso, los postes serán de acero A 37-24 ES.

Los pernos a utilizar, se ajustarán a lo señalado en el punto 1.1.1.1c. En caso de fundaciones con poyos de hormigón, este será grado H-20.

1.1.1.4 Figuras tipo

A continuación se presentan Figuras tipo con indicaciones y referencias para la construcción y diseño de señales y Estructuras Tipo Marco y Bandera. Las estructuras presentadas son referenciales y tienen como objetivo servir de guía para el diseño de las estructuras definitivas.

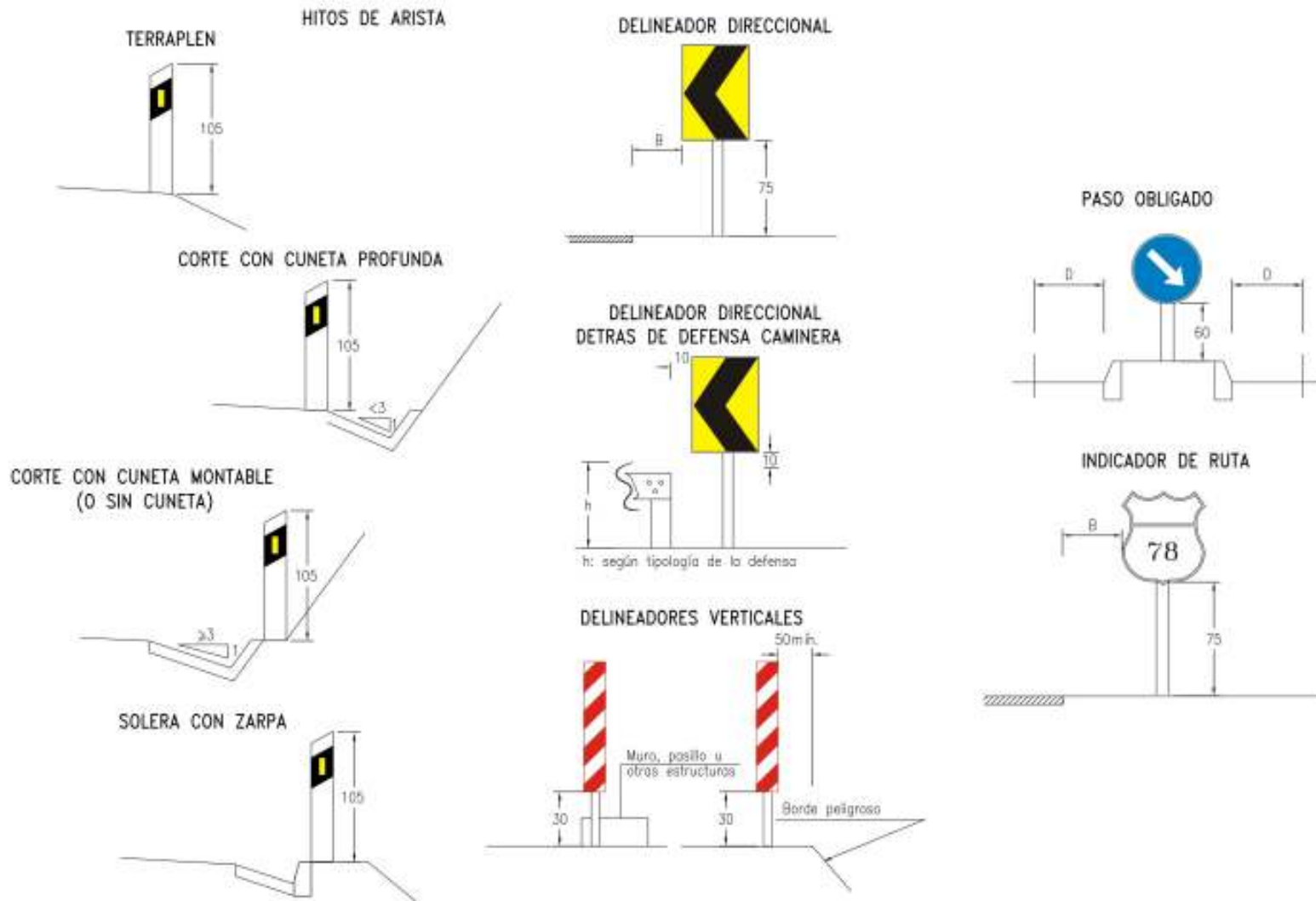
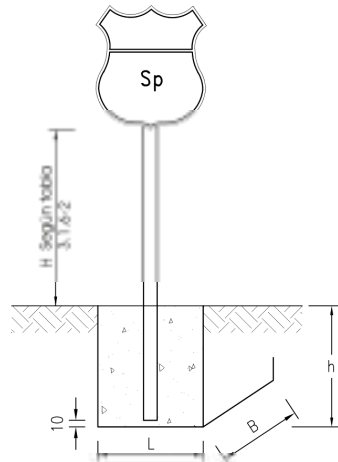
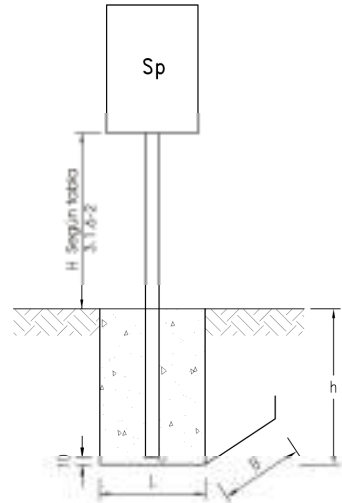


FIGURA 1.1-1 CONSTRUCCION SEÑALES VERTICALES

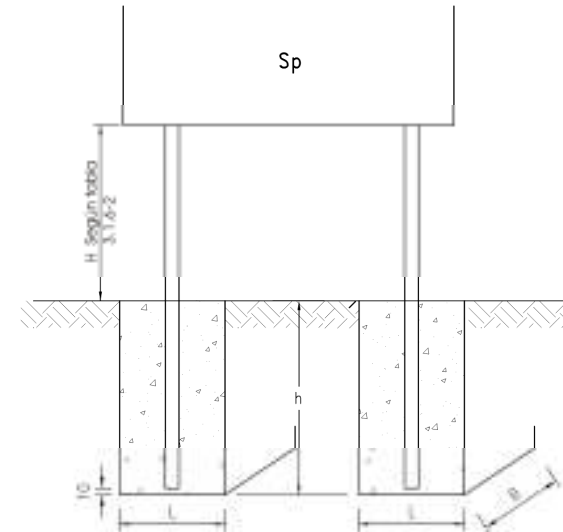
SEÑALES ESPECIALES DE UN POSTE



SEÑAL DE UN POSTE



SEÑAL DE DOS POSTES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

I.- MATERIALES

- 1.- Hormigón H-20 en fundación.
- 2.- Acero perfiles A 52 - 34 ES.

II.- CONSTRUCTIVOS

- 1 - El perfil del poste, debe estar orientado de tal forma que el lado mayor de la sección de éste debe quedar en posición perpendicular a la de la señal.

III.- BASE DE CALCULO

- 1.- Presión básica de viento $q_b = 70 \text{ kg/m}^2$
- 2.- Norma de diseño AASHTO-96
- 3.- Tensión admisible del suelo.
 $\tau_{est.} = 2,0 \text{ kg/cm}^2$

Superficie Sp m ²	Sustentación		Fundación		
	N° Postes	Perfil Tipo	B (cm)	L (cm)	h (cm)
Sp ≤ 0.5	1	Ω 6 L40x40x5	40	40	40
Sp ≤ 1	1	Ω 6 □ 50x50x4	60	60	60
1 < Sp ≤ 2	2	Ω 6 □ 80x40x3	70	60	60
2 < Sp ≤ 3	2	□ 80x40x3	80	60	60
3 < Sp ≤ 7	2	□ 100x100x4	100	80	80
7 < Sp ≤ 12	2	□ 150x100x5	140	100	100

Sp : corresponde a la superficie dada por la señal

FIGURA 1.1-2 FUNDACION SEÑALES VERTICALES

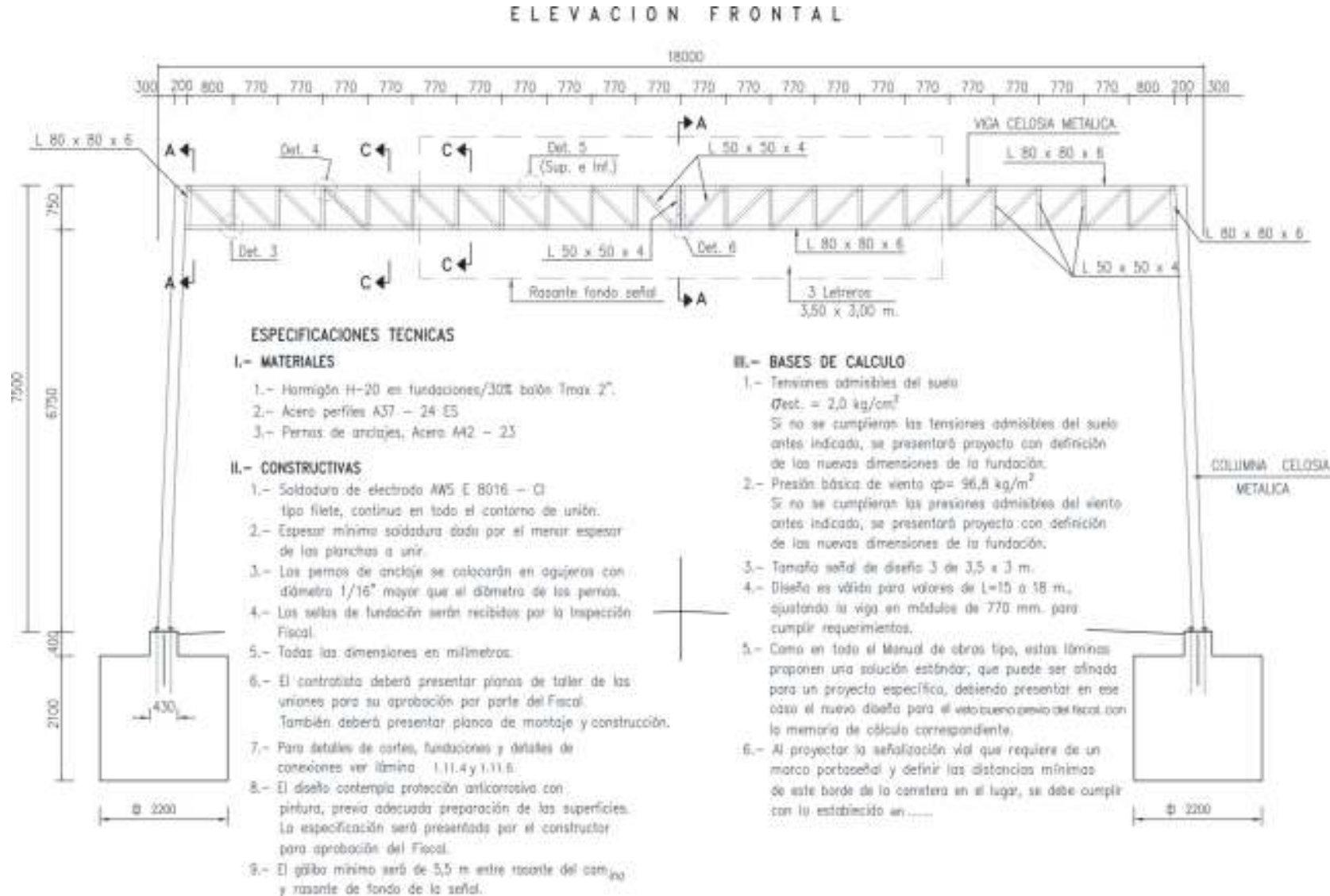


FIGURA 1.1-3 ESTRUCTURA TIPO MARCO PORTASEÑALES

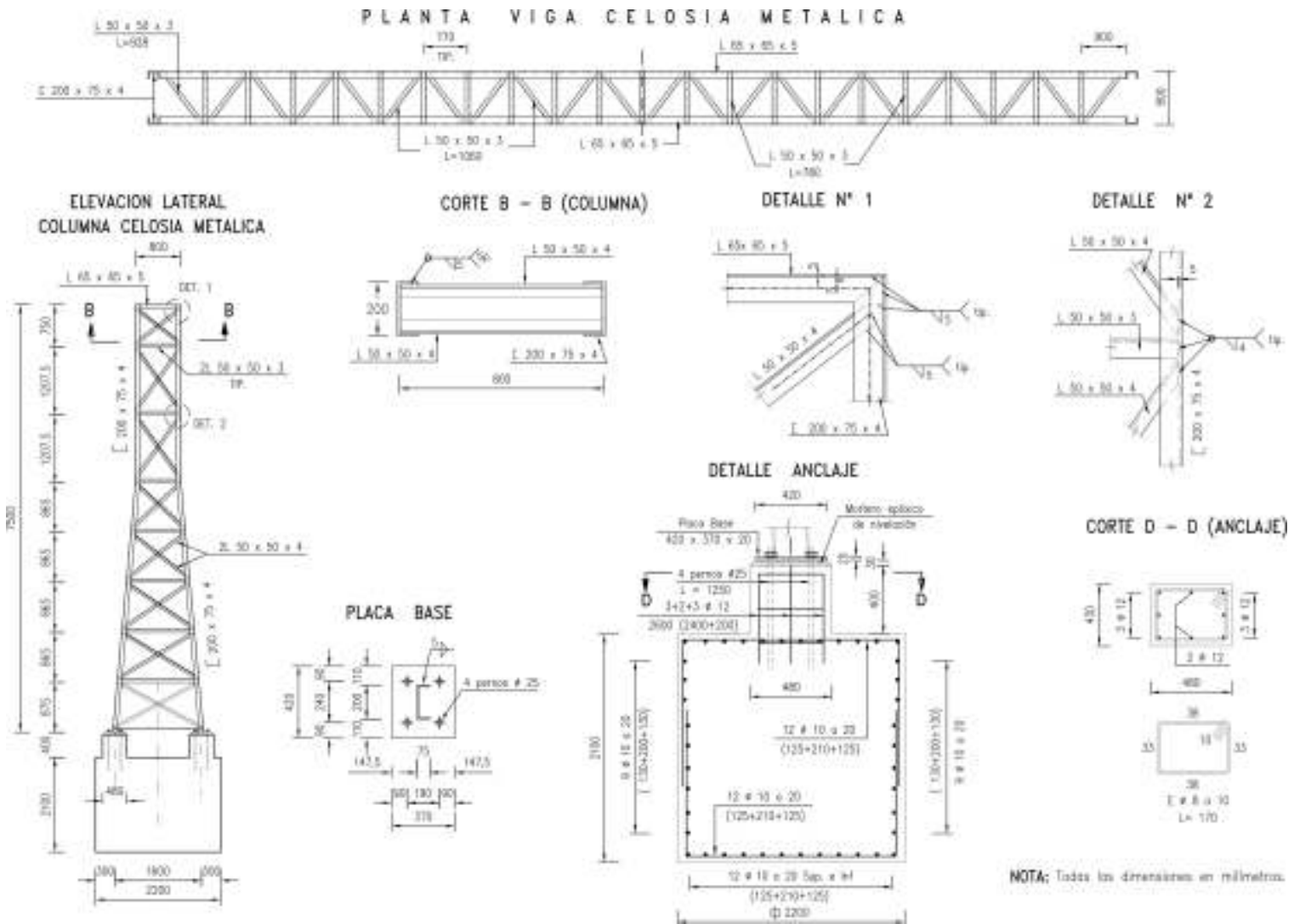
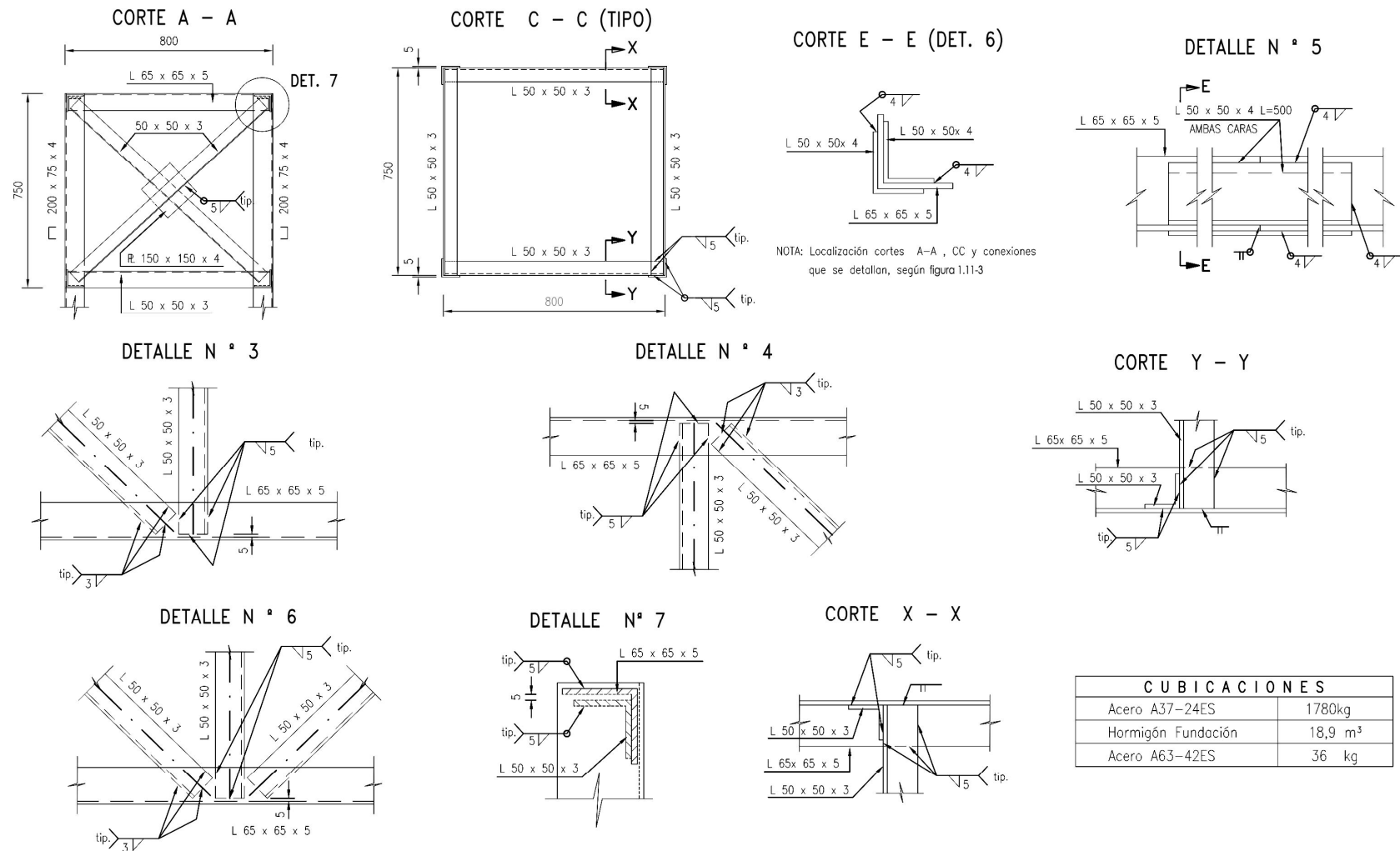
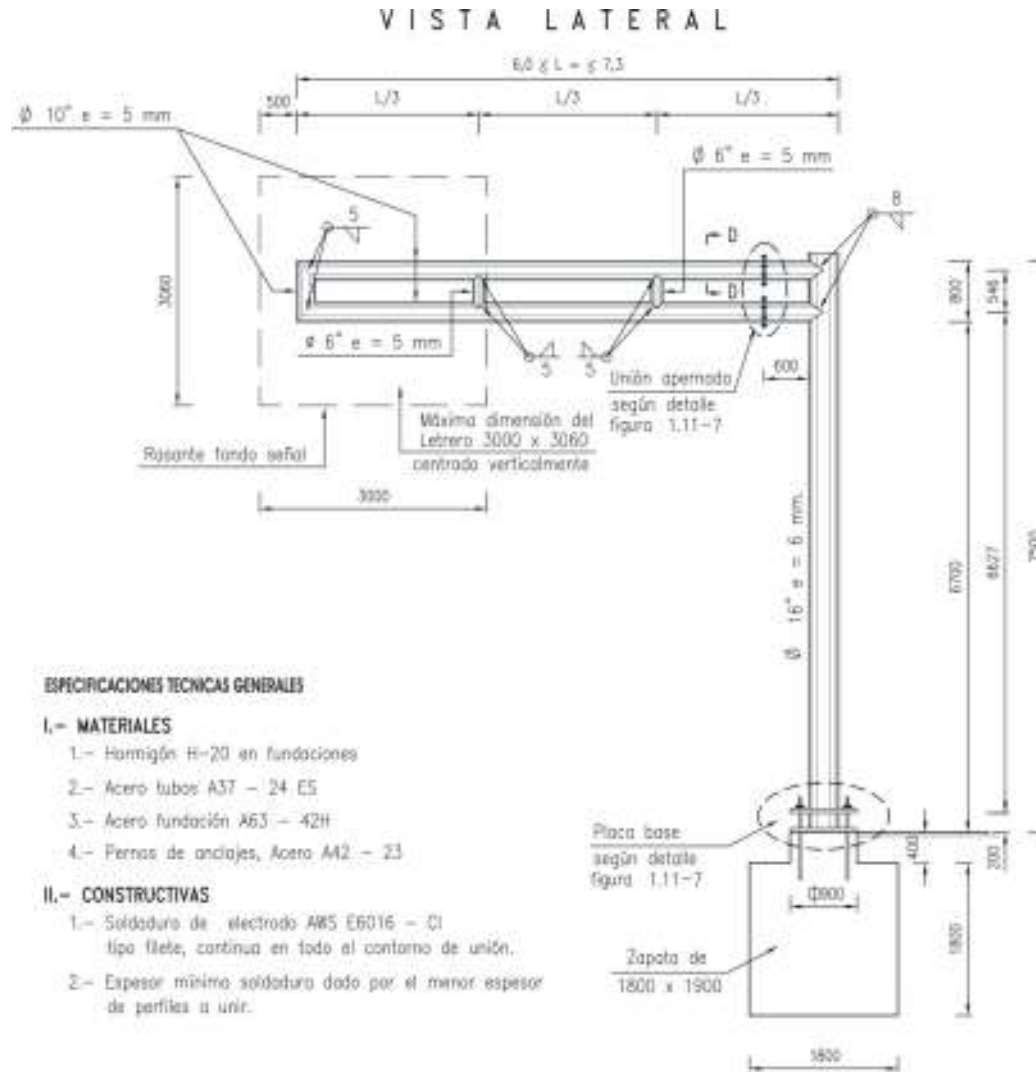


FIGURA 1.1-4 ESTRUCTURA MARCO PORTASEÑALES (CONTINUACIÓN)



NOTA: Todas las dimensiones en milímetros.

FIGURA 1.1-5 ESTRUCTURA MARCO PORTASEÑALES (CONTINUACIÓN)



- 3.- Los pernos de anclaje se colocarán en agujeros con diámetro 1/16" mayor que el diámetro de los pernos.
- 4.- Los sellos de fundación serán recibidos por la Inspección Fiscal.
- 5.- Todas las dimensiones en milímetros.
- 6.- El contratista deberá presentar planos de taller de las uniones para su aprobación por parte de la Inspección Fiscal. También deberá presentar planos de montaje y construcción.
- 7.- Para detalles de cortes, fundaciones y detalles de conexiones ver figura 1.11-7.
- 8.- Perfiles tubulares de acero galvanizado por tratamiento de inmersión en baño de zinc fundido.
- 9.- Diseño vóido para valores alternativo de L entre : $6,0 < L < 7,3$ m.
- 10.- El gólobo mínimo de la bandera portaseñal será de : $H_{\text{mín}} = 5,5$ m, desde la rosante del camino a la rosante de fondo de la señal.
- 11.- Detalles en lámina 3.1.11-4

III.- BASES DE CALCULO

- 1.- Tensiones admisibles del suelo
 $\sigma_{\text{est}} = 2,0 \text{ kg/cm}^2$
 Si no se cumplen las tensiones admisibles del suelo antes señalados el proyecto definirá las dimensiones de las fundaciones.
- 2.- Presión básica de viento $q_b = 96,8 \text{ kg/m}^2$
 Si no se cumplieran las presiones admisibles del viento antes indicada, se presentará proyecto con definición de las nuevas dimensiones de la fundación.
- 3.- Señal de diseño : Una de 3,0m x 3,06m
- 4.- Como en todo el Manual de obras tipo, estas láminas proponen una solución estándar, que puede ser afinado para un proyecto específico, debiendo presentar en ese caso el nuevo diseño para el visto bueno previo del Fiscal, con la memoria de cálculo correspondiente.
 Al proyectar la señalización vial que requiere de una bandera portaseñal y definir las distancias mínimas de este al borde de la carretera en el lugar, se debe cumplir con lo establecido.

FIGURA 1.1-6 ESTRUCTURA TIPO BANDERA

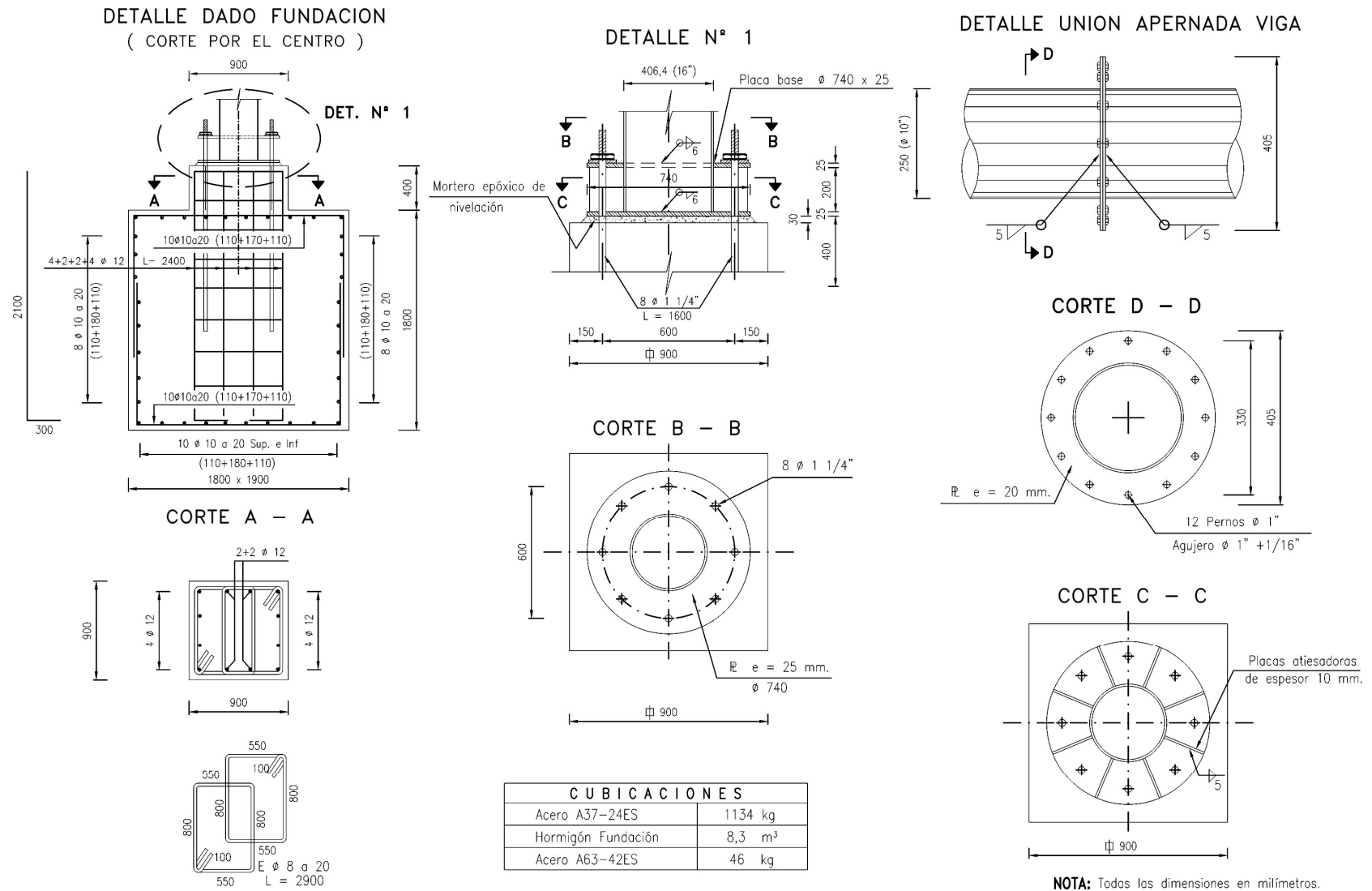


FIGURA 1.1-7 ESTRUCTURA TIPO BANDERA (CONTINUACIÓN)

1.1.1.5 Partidas del presupuesto y bases de medición

Las Partidas del presupuesto y bases de medición para la ejecución de proyectos de construcción de señalización vertical son:

a. Señalización vertical lateral (N°)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical lateral del tipo reglamentario, preventivo e informativo, cualquiera sean sus dimensiones y características, incluyendo postes de sustentación, cualquiera sea su número y tipo, pernos, accesorios, excavaciones, rellenos y todas las actividades y operaciones necesarias para cumplir lo especificado, salvo la estructura de sustentación tipo Marco o Bandera.

Se cuantificará por unidad (N°) de señalización vertical lateral de cualquier tipo, instalada al lado o en la plataforma del camino, y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Fiscal.

b. Señalización vertical lateral (m²)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical lateral del tipo reglamentario, preventivo e informativo, cualquiera sean sus dimensiones y características, incluyendo postes de sustentación, cualquiera sea su número y tipo, pernos, accesorios, excavaciones, rellenos y todas las actividades y operaciones necesarias para cumplir lo especificado, salvo la estructura de sustentación tipo Marco o Bandera.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de placa de señalización vertical instalada al lado o en la plataforma del camino y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Fiscal.

c. Señalización vertical sobre la calzada (N°)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical sobre la calzada, del tipo informativo, cualquiera sean las dimensiones y características de la señal, y demás elementos componentes; incluye además todos los materiales, operaciones y actividades necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por unidad (N°) de señal vertical sobre la calzada, de cualquier tipo, instalada sobre la calzada del camino. La medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Fiscal.

d. Señalización vertical sobre la calzada (m²)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización vertical sobre la calzada, del tipo informativo, cualquiera sean las dimensiones y características de la señal, y demás elementos componentes; incluye además todos los materiales, operaciones y actividades necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de placa de señalización vertical, de cualquier tipo, instalada sobre la calzada del camino. La medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Fiscal.

e. Estructura bandera portaseñal (n°)

Esta partida incluye el suministro y colocación en el emplazamiento especificado en el Proyecto, de todos los elementos estructurales para la conformación de la Bandera Portaseñal: excavaciones, armaduras, hormigón, estructura metálica, elementos de conexión, etc., para cumplir con el Proyecto y la presente especificación. No se incluyen los letreros de cada portaseñal y su proceso de instalación. La medición será por estructura portaseñal colocada.

Se cuantificará por unidad (N°), de estructura portaseñal tipo bandera instalada y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Fiscal.

f. Marco portaseñal (n°)

Esta partida incluye el suministro y colocación en el emplazamiento especificado en el Proyecto, de todos los elementos estructurales para la conformación del Marco Portaseñal: excavaciones, armaduras, hormigón, estructura metálica, elementos de conexión, etc., para cumplir con el Proyecto y la presente especificación. No se incluyen los letreros de cada portaseñal y su proceso de instalación. La medición será por estructura portaseñal colocada.

Se cuantificará por unidad (N°), de estructura portaseñal tipo marco instalada y la medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Fiscal.

g. Señalización de canalización y balizamiento (N°)

Esta partida incluye el suministro y colocación de señalización de canalización y balizamiento, cualquiera sean las dimensiones materiales y características de la señal y demás elementos componentes; incluye además todos los materiales, operaciones y actividades necesarias para el cumplimiento de lo especificado.

Se cuantificará por unidad (N°) de señal de canalización o balizamiento, de cualquier tipo, instalada al lado o en la plataforma del camino. La medición se efectuará según la cantidad requerida por el Proyecto y aprobada por el Fiscal.

1.1.2 CONSERVACIÓN

Para que una señal cumpla cabalmente su objetivo debe encontrarse en una posición muy precisa respecto del camino. Los valores recomendados para la ubicación lateral y la altura de las señales son los indicados.

El poste debe ser vertical, con una desviación no mayor que 0,02 m/m.

La nitidez y legibilidad de los símbolos o lecturas de la placa es muy sensible aún a pequeños defectos, como abolladuras, torceduras, rayados, soldaduras producidas por golpes y pérdidas de reflectancia. Para decidir cuando una placa, que ha superado con éxito el control de posición ha perdido legibilidad, debe inspeccionarse tanto de día como de noche. Si el problema está motivado por una pérdida de retrorreflectancia, deberá comprobarse que se encuentra limpia de polvo u otra suciedad, y además medir dicho parámetro según se indica en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Remoción de la señal existente. La señal por reemplazar deberá removerse empleando procedimientos que le eviten todo daño innecesario, en especial si ella admite una reparación en el taller. Primeramente la placa deberá desmontarse de él o los postes, de manera de evitarle torceduras; en seguida, si se va a reemplazar el poste, se excavará alrededor de él o los postes de manera de retirarlos, incluso con el hormigón de empotramiento, sin someterlos a esfuerzos que pudieran dañarlos.

Colocación de la señal nueva. Salvo que durante las inspecciones se hubiera detectado que en el lugar resulta conveniente colocar una señal diferente, normalmente la señal de reemplazo será igual a la retirada. La instalación se ajustará a lo que indiquen las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, el pavimento, las bermas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.

Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

A continuación se especifican las labores a realizar para Limpieza, Reacondicionamiento y Reemplazo de señales verticales.

1.1.2.1 Limpieza

Esta operación se refiere a la limpieza de la cara donde se encuentran los símbolos y leyendas de una placa de señalización, tanto vertical como montada en un pórtico, incluyendo postes y estructuras soportantes. El objetivo es retirar el polvo, grasas, aceites, papeles adheridos o cualquier otra suciedad que disminuya la nitidez y legibilidad.

a. Materiales

Se utilizará cualquier material que no dañe ni perjudique la vida útil de la señal.

b. Procedimientos de trabajo

Se utilizará cualquier procedimiento de trabajo que asegure una perfecta limpieza de la señal. Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar en forma alguna el pavimento, las bermas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.

Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

1.1.2.2 Reacondicionamiento

a. Laterales

Se entiende por reacondicionamiento a los trabajos requeridos para reacondicionar o reparar señales camineras verticales laterales. Incluye el reacondicionamiento de postes así como de placas de señales, ya sean preventivas, reglamentarias, informativas, turísticas y de balizamiento, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

La operación considera la reutilización de los elementos que presenten torceduras menores, pero que puedan ser enderezadas, y de los postes y marcos en buenas condiciones, por lo que no incluye el reemplazo de postes ni placas.

b. Materiales

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos, se materializarán mediante Figuras retrorreflectantes, de los colores y formas específicas y que cumplan los requisitos estipulados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Las placas se fijarán a los postes mediante pernos del tipo y calidad especificados en los Instructivos vigentes.

Las placas y postes no zincados deberán protegerse con dos manos de pintura anticorrosiva sintética y dos capas de esmalte alquid-fenólico compatible con el anticorrosivo, color gris perla (este último no se colocará en la superficie que lleva los símbolos y letras).

Cuando resulte necesario remover un poste para reacondicionarlo, se recolocará en el terreno empotrándolo a lo menos 0,50 m en un hoyo de sección mínima de 0,35 m x 0,35 m relleno con hormigón Grado H – 20.

c. Postes

Sólo deberán reutilizarse postes que no presenten torceduras ni dobleces, por lo que, si resulta necesario removerlos, deberán utilizarse procedimientos que le eviten todo daño innecesario. Se aceptarán postes con abolladuras siempre que no impliquen torceduras; serán aceptables cuando no se desvíen, en ningún sentido, en más de 0,01 m/m respecto de una línea recta teórica.

La readecuación implica una limpieza completa, retirando todo vestigio de hormigón, pintura suelta, herrumbre y cualquier otra suciedad. La limpieza será grado SSPC-SP2, que básicamente es un procedimiento de limpieza para la remoción de materias extrañas o perjudiciales, tales como grasas, aceites, lubricantes de corte y toda presencia de material soluble o contaminante de la

superficie de acero, utilizando solventes, emulsiones, compuestos de limpieza, limpieza a vapor o materiales similares y métodos que ejerzan una acción disolvente o de limpieza. La herrumbre y la pintura suelta se eliminan mediante raspado y cepillado manual con escobilla de acero.

Una vez limpios los postes no galvanizados se pintarán con dos capas de anticorrosivo aplicado con pistola, de 0,03 mm de espesor total mínimo de película seca, y se terminarán con dos capas de esmalte alquid-fenólico compatible con el anticorrosivo, color gris perla, aplicado con pistola y de espesor total mínimo de 0,03 mm, según las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

d. Placas

Sólo deberán reutilizarse placas en buen estado que presenten torceduras, dobleces o abolladuras menores. Las placas deberán limpiarse completamente, retirando todo vestigio de grasas, pintura, Figura reflectante, herrumbre y cualquier otra suciedad; el limpiado será grado SSPC-SP3 que es básicamente un método de preparación de superficies de metal para recibir pinturas, por remoción de escamas de laminación, herrumbre y pinturas sueltas o mal adheridas, con cepillos de alambre mecánicos, herramientas mecánicas de impacto, esmeriladora mecánica o por una combinación de estos métodos. Al término de la limpieza la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro anillo metálico.

En este tipo de limpieza debe cuidarse de no bruñir la superficie metálica, a fin de lograr una buena adherencia de la pintura a la base. Las placas no zincadas se pintarán por el reverso con dos capas de pintura anticorrosiva, y por el anverso se colocarán las Figuras retrorreflectante que cumplan con las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, con los colores, símbolos y letras que correspondan. Por el reverso se terminarán con dos capas del esmalte especificado, debiendo llevar, además, un símbolo que exprese la fecha y el nombre de la empresa responsable de su reacondicionamiento.

Las placas se fijarán al o los postes mediante los pernos y tuercas que cumplan con las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, las que se afianzarán mediante un punto de soldadura u otro procedimiento aprobado por el Fiscal que evite robos.

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos, se materializarán mediante Figuras retrorreflectantes, que cumplan los requisitos estipulados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Durante todo el tiempo que tarde el reacondicionamiento de las señales del tipo reglamentario y preventivas, se deberá mantener en el mismo lugar una señal provisoria que cumpla la misma función que la retirada o en reparación.

Disposiciones adicionales. Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, el pavimento, las bermas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.

Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

Cuando los trabajos se realicen con el camino en servicio, antes de iniciarlos deberán adoptarse las medidas que aseguren la seguridad de los trabajadores.

e. Aéreas

Esta operación especifica los trabajos requeridos para reparar señales verticales sobre la calzada, tipo marco o bandera, incluyendo la reparación de las placas de señales. Los pórticos a que se hace referencia son los definidos en los planos y Especificaciones Técnicas correspondientes, o similares, cualquiera fueren sus dimensiones y características. Además incluye el caso de letreros construidos con plancha satinada de 1 mm de espesor, remachadas a un bastidor de perfiles de acero.

f. Materiales

Los perfiles que forman parte de la estructura del pórtico y que resulten necesarios reemplazar, deberán ajustarse a lo indicado en los planos y Especificaciones Técnicas vigentes, o los planos de construcción específicos del proyecto de señalización vertical sobre la calzada preaprobados por el Fiscal, según corresponda.

Los perfiles para reemplazar secciones deterioradas de los bastidores deberán ajustarse a lo estipulado en el proyecto aprobado preliminarmente por el Fiscal.

En el caso de placas satinadas por reemplazar se utilizarán materiales del mismo tipo (calidad y espesor), y se remacharán al bastidor, de acuerdo a los planos y especificaciones del proyecto original en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos se materializarán mediante Figuras retrorreflectantes, de los colores y formas específicas y que cumplan los requisitos estipulados en este capítulo.

Las placas y estructuras no zincadas deberán protegerse con dos manos de pintura anticorrosiva sintética y dos capas esmalte alquid-fenólico, compatible con el anticorrosivo, color gris perla (este último no se colocará en la superficie que lleva los símbolos y letras).

Cuando resulte necesario remover el marco o pórtico de una señal vertical sobre la calzada para reacondicionarlo, éste se recolocará en el terreno en una fundación de hormigón armado Grado H-30, de las dimensiones que se indican en las Especificaciones Técnicas o en el proyecto preaprobado por el Fiscal.

g. Procedimientos de trabajo

Los pórticos podrán repararse directamente en el terreno o desmontarse, parcial o totalmente, para trabajar en taller, según lo que resulte más adecuado. En este último caso el anclaje de la estructura deberá restituirse en las mismas condiciones originales o del proyecto, si lo hubiere.

Todos los elementos que no puedan ser reparados satisfactoriamente deberán reemplazarse por nuevos, cumpliendo las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

h. Pórticos y bastidores

Las secciones de acero que integran los pórticos, pilares y vigas, así como los perfiles de los bastidores, que presenten torceduras o dobleces, deberán enderezarse o, si ello no es posible, reemplazarse por elementos iguales en buen estado. Si es necesario también deberá repararse la fundación, reemplazando pernos de anclaje y cualquier otro elemento que se encuentre deteriorado, según proyecto original o cumpliendo las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Los perfiles de acero deberán limpiarse completamente, retirando todo vestigio de pintura suelta, herrumbre y cualquier otra suciedad. Una vez limpios los elementos no galvanizados se pintarán con dos capas de anticorrosivo, aplicado con pistola, de 0,03 mm de espesor total mínimo de película seca, y se terminarán con dos capas de esmalte alquid-fenólico, compatible con el anticorrosivo, color gris perla, aplicado con pistola y de espesor total mínimo de 0,03 mm.

i. Placas

Las placas por reutilizar deberán encontrarse sin torceduras, dobleces o abolladuras que impidan afianzarlas perfectamente al bastidor según las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes. Deberán limpiarse completamente, retirando todo vestigio de grasas, pintura, figura reflectiva, herrumbre y cualquier otra suciedad.

Después de la limpieza se pintarán por el reverso de la misma forma especificada para los perfiles de acero, debiendo llevar un símbolo que indique la fecha y nombre de la empresa responsable de su reacondicionamiento.

Por el anverso las placas se pintarán con dos capas de anticorrosivo, para luego utilizar Figuras retrorreflectantes que cumplan con los requisitos estipulados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes.

Las leyendas, letras, ribetes, números, flechas, pictogramas y símbolos se materializarán mediante Figuras retrorreflectantes que cumplan los requisitos estipulados en este capítulo.

Durante todo el tiempo que tarde el reacondicionamiento de una señal de este tipo, en el mismo lugar de ésta se deberá mantener una señal vertical lateral provisoria que cumpla la misma función que la que se encuentra en reparación, y que tenga dimensiones concordantes con la velocidad de diseño del tramo o sector del camino.

Los procedimientos que se utilicen para realizar los trabajos especificados no deberán afectar, en forma alguna, el pavimento, las bermas y demás elementos del camino; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.

Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.

1.1.2.3 Reemplazo de señales verticales laterales

La operación especifica los trabajos requeridos para reemplazar señales camineras verticales laterales que no puedan reacondicionarse mediante otras operaciones, así como también la instalación de señales verticales nuevas. Se incluyen todas las señales preventivas, reglamentarias, informativas, turísticas y de balizamientos, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

a. Laterales

í. Placas de área inferior a 3 m²

La siguiente especificación es válida para las señales cuya superficie de la placa sea inferior a 3 m², correspondientes a señales preventivas, reglamentarias, informativas y de balizamiento.

Estas señales deberán confeccionarse con planchas de acero de 2,5 mm de espesor. Las dimensiones planas, altura y ancho, serán las correspondientes al tipo de señal con una tolerancia del 1% de su dimensión total. Los cortes rectos y los circulares podrán realizarse con guillotina o con cualquier otro sistema, con tal de cumplir con la linealidad y curvatura de los cortes dentro de las tolerancias indicadas en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes; los vértices deberán despuntarse con un radio según el tipo de camino indicado en las mismas Especificaciones Técnicas. Todas las aristas deberán pulirse.

Salvo que taxativamente se indique otra cosa, las placas deberán ser galvanizadas en caliente de acuerdo a la norma ASTM A 123 y con un espesor mínimo de 65 (mm) y los pernos, tuercas y golillas serán galvanizados según norma ASTM A 153-82. Por el reverso deberá llevar un símbolo que indique la fecha y nombre de la empresa responsable de su fabricación.

Cuando se acepte utilizar acero sin galvanizar, la protección se hará sobre la base de pintura anticorrosiva y esmalte gris perla, para lo cual la superficie deberá prepararse mediante baño limpiador o decapador químico. Los depósitos gruesos de aceite o grasa, compuestos trazadores y otras materias extrañas, deberán removerse mediante limpiado con solvente; las escamas de laminación, costras de óxido y herrumbre, deberán removerse mediante un baño en solución caliente o fría de ácido sulfúrico, nitroclorhídrico o fosfórico, un baño en ácido sulfúrico al 5% ó 10% conteniendo inhibidor, un baño en ácido sulfúrico al 5% a 80° ó 90° C con inhibidor o mediante un baño electrolítico, en un baño ácido o alcalino. Enseguida se pintarán con dos o más capas de pintura anticorrosiva sintética, de 0,03 mm de espesor total mínimo de película seca, y terminarse con dos o más capas de esmalte alquid-fenólico de 0,03 mm de espesor total mínimo.

Por el anverso se pintarán sólo con dos capas de anticorrosivo, para luego aplicar Figuras retrorreflectantes que cumplan con los requisitos estipulados en el Capítulo 1 del presente Volumen.

ii. Placas para escudos

Se ajustarán a lo señalado para las placas de señales verticales de dimensiones normales, salvo que se confeccionarán con planchas de acero laminado en caliente, de 1,5 mm de espesor.

iii. Postes

Los postes, correspondientes a señales preventivas, reglamentarias, informativas, turística y de balizamiento, serán de acero laminado tipo (de 110 mm de ancho, 38 mm de alto y 2,5 mm de espesor. Tendrán 3.000 mm de largo y se reforzarán con una Figura de acero de 2,5 mm de espesor, 80 mm de ancho y 1.750 mm de longitud, que se extenderá a partir de 920 mm de la parte superior y alcanzará a 330 mm del extremo inferior. La placa de refuerzo se soldará al perfil mediante cuatro cordones de soldadura de 100 mm de longitud cada uno, tipo E-6011 de 3 mm, ubicados en los extremos. En la zona central se alternarán tres cordones de 70 mm de largo a cada lado, hasta completar seis cordones intermedios en total.

En la parte superior el poste deberá tener seis perforaciones dobles y paralelas, de 8 mm de diámetro, a 17,5 mm del eje del poste y distribuidas, la primera a 50 mm del extremo superior y las siguientes a 150 mm de las precedentes. En el extremo inferior deberá tener una perforación de 14 mm en el centro y a 300 mm del extremo.

Los postes serán galvanizados en caliente debiendo cumplir con los mismos requisitos señalados para las placas. Cuando se acepten elementos no galvanizados, éstos deberán protegerse con pintura tal como se especifica para las placas.

iv. Placas de un área sobre a 3 m²

Las placas para las señales cuya superficie de la placa sea igual o superior que 3 m² e inferior que 12 m², deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, sean preventivas, reglamentarias, informativas o aéreas. Se confeccionarán con plancha de acero satinada de 1 mm de espesor, sometida al mismo tratamiento anticorrosivo señalado para las señales verticales.

v. Postes

Los postes para las señales de dimensiones especiales, superficie de la placa igual o superior que 3 m² e inferior que 7 m², sean preventivas, reglamentarias o informativas, se confeccionarán con perfiles de acero de 100 x 100 x 3 mm los que se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a señales verticales.

Los postes para las señales de dimensiones de la placa igual o superior que 7 m² e inferior que 12 m², serán de perfiles de acero de 120 x 120 x 4 mm, los que se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a señales verticales.

vi. Postes para delineadores

Los postes para los delineadores serán de perfiles angulares de 11/2 x 11/ 2 x 3/16" los que se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a señales verticales.

vii. Pernos

Los pernos, de 6 x 64 mm, y tuercas serán zincados, según norma ASTM A 153-82.

viii. Hormigón

El relleno de las excavaciones para empotrar los postes deberá realizarse con hormigón Grado H – 20.

ÍX. Otros materiales

Alternativamente en las placas y letreros se podrán usar otros tipos de materiales aprobados en las Especificaciones Técnicas e Instructivos vigentes, tales como aluminio, materiales sintéticos, cintas de alta adherencia u otros que señale el Proyecto.

b. Aéreas

El reemplazo de placas en señales áreas corresponde al indicado en reemplazo de placas de un área sobre 3 m².

El reemplazo de la Estructura de una señal área se someterán al mismo tratamiento señalado para los destinados a la construcción de señales aéreas nuevas.

1.1.2.4 Partidas del presupuesto y bases de medición

Las Partidas del presupuesto y bases de medición para la ejecución de proyectos de Mantenimiento y Conservación de señalización vertical son:

a. Limpieza de señales laterales

La operación comprende todos los trabajos necesarios para limpiar la cara que contiene los símbolos y leyendas de las señales camineras verticales de acuerdo con los procedimientos especificados, cualquiera fueren sus dimensiones, posición o características, como asimismo los postes y la estructura soportante.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de señal limpia.

b. Limpieza de señales aéreas

La operación comprende todos los trabajos necesarios para limpiar la cara que contiene los símbolos y leyendas de las placas con señales instaladas en marcos portaletreiros y otras estructuras similares, de acuerdo con los procedimientos especificados, cualquiera fueren sus dimensiones, posición o características, como asimismo los postes y la estructura soportante.

La operación se cuantificará por metro cuadrado (m²) de superficie de señal limpia.

c. Reacondicionamiento de placas en señales laterales: (n°)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar placas de señalización vertical lateral, cualquiera fueren sus dimensiones y características. Incluye desmontar la placa, si fuera necesario, enderezarla para dejarla en una condición aceptable, la limpieza y pintura, así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de placa reacondicionada y reinstalada en el camino.

d. Reacondicionamiento de postes en señales laterales: (n°)

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar postes de señalización vertical lateral, cualquiera fueren sus dimensiones y características. Incluye desmontar la placa y el propio poste, si fuera necesario, enderezarlo para dejarlo en una condición aceptable, la limpieza y pintura, así como la recolocación en el terreno empotrándolo con hormigón, y la recolocación de la placa.

e. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 1 pista

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de una pista, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de señal vertical sobre la calzada de una pista reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

f. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 2 pistas

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de dos pistas, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de señal vertical sobre la calzada de dos pistas reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

g. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 3 pistas

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de tres pistas, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de señal vertical sobre la calzada de tres pistas, reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

h. Reacondicionamiento de señales aéreas sobre 4 pistas

La operación comprende todos los trabajos necesarios para reacondicionar las señales verticales sobre la calzada de cuatro pistas, en que se deberán reparar las fundaciones, enderezar las piezas torcidas, o reemplazarlas por otras nuevas si ello no es posible, la limpieza y pintura así como la colocación de los símbolos y leyendas que se indiquen, con los materiales especificados para cada situación, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluye desmontajes, montajes y los traslados que resulten necesarios.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de señal vertical sobre la calzada de cuatro pistas reacondicionada, cualquiera fueren sus dimensiones y características.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de poste reacondicionado y reinstalado en el camino.

i. Reemplazo de placas de área inferior a 3 m²

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover únicamente la placa de una señal vertical dañada de área inferior a 3 m², cualquiera fuera su tipo y dimensiones y transportarla al taller o bodega que se indique y la provisión y colocación de otra placa nueva de dimensiones normales.

La operación se cuantificará por unidad (N°) de placa reemplazada.

j. Reemplazo de placas de área superior a 3 m²

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover únicamente la placa de una señal vertical dañada de área superior a 3 m², cualquiera fuera su tipo y dimensiones y transportarla al taller o bodega que se indique y la provisión y colocación de otra placa nueva de dimensiones especiales. La operación se cuantificará por unidad (N°) de placa reemplazada.

k. Reemplazo de postes de señales de placas de área inferior a 3 m²

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover completamente una señal vertical lateral de área inferior a 3 m², pero con el propósito de reemplazar únicamente él o los postes sustentadores, reutilizando la misma placa existente, cualquiera fuera su tipo y dimensiones, incluyendo todos los materiales que la operación demande. La operación se cuantificará por unidad (N°) de poste reemplazado.

l. Reemplazo de postes de señales de placas de área superior a 3 m²

La operación comprende todos los trabajos necesarios para remover completamente una señal vertical lateral de área superior a 3 m², pero con el propósito de reemplazar únicamente él o los postes sustentadores, reutilizando la misma placa existente, cualquiera fuera su tipo y dimensiones especiales, incluyendo todos los materiales que la operación demande. La operación se cuantificará por unidad (N°) de poste reemplazado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ANEXO C ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	1
1.1 CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES	1
1.1.1 MATERIALES	1
1.1.1.1 Pinturas	1
1.1.1.2 Tachas	2
1.1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	2
1.1.2.1 Tachas	2
1.1.2.2 Pinturas	3
1.1.2.3 Requisitos de otros materiales componentes de la pintura de demarcación.....	4
1.1.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	5

ANEXO C ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1 CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES

1.1.1 MATERIALES

Existe una gran variedad de materiales para demarcar, con diversidad de costos, duración y métodos de instalación, correspondiendo a las entidades responsables de las vías, seleccionar y especificar los que mejor satisfagan sus necesidades. En esta decisión deben considerarse las características nocivas, que para la salud de las personas y el medio ambiente presentan algunos productos, así como el tipo de pavimento y el flujo vehicular, entre otros factores.

Corresponde a los materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas, entre otros.

Las pinturas para demarcación del pavimento, se pueden dividir en cuatro grupos: convencionales, termoplásticos en caliente, plásticas multicomponentes en frío y materiales prefabricados. Para las labores de demarcación se utilizarán solo las indicadas a continuación.

1.1.1.1 Pinturas

La pintura a utilizar en sectores urbanos que cuenten con iluminación será:

Acrílica - En Base Solvente: Estas pinturas proporcionan la película de mayor calidad dentro de las convencionales y al mismo tiempo su proceso de secado es el más rápido por ser sólo físico.

Están constituidas por polímeros acrílicos puros, fundamentalmente de metil-metacrilato, o bien se modifican con estireno, por ejemplo, con el fin de mejorar su extensibilidad e incluso aumentar su dureza superficial, aunque la resistencia a la intemperie es sensiblemente menor, presentando tendencia al amarillamiento.

Las ventajas de este tipo de pintura son:

- Alta calidad de la película de acabado.
- Tiempo de secado en terreno más cortó que las restantes películas convencionales.
- Mejores propiedades con menor contenido en ligante y pigmento.
- Muy buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos.
- Compatibilidad con pavimentos de hormigón.

En lo que corresponde a las desventajas, estas son:

- Afinidad limitada sobre pavimentos flexibles nuevos (falta adherencia inicial).
- Dependiendo de la composición de los disolventes, requiere precaución en repintados.

La pintura a utilizar en sectores urbanos sin iluminación e interurbanos será:

Termoplásticas de Aplicación en Caliente: Son materiales exentos de disolventes y presentables en cualquier forma física sólida que permita, después del calentamiento, su aplicación mediante un método adecuado (spray o pulverización y por extrusión).

Están basados fundamentalmente en resinas de hidrocarburos derivados del petróleo, aunque existen derivados de colofonia e incluso poliésteres y resinas epóxicas termofusibles.

El proceso de curado es por solidificación del material fundido.

Con este tipo de materiales se consigue la confección de marcas viales perfiladas, con resaltes que constituye una muy buena alternativa. Estas marcas presentan ventajas indiscutibles desde el punto de vista de la seguridad vial, al tener un mejor comportamiento en cuanto a la visibilidad nocturna en condiciones climáticas adversas. Al mismo tiempo, provocan una señal perfectamente audible cuando se circula sobre ellas, lo que contribuye, por una parte, a un menor desgaste, pues el usuario se aparta rápidamente de ella, previniéndole al mismo tiempo, en situaciones de riesgo.

Las ventajas son:

- Muy rápido secado en obra.
- Excelente adherencia sobre pavimentos flexibles.
- Material de larga duración por su buena resistencia a la abrasión y la posibilidad de aplicar capas gruesas.
- Ecológico por carecer de disolventes.
- Rápida puesta en obra.

En lo que respecta a sus limitaciones, se destacan las siguientes:

- Requiere el uso de imprimación para la aplicación directa sobre pavimentos de hormigón.
- Requiere personal calificado para su aplicación y maquinaria sofisticada.

Los materiales definidos en el presente manual podrán ser otros siempre que cuenten con la debida autorización de la Administradora Boliviana de Carreteras.

1.1.1.2 Tachas

Por lo general estos dispositivos son plásticos, cerámicos o metálicos, entre otros materiales. Al menos la cara que enfrenta el tránsito debe ser retrorreflectante.

Las tachas deben ser del tipo reflector prismático, el área reflectante debe estar moldeada de material metacrilato o policarbonato, su base plana y no debe presentar desviaciones mayores a 1,3 mm.

1.1.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1.2.1 Tachas

Las tachas deben ser de tipo reflector prismático. El área reflectante debe estar moldeada de material metil metacrilato o policarbonato. La base, debe ser plana sin desviaciones mayores que 1,3 mm.

a. Resistencia a la compresión

La tacha deberá soportar un peso de 2727 kg sin quebrarse o deformarse significativamente. Entendiendo como deformación significativa 3,3 mm.

b. Resistencia al desprendimiento

La tacha deberá tener una resistencia al desprendimiento mayor o igual a 3,4 MPa (500 Psi).

c. Color

El color deberá caer dentro de las coordenadas cromáticas indicadas en la Tabla 1.1-1.

d. Dimensiones

- Altura $\leq 20,3$ mm
- Ancho $\leq 13,0$ mm
- Angulo entre la cara de la marca y la base $\leq 45^\circ$

e. Resistencia a flexión

Para tachas con largos y anchos mayores o iguales a 102 mm debe resistir 909 kgf sin deformación mayor que 3,3 mm.

f. Retrorreflectancia

Para ángulo de entrada 0° y de observación $0,2^\circ$ en mcd/lx deben cumplir con los valores indicados en la Tabla 1.1-2 para cada color:

TABLA 1.1-1 COORDENADAS CROMÁTICAS PARA TACHAS.

Color	Coordenada	Numero de Vértice					
		1	2	3	4	5	6
Blanco	X	0,310	0,453	0,500	0,500	0,440	0,310
	Y	0,348	0,440	0,440	0,380	0,380	0,283
Amarillo	X	0,545	0,559	0,609	0,597		
	Y	0,424	0,439	0,390	0,390		
Rojo	X	0,650	0,668	0,734	0,721		
	Y	0,330	0,330	0,265	0,259		

TABLA 1.1-2 RETRORREFLECTANCIA

Color	Retrorreflectancia (mcd/lx)
Blanco	279
Amarillo	167
Rojo	70

g. Procedimiento de trabajo

Las tachas se ubicarán de acuerdo a los detalles del Proyecto.

El área del pavimento donde se colocará la tacha deberá estar libre de polvo, compuestos de curado, grasa, aceite, pintura o cualquier otra materia extraña que pudiere afectar negativamente la acción ligante del adhesivo. Para estos efectos, la superficie indicada se deberá limpiar con un disco esmerilador de grano grueso, mediante chorro de arena o mediante un procedimiento de similar efectividad.

El adhesivo epóxico se deberá preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, considerando que las cantidades requeridas dependen de la textura de la superficie del pavimento. En todo caso, no se deberá preparar más mezcla adhesiva que la que se pueda utilizar en 10 minutos.

La mezcla adhesiva se deberá aplicar mediante una espátula a la base de la tacha o a la superficie del pavimento, en una cantidad tal, que cubra totalmente la superficie de contacto, sin presentar huecos, más un leve exceso.

Las tachas se deberán colocar en su posición tan pronto como sea posible, con un procedimiento que asegure que, respecto del eje del camino, no sufrirá desviaciones mayores que 2 mm, medidos en los extremos. Una vez instalada la tacha se deberá presionar hasta que el pegamento salga por los bordes. Todo exceso de adhesivo se deberá limpiar y retirar inmediatamente. No se aceptará que el pegamento fluya sobre la cara reflectante de la tacha.

Las tachas deberán ser protegidas de golpes por un lapso mínimo de 30 minutos después de colocadas. Además, durante el período que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito pase sobre las tachas. Para esto, el Contratista deberá colocar conos, barreras y la señalización de faenas necesaria en conformidad a lo indicado en el Capítulo 4, Señalización en Zonas de Trabajos.

No se deberán colocar las tachas en las siguientes condiciones:

- Cuando la temperatura del aire o la del pavimento sea igual o inferior a 10 °C;
- Cuando la humedad relativa del aire sea superior al 80%;
- Cuando la superficie del pavimento esté húmeda; y,
- Antes de 14 días de haber sido entregado al tránsito un pavimento nuevo.
- Antes de la demarcación de los pavimentos.

1.1.2.2 Pinturas

a. Requisitos de los materiales base

Los requisitos que deberán presentar los materiales base empleados en la confección de las demarcaciones son:

b. 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 la 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 definido en Tabla 2.4-4.

- Poder Cubridor: La relación de contraste, entre el factor de luminancia de la película seca de pintura blanca sobre cuadro blanco, respecto al factor de luminancia de la película seca de pintura blanca sobre cuadro negro, no será inferior al 95% y en el caso de la pintura amarilla no deberá ser menor al 90%.
- Tiempo de Secado: El tiempo de secado para pinturas debe ser menor o igual a 30 minutos, pero lo suficientemente alto de manera que permita sembrar las microesferas cuando sea necesario y que estas se puedan incorporar a la demarcación.
- Flexibilidad: De acuerdo a exigencias, se solicita que el agrietamiento no deberá ser superior a 12 mm.
- Punto de Ablandamiento: Se considera en los materiales termoplásticos de aplicación en caliente. El ablandamiento del material en zonas cálidas no debe ser mayor a los 95° C y para zonas frías, mayor a 75°C. Zona cálida está definida como aquella zona cuya temperatura promedio anual sea igual o superior a 15°C. Bajo este valor corresponderá a zona fría.
- Color: Se exige que la pintura esté dentro de polígono de colores indicado en Tabla 2.4-1.
- Adherencia: La demarcación debe resistir como mínimo una fuerza de 1,96 Mpa, empleando un espesor de película húmeda de 500 µm sobre una probeta normalizada.
- Envejecimiento Artificial Acelerado: Al ser ensayada la muestra de pintura, la diferencia de factor de luminancia $\Delta \beta$, diferencia entre luminancia original y después de expuesta, deberá ser menor a 0,05. Las coordenadas cromáticas se mantendrán dentro del espacio de color definido en Tabla 2.4-1

La ejecución de los ensayos pertinentes y su aprobación, no representará necesariamente que la demarcación cumpla con las especificaciones exigidas para su aprobación, ya que se deberá además controlar los materiales complementarios que componen la demarcación, es decir microesferas de vidrio y diluyentes.

1.1.2.3 Requisitos de otros materiales componentes de la pintura de demarcación

a. Microesferas de vidrio

Estas microesferas le otorgan al material base la propiedad de reflexión, es decir, la característica de retrorreflexión que debe poseer la demarcación.

Existen dos tipos de microesferas, una para el mezclado y otra para el sembrado. Así se distingue que aquellas para el mezclado son incorporadas al material base antes de la aplicación, lográndose la retrorreflexión una vez que la acción del tránsito pone al descubierto las microesferas sumergidas en la capa de pintura. En cambio, las microesferas de sembrado corresponden a aquellas que son fabricadas y especificadas para ser proyectadas sobre la pintura recién aplicada, consiguiendo con esto la retrorreflexión en forma inmediata.

La intensidad de la retrorreflexión dependerá de la correcta aplicación en su cantidad y en las características técnicas relacionadas con la esfericidad, granulometría, índice de refracción, apariencia y defectos, y resistencia a agentes químicos.

Los requisitos exigidos a las microesferas de vidrio son:

- Esfericidad: Deberán cumplir con una forma de esfera perfecta en una cantidad del 80% de la muestra.
- Granulometría: El tamaño máximo de las microesferas de vidrio, corresponderá a 1000 micrones y dependerá de su granulometría, si estas son incorporadas al mezclado o al sembrado en la pintura.

- Apariencia y Defectos: Las microesferas deberán ser limpias, claras, incoloras y exentas de materias extrañas.
- Índice de Refracción: No deberán presentar un índice de refracción menor a 1,5.
- Resistencia a Agentes Químicos: Las microesferas de vidrio deben ser resistentes y no presentar deficiencias en su índice de refracción al estar en contacto con sulfato de sodio, agua, cloruro de calcio.

b. Diluyentes

En general las pinturas que se comercializan en el mercado vienen listas para ser aplicadas, por lo tanto, es importante conocer el tipo de diluyentes que se empleen para la limpieza de equipos y herramientas, con la finalidad que sean compatibles con la pintura aplicada. Al respecto, se recomienda consultar con el proveedor esta característica.

1.1.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Condiciones Climáticas: La aplicación de la demarcación deberá realizarse cuando se cumplan ciertas condiciones climáticas:
- La temperatura ambiente sea superior a los 5°C e inferior a los 35°C. b) No exista excesivo viento y que no supere la velocidad de 25 km/h.
- La temperatura del pavimento deberá superar al menos en 3°C a la temperatura del punto de rocío. Se entenderá por punto de rocío, la intersección de la columna que representa los valores de la humedad relativa con la línea que señala los valores de la temperatura del aire.
- El pavimento no se encuentre húmedo.

Para las zonas costeras cercanas a dunas, pozos de áridos, etc., se recomienda considerar que el factor de desgaste será mayor por los sedimentos abrasivos que afectarán a la demarcación y en consecuencia se deberá tener presente este aspecto en la selección del material, de modo de asegurar la durabilidad de la pintura en buenas condiciones.

a. Equipos para pinturas

Los Equipos a emplear en la aplicación de las demarcaciones, dependerán del material a aplicar y del tipo de vía. En todo caso, a fin de asegurar una demarcación uniforme y en las dimensiones estipuladas en el proyecto, los equipos deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Los equipos deberán ser autopropulsados y disponer de un mecanismo de control de velocidad.
- Deberán disponer de un mecanismo automático de agitación incorporado.
- Poseer un sistema automático de control de dosificación del material base y de las microesferas.
- Deberán disponer de sistemas independientes del material base y microesferas.
- Deberán disponer de un dispositivo automático de espaciamiento y ancho de línea.

Se deberá tener siempre presente, que estos equipos por disponer de compresores de aire o gas, están expuestos a caídas o bajas de presión, o que algún elemento mecánico sufra un desperfecto por falta de lubricación. Con la finalidad de evitar estos inconvenientes, los operadores de los equipos deberán verificarlos, tanto para la puesta en marcha como para la operación y detención.

En el caso que la aplicación de la pintura sea con microesfera de vidrio de premezclado, se deberá verificar en los equipos convencionales, que al homogeneizar la pintura no presente pigmentos en el fondo de los envases, para posteriormente incorporar las microesferas de vidrio en la dosis y forma recomendada por el fabricante, y según las indicaciones del proyecto.

Para el criterio sin premezclado, se recomienda el uso de equipos con sembradores de microesferas a presión, lo cual asegurará una óptima distribución y penetración en la pintura. La experiencia indica que los mejores resultados se consiguen con doble sembrado, es decir, aplicando primero microesferas de diámetros mayores, dentro de la granulometría permitida.

Para el caso de demarcación de figuras y símbolos, después de aplicar la última capa, se siembran las microesferas con una dosis que varía entre 300 a 500 g/m². El sembrado se realiza al voleo, con fuerza, de modo de asegurar la penetración en la pintura.

b. Equipos para aplicación de termoplásticos

En este caso se deberá revisar que la temperatura ambiente esté sobre los 12°C y la temperatura del pavimento sea sobre 10°C.

Este material se aplica en estado fundido a una temperatura aproximada a los 200° C. Como el producto debe ser agitado permanentemente a alta temperatura, se recomienda pasar el termoplástico al equipo de aplicación, pasado 30 minutos de que éste haya alcanzado una temperatura sobre los 180°C, ya que el material tiene que pasar por un filtro de 6 mm de abertura. Como regla general, se recomienda que el material termoplástico no exceda de las 6 horas a temperatura sobre los 200°C y no supere los 230°C. Se recomienda consultar con el fabricante las veces que el material puede ser refundido, sin que pierda las propiedades y sin que afecte las características de las microesferas.

Previo a la colocación del material, se deberá limpiar la superficie y aplicar un puente de adherencia o primer que sea compatible con el material termoplástico que se utilice. Una vez colocado el puente de adherencia o primer, se debe colocar oportunamente el material termoplástico, de manera de asegurar la adherencia entre ambos materiales.

La aplicación del termoplástico se podrá realizar mediante Extrusión a Zapata, el que consiste básicamente en vaciar el material termoplástico fundido en un molde o zapata, que dispone de una abertura con control de cierre para graduar el material que se deposita, en función del espesor deseado. Este sistema se emplea preferentemente en la demarcación de símbolos en cruces. Aplicado el material, se deberá colocar microesferas de sembrado, en una cantidad aproximada a los 600 g/m², o valor recomendado por el fabricante.

Otro sistema de aplicación es por pulverización o proyección neumática, el que consiste en la pulverización del termoplástico, mediante la combinación de aire con material fundido el cual es depositado sobre el pavimento y luego se aplican las microesferas de sembrado, según recomendaciones del fabricante, que permitan dar cumplimiento a los requerimientos de especificaciones.

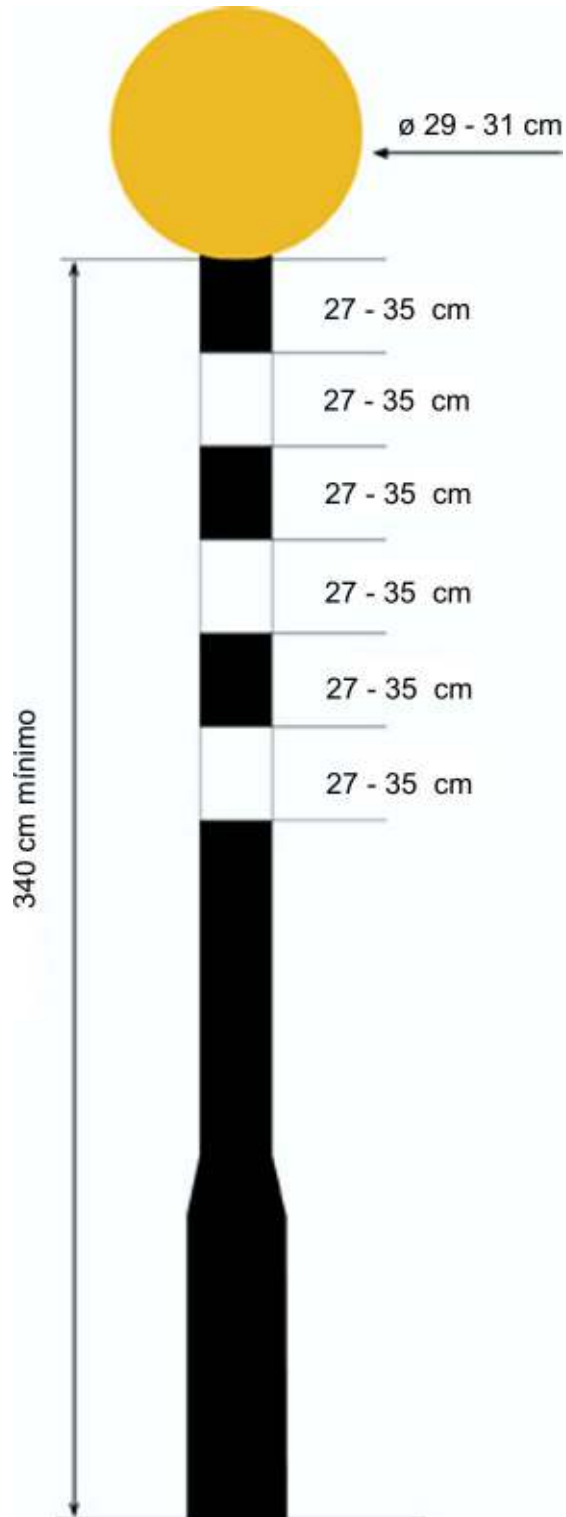
El Método de Ribbon o Zapata a Presión, consiste esencialmente en depositar el material termoplástico sobre un molde que está separado del pavimento, que sirve para dirigir el material en la posición deseada y entregar el espesor que puede variar entre 2 a 3 mm. Al igual que en los otros métodos, se deberá aplicar microesferas de sembrado, en la cantidad que indiquen las especificaciones técnicas.

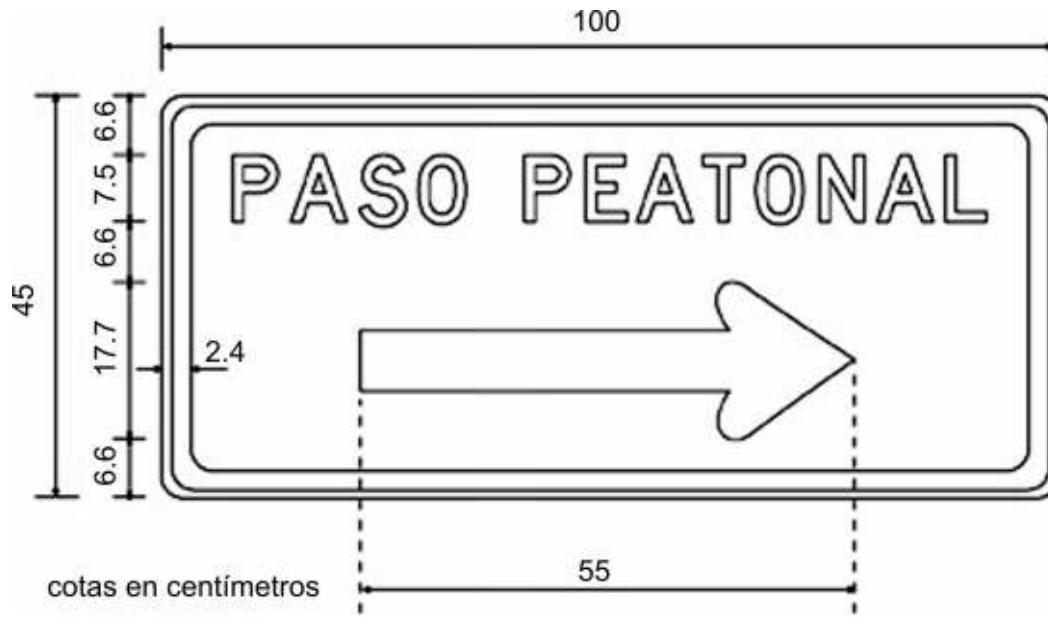
ÍNDICE DE CONTENIDO

ANEXO D	1
1.1 FACILIDADES PEATONALES Y BICICLETAS	1

ANEXO D

1.1 FACILIDADES PEATONALES Y BICICLETAS





1.	ANEXO E	1
1.1	MEDICIÓN DE FLUJOS DE SATURACIÓN TIEMPOS DESAPROVECHADOS	1
1.1.1	EL MÉTODO DE FLUJOS DE SATURACIÓN Y TIEMPOS DESAPROVECHADOS SE BASA EN LA OBSERVACIÓN DE VEHÍCULOS DURANTE TRES INTERVALOS DE UN PERÍODO VERDE.....	1
1.1.2	FLUJO DE SATURACIÓN.....	2
1.2	APÉNDICE 2	4
1.2.1	IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS CRÍTICOS	4
1.2.2	DIAGRAMA DE BÚSQUEDA DE MOVIMIENTOS CRÍTICOS: EJEMPLO.....	5

1. ANEXO E

1.1 MEDICIÓN DE FLUJOS DE SATURACIÓN TIEMPOS DESAPROVECHADOS

1.1.1 EL MÉTODO DE FLUJOS DE SATURACIÓN Y TIEMPOS DESAPROVECHADOS SE BASA EN LA OBSERVACIÓN DE VEHÍCULOS DURANTE TRES INTERVALOS DE UN PERÍODO VERDE.

Primer intervalo: Los primeros 10 segundos del período verde (presentado). Estos corresponden aproximadamente a la transición inicial.

Intervalo medio: El resto del período verde saturado.

Ultimo intervalo: El intervalo que sigue al fin del período verde, es decir amarillo más el rojo siguiente

Las siguientes consideraciones deben tenerse en cuenta:

- Sólo deben contarse aquellos vehículos que formaban parte de una cola.
- El método puede usarse en semáforos con tiempos verde variable.
- Los flujos de saturación deberían calcularse por pista.

El método utiliza el Tabla 1.1-1 en el cual aparecen 6 columnas para anotar:

- El número del ciclo.
- Vehículos observados en el primer intervalo.
- Vehículos observados en el intervalo medio.
- Vehículos observados en el intervalo final.
- La duración del período saturado.
- La saturación del período verde. Si éste es fijo anotarlo sólo la primera vez.

Se cuenta a los vehículos a medida que cruzan la línea de detención, pero teniendo cuidado en contar sólo vehículos durante intervalos saturados. Para asegurarse de ello, verificar que sólo se cuentan vehículos que estaban en la cola al comienzo del verde, o que se unieron a ella y sufrieron una detención total durante el período verde. Sólo se cuentan vehículos que inician la marcha desde el reposo. El tiempo de saturación incluye el intervalo inicial y el medio, pero no el final. El tiempo de saturación termina cuando el último vehículo que partió del reposo cruza la línea de detención, o cuando se presenta el período amarillo, lo que ocurra antes.

Si el tiempo de saturación es menor que 10 segundos deben excluirse las observaciones de ese ciclo. Los vehículos que utilizan el último intervalo sólo deben contabilizarse si el período estaba totalmente saturado (tiempo de saturación = tiempo de verde mostrado). Si ningún vehículo utiliza el último período anote un cero. Un signo (-) indica que el período no estaba saturado.

De la observación del cuadro 1.A.1. Se debe notar que hay 3 casos básicos.

- Las columnas 1, 2 y 3 tienen anotaciones. En este caso el ciclo estaba totalmente saturado.
- Sólo la columna 1 o las columnas 1 y 2 tienen anotaciones. La cola duró al menos 10 segundos, pero fue despejada antes del final de período verde.
- No hay anotaciones en las columnas 2 y 3 el número en la columna 1 se ha tachado, ya que el tiempo de saturación fue inferior a 10 segundos.
- Las anotaciones deben repetirse por 30 ciclos y el TOTAL y el número de MUESTRAS deben computarse para cada columna. Si hay un número en el ciclo correspondiente (no tachado) esta denota una MUESTRA.

1.1.2 FLUJO DE SATURACIÓN

El flujo de saturación se calcula como:

$$S^* = \frac{X_2}{X_4 - 10n_4} \quad (A.11)$$

Se los datos en el cuadro:

$$S^* = 290 / (917 - 10 \times 28)$$

$$S^* = 0,455 (\text{veh} / \text{seg.})$$

El flujo de saturación .en vehículos por hora está dado por

$$S = 3.600 S^* \quad (A.12)$$

En el ejemplo $S = 3.600 \times 0.455 = 1.640 \text{ veh} / \text{hor}$

El tiempo desaprovechado en segundos se calcula como:

$$I = E + 10 - \frac{1}{S^*} \left(\frac{x_1}{n_1} + \frac{x_3}{n_3} \right) \quad (A.13)$$

Donde E es el entreverde observado al mismo tiempo.

El tiempo de verde presentado promedio es:

$$V = x_5 / n_5 \quad (A.14)$$

El verde efectivo es:

$$V = E + V - I = \frac{x_5}{n_5} - 10 + \frac{1}{S^*} \left(\frac{x_1}{n_1} + \frac{x_3}{n_3} \right) \quad (A.13)$$

Del cuadro se obtiene $V + 1024/30 = 34$ segundos y $V = 5 + 34 - 6 = 33$ segundos

Si sólo, se requieren flujos de saturación basta con llenar las columnas 2 y 4.

Si se requiere convertir los flujos de saturación de Automóviles Directos Equivalentes será necesario contar vehículos separadamente.

- livianos - directos
- pesados - virando derecha
- virando izquierda

Vale la pena la ocasión en que se hacen estas mediciones para observar los tiempos de despeje de las diferentes fases.

TABLA 1.1-1 MEDICIÓN DE FLUJOS SATURACIÓN Y TIEMPOS DESAPROVECHADOS CUADRO

NUMERO DE CICLO	SALIDAS DE COLAS (vehs)			Duración de la saturación (s) (*)	Verde Presentado (s)
	Intervalo inicial	Intervalo medio	Ultimo intervalo		
	1	2	3	4	5
1	3	12	1	35	35
2	4	3	0	20	20
3	3	6	--	24	29
4	3	--	--	10	14
5	1	--	--	--	12
6	4	10	-	34	46
7	3	23	1	52	52
8	3	14	-	44	53
9	3	10	2	34	34
10	2	8	1	27	27
11	2	4	-	18	33
12	3	8	-	25	30
13	4	6	-	22	27
14	3	4	-	21	34
15	3	15	0	45	45
16	2	17	3	52	52
17	3	18	1	52	52
18	3	10	-	25	26
19	4	12	2	38	38
20	3	9	1	37	37
21	4	66	-	23	28
22	2	--	-	--	10
23	3	9	1	20	20
24	3	18	0	46	46
25	3	19	-	45	48
26	2	10	1	32	32
27	4	--	-	10	13
28	4	7	-	24	29
29	2	15	1	50	50
30	3	17	1	52	52
TOTAL	$x_1 = 86$	$x_2 = 290$	$x_3 = 16$	$x_4 = 917$	$x_5 = 1024$
MUESTRAS	$n_1 = 28$	$n_2 = 26$	$n_3 = 15$	$n_4 = 28$	$n_5 = 30$

(*) Excluye el amarillo

Entreverde (s) = 5

1.2 APÉNDICE 2

1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS CRÍTICOS

En este apéndice se discute la identificación movimientos críticos cuando hay movimientos traslapados, es decir que usan más de una fase.

Se utilizará como ejemplo la intersección que muestra la Figura 1.2-1.

Esta intersección tiene 5 movimientos o corrientes vehiculares y 2 movimientos peatonales denotados por líneas de puntos (6 y 7). La intersección opera con 3 fases A, B y C. Los movimientos 1 y 4 son de traslapo, es decir usa más de una fase.

La mejor manera de identificar los movimientos críticos, en estos casos, es construir un diagrama de búsqueda de movimientos críticos. Este diagrama tiene las siguientes características. (Figura 1.2-2).

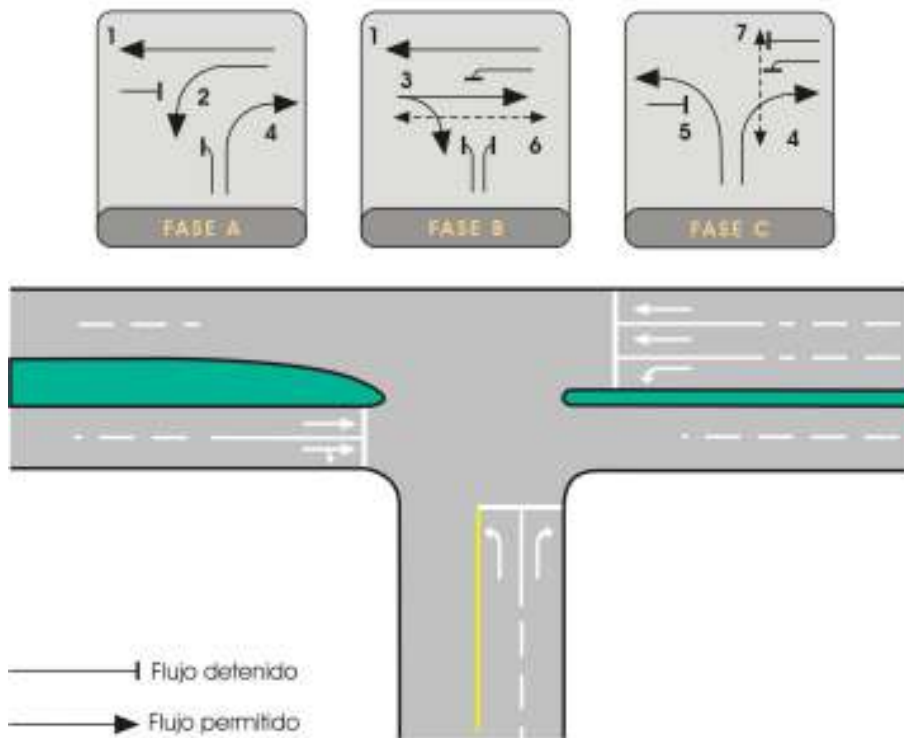


FIGURA 1.2-1 EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DE FASES Y PLANTA DE UNA INTERSECCIÓN

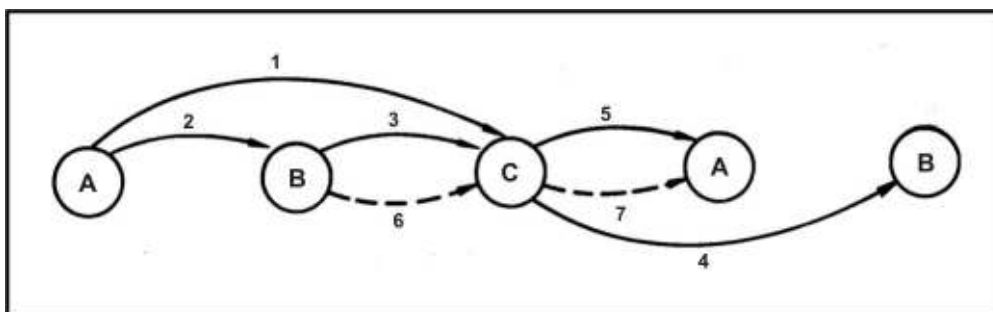


FIGURA 1.2-2 A) DIAGRAMA COMPLETO

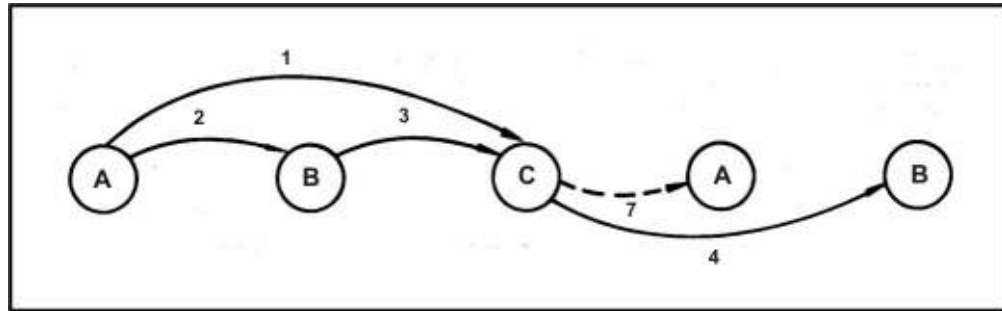


FIGURA 1.2-3 B) DIAGRAMA REDUCIDO

1.2.2 DIAGRAMA DE BÚSQUEDA DE MOVIMIENTOS CRÍTICOS: EJEMPLO

Nodos: cada nodo identifica el comienzo de una fase. Se debe usar la letra o número correspondiente.
Arcos: cada arco identifica un movimiento y se anota con su número.

El tiempo mínimo de cada movimiento se calcula como:

$$t_i = \maximo de \left\{ \begin{array}{l} 100 \cdot (q_i / s_i x_i) + I_i \\ v_m + I_i \end{array} \right\} \quad (A.2.1)$$

En que:

q_i = volumen del movimiento
 s_i = flujo de saturación del movimiento
 x_p = grado de saturación admisible (a menudo 0,95)
 I_i = tiempo desaprovechado
 v_m = verde mínimo

Si el tiempo mínimo elegido resulta ser el calculado por $v_m + I_i$

- Cambie el valor del tiempo desaprovechado para ese movimiento a $v_m + I_i$
- tache la tasa de flujo y , y la tasa de verde u , de manera que estos valores no se incluyan en los cálculos, si estos forman parte más tarde de un movimiento crítico. Los tiempos de verde vienen dados ahora por los valores mínimos. En el caso de peatones no se considere "y" ni "u", use cero en la práctica, como el ejemplo.

El método consta de las siguientes etapas:

- Calcule los tiempos mínimos requeridos para cada movimiento.
- Dibuje los nodos (círculos) de etapa A a etapa A en orden A, B, C... A, y conecte los nodos mediante arcos, los que corresponden a movimientos.
- Si no es posible presentar todos los movimientos mediante nodos A a A extienda el diagrama agregando un segundo nodo B, C, etc. (En el ejemplo el movimiento 4 requiere un segundo B1. Se nota que siempre es posible dibujar el diagrama sin que se corte arco alguno.
- 1 Anote los tiempos mínimos requeridos entre paréntesis al lado de cada arco - movimiento, y compare sus valores para los movimientos que no son de traslapo. Si hay más de un movimiento no traslapado, entre dos nodos seleccione aquel que tiene un tiempo mínimo mayor y elimine los demás. El movimiento escogido será el más posible a movimiento crítico que represente a los otros movimientos no trasladados. Esta eliminación puede hacerse dibujando un nuevo diagrama reducido o simplemente tachando los arcos no requeridos. Si el sistema de fases no tiene movimientos trasladados, los movimientos posibles identificados aquí son los movimientos críticos.

Movimientos de traslapo

- Análogamente compare los tiempos mínimos de aquellos movimientos de traslapo que reciben derecho de paso durante las mismas etapas (Tienen el mismo nodo inicial y final), escoja el que tenga tiempo mayor y elimine los demás. Identifique ahora aquel(as) combinaciones de movimientos (senderos) que completan un ciclo en el diagrama reducido. Los movimientos críticos serán aquellos que formen parte del sendero máximo.

- En el ejemplo los movimientos 1 y 7 ó 2, 3 y 7 de nodo A a nodo A, y los movimientos 3 y 4 de nodo B a nodo B.

$$T_{1,7} = 27 + 22 = 49$$

$$T_{2,3,7} = 22 + 37 + 22 = 81$$

$$T_{3,4} = 37 + 60 = 97$$

Los movimientos críticos son entonces y 4.

- Calcule los parámetros de la intersección L (tiempo desaprovechado 1,U (tasa de verde) e Y (tasa de flujo) como la suma de los parámetros de los movimientos críticos. Debe obtener:

$$L = 12 \quad Y = 0.75 \quad U = .085$$

- Calcule el ciclo práctico y el ciclo óptimo. El ciclo práctico se calcula como.

$$C_p = \frac{L}{1-U}$$

- En el caso del ejemplo es

$$C_p = \frac{12}{1-0.85} = 80 \text{ seg.}$$

- Si se desea calcular el ciclo que minimiza demoras

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1-Y} = \frac{1.5 \cdot 12 + 5}{1-0.75} = 92 \text{ seg}$$

- Escoja un ciclo. En general éste puede redondearse a los 5 ó 10 segundos más cercanos. Para sistemas coordinados el ciclo viene dado por el ciclo viene dado por el ciclo común. En el caso de este ejemplo 90 segundos parece ser una elección razonable.
- Revise los movimientos críticos. Es posible en ciertos casos que los movimientos críticos cambien debido a la elección del ciclo.

Para revisarlos, calcule el valor de $(u_c + I_i)$ y determine el nuevo tiempo requerido para el movimiento como el mayor de $(u_c + I_i)$ y $(v_m + I_i)$.

En el ejemplo:

$$T_{1,7} = 25 + 22 = 47$$

$$T_{2,3,7} = 20 + 34 + 22 = 76$$

$$T_{3,4} = 34 + 55 = 89$$

No hay cambio.

Si hubiera cambio deben repartirse los cálculos a partir del paso vi).

- Calcule los tiempos de verde utilizando la técnica descrita en la sección 4.7. Se puede redondear la duración del verde al segundo más cercano. Calcule también los grados de saturación efectivos x_p para verificar si hay sobresaturación. Se puede construir un cuadro que ayuda a presentar estos cálculos. La Tabla 1.2-1, Tabla 1.2-2.
- presenta los cálculos para este ejemplo.

TABLA 1.2-1 CUADRO DE BÚSQUEDA DE MOVIMIENTOS CRÍTICOS Y CÁLCULO DE SEMÁFOROS

Movimiento	Fase de Inicio	Fase de Termina	Entre-verde (e)	Tiempo verde presentado mínimo	Flujo (q)	Flujo Saturación (s)	Tiempo Desaprovechado (l)	Verde efectivo mínimo (v_m)	Grado Saturación práctico (x_p)
1	A	C	6	8	650	3480	6	8	0.90
2	A	B	6	6	240	1510	5	7	0.92
3	B	C	5	8	920	3260	4	9	0.85
4	C	B	5	8	580	1240	8	5	0.90
5	C	A	5	6	170	1490	3	8	0.92
6	B	C	5	14	Peatones	Peatones	19	15	
7	C	A	5	17	Peatones	Peatones	22	18	

TABLA 1.2-2 B) CÁLCULOS

Movimiento	$y = q / s$	$u = y / X_p$	$100u + I$	$v_m + I$	t	Verifique C=90			
						$uc + I$	t'	v	$x = (c / v)y$
1	0.19	0.21	27	14	27	25	25		0.28
2	0.16	0.17	22	12	22	20	20	62	0.50
3	0.28	0.33	37	13	37	34	34	29	0.84
4	0.47	0.52	60	13	60	55	55	30	0.88
5	0.11	0.12	15	11	15	14	14	48	0.52
6	--	--	-	19	19	-	19	19	--
7	--	--	-	22	22	-	22	30	--
								18	

Vale la pena destacar que este cuadro y esquema permite tanto el uso de métodos tradicionales como más avanzados. En particular el método permite diseñar semáforos en los cuales ciertos movimientos reciben un nivel de servicio mejor, ya que tiene un grado de saturación inferior.