

Contenido

7. Semáforos

7.1 Generalidades

- 7.1.1 Definición
- 7.1.2 Uso
- 7.1.3 Elementos de semáforos
- 7.1.4 Unidad de control
- 7.1.5 Detectores
- 7.1.6 Conservación
- 7.1.7 Pintura
- 7.1.8 Previsión de instalaciones
- 7.1.9 Tipo de semáforo
- 7.1.10 Datos de ingeniería de tránsito para la justificación de semáforos
- 7.1.11 Justificación para la instalación de semáforos

7.2 Semáforos para el control del tránsito de vehículos

- 7.2.1 Definición
- 7.2.2 Ventajas y desventajas
- 7.2.3 Uso
- 7.2.4 Uniformidad
- 7.2.5 Autoridad
- 7.2.6 Color
- 7.2.7 Aplicación de los colores
- 7.2.8 Flechas direccionales
- 7.2.9 Caras
- 7.2.10 Lentes
- 7.2.11 Visibilidad
- 7.2.12 Funcionamiento continuo

7.3 Semáforos para peatones

- 7.3.1 Definición
- 7.3.2 Significado de las señales
- 7.3.3 Justificación para su uso
- 7.3.4 Localización y funcionamiento
- 7.3.5 Registros generales de diseño
- 7.3.6 Estudios de ingeniería de tránsito
- 7.3.7 Detectores

7.4 Semáforos en zonas escolares

- 7.4.1 Definición
- 7.4.2 Justificación para su uso
- 7.4.3 Color
- 7.4.4 Caras
- 7.4.5 Lentes
- 7.4.6 Visibilidad
- 7.4.7 Funcionamiento

7.5 Semáforos de destello

- 7.5.1 Definición
- 7.5.2 Proyecto y operación de los semáforos de destello
- 7.5.3 Ubicación de los semáforos de destello para indicar peligro
- 7.5.4 Ubicación de los semáforos de destello en intersecciones

7.6 Semáforos para el control de carriles

- 7.6.1 Definición
- 7.6.2 Significado de las indicaciones
- 7.6.3 Requisitos para el funcionamiento de carriles con circulación reversible
- 7.6.4 Proyecto
- 7.6.5 Ubicación de los semáforos para el control de carriles
- 7.6.6 Funcionamiento

7.7 Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia

- 7.7.1 Definición
- 7.7.2 Aplicación
- 7.7.3 Proyecto
- 7.7.4 Operación

7 SEMÁFOROS

7.1 GENERALIDADES

7.1.1 Definición

Los semáforos son dispositivos que por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, controlan el tránsito fijando el derecho de paso tanto a vehículos como a peatones en calles, avenidas y caminos.

7.1.2 Uso

Los semáforos se usarán para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones:

Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular y/o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular.

Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.

Controlar la circulación por carriles.

Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.

7.1.3 Elementos de los semáforos

Los elementos de los semáforos son los siguientes:

Cara.- Es la parte de semáforo que regula uno o más movimientos de la circulación, en una sola dirección.

Cabeza.- Es el conjunto de una o más caras del semáforo.

Lente.- Es la parte de la unidad óptica, que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y su reflector, si lo tiene, hacia el conductor o peatón.

Soportes.- Son las estructuras que se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar a los elementos luminosos del semáforo en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar las indicaciones.

Algunos elementos de soporte deberán permitir ajustes angulares, verticales y horizontales, de las caras de los semáforos.

Por su ubicación en la intersección los soportes son de 2 tipos:

- a) Ubicados a un lado de la vía
 - Postes
 - Ménsulas cortas

- b) Ubicados dentro o sobre la vía
 - Ménsulas largas sujetas a postes laterales
 - Suspensión por cables
 - Postes y pedestales en isletas

Visera.- Es un elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que, a determinadas horas, los rayos del sol incidan sobre estas y den la impresión de estar iluminadas e impedir que la señal emitida por el semáforo, sea vista desde otros lugares distintos a aquel hacia el que está enfocada.

7.1.4 Unidad de control

Mecanismo que sirve para realizar los cambios de luces en el semáforo; se encuentra alojado en un gabinete.

7.1.5 Detectores

Se definen como los dispositivos capaces de registrar y transmitir los cambios que se producen, o los valores que se alcanzan, en una determinada característica del tránsito.

7.1.6 Conservación

Una conservación adecuada es muy importante en el funcionamiento eficiente de los semáforos y para prolongar la vida útil de los mismos.

Los costos de conservación se toman en cuenta al adquirir el equipo; a veces, un bajo costo inicial puede resultar antieconómico si el de conservación es elevado.

7.1.7 Pintura

Los postes, ménsulas cajas y conductos visibles deberán pintarse de color verde oscuro y repintarse cada 2 años como mínimo, o con mayor frecuencia si es necesario.

Los interiores de las viseras deberán pintarse en negro mate para reducir la reflexión de la luz hacia los lados del semáforo.

7.1.8 Previsión de instalaciones

Al instalarse semáforos en una intersección, si se prevén modificaciones o ampliaciones en un futuro razonable, deberán prepararse instalaciones y circuitos adicionales.

7.1.9 Tipos de semáforos

Los semáforos que regulan el tránsito en zonas urbanas, suburbanas y rurales, son los siguientes:

- a) Semáforos para el control del tránsito vehicular.
- b) Semáforos para peatones.
 - Areas de alto volumen peatonal.
 - Areas escolares
- c) Otros semáforos.
 - De destello.
 - Para el control del uso de carriles.
 - Para puentes levadizos.
 - Para maniobras de vehículos de emergencia (bomberos, ambulancias).
 - Para el cruce de vías del ferrocarril.

7.1.10 Datos de ingeniería de tránsito para la justificación de semáforos

- Para garantizar que el proyecto y el funcionamiento del semáforo sean correctos, se requiere efectuar un estudio de ingeniería de tránsito y de las características físicas del lugar. Esta investigación debe considerar:
- El número de vehículos por hora que entra a la intersección en cada acceso, durante 16 horas consecutivas seleccionadas de un día representativo, y que contienen el mayor porcentaje del tránsito diario.

- Los volúmenes de vehículos para cada movimiento de tránsito en cada acceso, clasificado por tipos de vehículos; automóviles, autobuses y camiones, en periodos de 15 minutos, durante dos horas de la mañana y dos horas de la tarde, en las que el tránsito que entra a la intersección es mayor.
- Los aforos de volúmenes de peatones en cada cruce, durante el mismo periodo mencionado para vehículos en el párrafo anterior (2), y también durante las horas de mayor volumen de peatones. Cuando los niños y personas de edad avanzada necesitan consideración especial, se clasificará a los peatones por observación general y se registrarán por grupos de edad como sigue:
 - a) Menores de 13 años.
 - b) De 13 a 60 años.
 - c) Mayores de 60 años.
- El 85 percentil de la velocidad de todos los vehículos en cada acceso, en donde se manifiesta la influencia de la intersección.
- Un diagrama que muestre las características físicas y operacionales de la intersección, tales como el estado del pavimento, geometría de la intersección y que incluya canalizaciones, pendientes, restricciones a la distancia de visibilidad, paradas y rutas de autobuses, condiciones de estacionamiento en los accesos, marcas en el pavimento, iluminación de las calles o calzadas, localización de los cruces de ferrocarril próximos, distancia a los semáforos más cercanos, postes utilizables con posibles elementos de sujeción y los usos del suelo.
- Un inventario de diagramas de colisión de los accidentes, de por lo menos un año, clasificándolo por tipo, localización, dirección de los movimientos, severidad, hora, fecha y día de la semana.
- Para una comprensión más precisa de la operación de la intersección, también es conveniente que se obtengan los siguientes datos, durante los periodos especificados en el párrafo 2.
 - a) Demoras en vehículos -segundos, determinados para cada acceso.
 - b) El número de distribución de intervalos en el flujo de vehículos de la calle principal, cuando el tránsito de la calle secundaria realiza la maniobra de cruce.

- c) El tiempo de demora de los peatones, de por lo menos 2 periodos de 30 minutos de máxima demora, en un día representativo de la semana, o en sábado o domingo.
- La ampliación de la vía secundaria, generalmente beneficia la operación de la arteria principal, ya que reduce el tiempo del semáforo que deberá asignarse al tránsito transversal. En áreas urbanas, la ampliación puede lograrse prohibiendo el estacionamiento en los accesos de la intersección.
 - Siempre es conveniente tener, por lo menos, dos carriles para el tránsito en cada acceso de una intersección controlada con semáforos; asimismo, también es necesario un ensanchamiento adicional en la salida de la intersección, a fin de hacer efectivamente más fluido el tránsito que pasa por la intersección.

7.1.11 Justificación para la instalación de semáforos

No deben instalarse semáforos en los cruces, a menos que se satisfagan dos o más de los requisitos que se mencionan a continuación:

- a) Si se iguala o sobrepasa el volumen mínimo de vehículos.
- b) Cuando es necesaria la interrupción de tránsito continuo.
- c) Si se iguala o sobrepasa el volumen mínimo de peatones.
- d) Si son necesarios cruces escolares.
- e) Para facilitar la circulación progresiva.
- f) Si existen antecedentes sobre accidentes.
- g) Si pertenece a un sistema de ruta principal.
- h) Por la combinación de los requisitos anteriores.

Volumen mínimo de vehículos

Se cumple con este requisito, cuando en la calle principal y en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria, existen los volúmenes mínimos

expresados en la siguiente tabla, durante cualquiera de las ocho horas de mayor tránsito de un día promedio.

Número de carriles de Circulación por acceso		Vehículos por hora	Vehículos por hora
Calle Principal	Calle Secundaria	En la calle principal (total en ambos accesos)	En el acceso de mayor Volumen en la calle Secundaria (un solo sentido)
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o	600	150
1	más	500	200
	2 o		
	más		

Los volúmenes de tránsito de vehículos para las calles principal y secundaria, deben corresponder a las mismas ocho horas.

El sentido de circulación del tránsito de mayor volumen en la calle secundaria, puede ser por un acceso durante algunas horas y por aproximación opuesta durante las horas restantes.

Si la velocidad que comprende el 85% del tránsito en la calle principal excede de 60 km/hora o si la intersección queda dentro de la zona urbana de una población con 10.000 habitantes o menos, el requisito de volumen mínimo se reduce al 70% del indicado en la tabla.

Si en un lapso de cuatro horas consecutivas o más, el volumen de circulación disminuye al 50% o menos de los volúmenes mínimos especificados, es conveniente considerar que las operaciones sean de destello, pero restringidas a no más de tres periodos diferentes durante el día .

Interrupción de tránsito continuo

Cuando las condiciones de operación de la calle principal son de tal naturaleza que el tránsito en la calle secundaria sufre demoras o riesgos excesivos al entrar o al cruzar la calle principal, se hace necesario aplicar la interrupción del tránsito continuo en la arteria principal. Este requisito se satisface cuando durante cada una de cualquiera de las ocho horas de un día promedio, en la calle secundaria se tienen los volúmenes mínimos indicados en la tabla siguiente, y si la instalación de semáforos no trastorna la circulación progresiva del tránsito.

Número de carriles de Circulación por acceso		Vehículos por hora	
Calle Principal	Calle Secundaria	En la calle principal (total en ambos accesos)	En el acceso de mayor Volumen en la calle Secundaria (un solo sentido)
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	900	100
1	2 o más	750	100

Los volúmenes en las calles principal y secundaria corresponden a las mismas ocho horas. Durante esas ocho horas, el sentido de circulación del volumen mayor de la calle secundaria, puede ser hacia una aproximación durante algunas horas y hacia otra aproximación durante las demás. Si la velocidad media dentro de la cual está comprendido el 85% del tránsito de la calle principal, excede de 60 km/hora, o si la intersección queda dentro de la zona urbana de una población con 10.000 habitantes o menos, el requisito de interrupción de tránsito continuo se reduce al 70% de los volúmenes indicados en la tabla.

Volumen mínimo de peatones

Se satisface este requisito, si durante cada una de cualquiera de las ocho horas de un día promedio, cruzan 150 o más peatones, en el cruce de mayor volumen, correspondiente a la calle principal, por la que entran en total por ambos accesos 600 o más vehículos, o un mínimo de mil cuando existe faja separadora de por lo menos 1.20 m de ancho.

Cuando la velocidad que comprende el 85% de los vehículos excede de 60 km/hora, o si la intersección está en zona urbana de una población con 10.000

habitantes o menos, el requisito de volumen mínimo de peatones se reduce al 70% de los valores indicados en la tabla.

Cruces escolares

Puede justificarse un semáforo para el control del tránsito en un cruce escolar, cuando un estudio de Ingeniería de Tránsito sobre la frecuencia y tamaño de los intervalos entre vehículos en el flujo del tránsito, así como su relación con el número y tamaño de los grupos de escolares que cruzan, muestre que el número de los intervalos adecuados entre vehículos en el flujo tránsito durante el periodo en que los niños utilizan el cruce, es menor que el número de minutos en el mismo periodo.

Cuando se instalen semáforos para el control del tránsito con base en esta única justificación, deberá observarse lo siguiente:

- a) Deben colocarse indicaciones peatonales, por lo menos en cada cruce establecido como cruces escolares.
- b) En una intersección, el control de semáforos debe ser normalmente del tipo de los accionados por el tránsito. Como mínimo, debe ser del tipo de los semiaccionados por el tránsito, pero sería deseable que fuera del tipo de los accionados totalmente con detectores en todos los accesos al cruce. Las instalaciones en intersecciones que puedan adaptarse a sistemas de semáforos progresivos deben tener un control de tiempo, el cual se fijará con anterioridad.
- c) En los cruces donde no haya intersección, el control de semáforos debe ser del tipo de los accionados por los peatones, debe prohibirse el estacionamiento y evitar obstáculos que impidan la visibilidad 30 m antes del cruce y 6 m después. La instalación de este tipo de semáforos debe incluir indicaciones comunes adecuadas y marcas en el pavimento.

Asimismo, debe establecerse una política especial de supervisión, en una instalación de este tipo.

Circulación progresiva

El control de movimiento progresivo, a veces demanda la instalación de semáforos en cruceos que en otras condiciones no serían necesarias. Esto depende de la necesidad de regular eficientemente las velocidades de grupos compactos de vehículos. Se satisface el requisito correspondiente en los siguientes casos:

- a) En intersecciones aisladas de calles con circulación en un sólo sentido, o en calles en las que prevalece la circulación en un sólo sentido, y en las que los semáforos inmediatos están demasiado distantes para conservar el agrupamiento compacto y las velocidades de los vehículos.
- b) Si los semáforos inmediatos en una calle con doble circulación no permiten el grado deseado de control.

Antecedentes sobre accidentes

La opinión general de que los semáforos reducen considerablemente los accidentes, raras veces se comprueban en la práctica. Por lo tanto, si ninguno de los requisitos, exceptuando el relacionado con los accidentes, se satisface, debe presuponerse que no se debe instalar el semáforo.

Los requisitos relativos a antecedentes sobre accidentes se satisfacen únicamente sí:

- a) No se ha reducido la frecuencia de accidente después de realizar mejoras geométricas y aplicar una señalización que se haya experimentado satisfactoriamente en otros casos.
- b) Se han producido en los últimos doce meses cinco o más accidentes, susceptibles de evitarse con semáforos, en los que hubo heridos o daños a la propiedad.

Sistemas de rutas principales

Puede justificarse la instalación de un semáforo en alguna intersección para estimular la concentración y organización de las redes de flujo del tránsito.

La justificación por sistemas se aplica cuando la intersección común de dos o más rutas principales tienen un total existente o se proyecta que en el futuro aumente su volumen en por lo menos 800 vehículos, durante la hora de máximo tránsito de un día de la semana característico, o para cualquiera de las 5 horas de un sábado y/o domingo.

Una ruta principal, tal como se utiliza el término en la justificación anterior, tiene las siguientes características:

- a) Es parte del sistema de calles o carreteras que funcionan como la red principal de flujo de tránsito;
- b) Conecta áreas de generación importante de tránsito.
- c) Incluye caminos rurales o suburbanos externos, que atraviesan o entran en ciudad.
- d) Tiene una vía rápida superficial o una vía expresa con terminales en rampa.
- e) Se considera como una ruta principal en un plano oficial, así como en un plano de calles principales en el tránsito de un área y en un estudio de transporte.

Combinación de justificaciones.

En casos excepcionales, los semáforos pueden justificarse ocasionalmente cuando no se satisface una sola justificación, pero se satisfacen dos o más de las tres primeras en un 80% o más de los valores establecidos.

La instalación de semáforos con base en esta justificación, debe estar precedida de un intento por adoptar otras soluciones que causen menos demoras e inconvenientes al tránsito.

La información necesaria debe obtenerse por medio de estudios de Ingeniería de Tránsito, y compararse con el conjunto de los requisitos mencionados anteriormente.

Para justificar la instalación de semáforos en una arteria con faja separadora central de cinco o más metros, cada calzada deberá analizarse de manera independiente.

Cuando en una intersección se justifique la instalación de semáforos, es conveniente que éstos y los demás dispositivos para el control del tránsito que se necesiten, se ajusten a las normas establecidas en este Manual.

7.2 SEMÁFOROS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS

7.2.1 Definición

Estos semáforos son dispositivos que controlan el tránsito por medio de luces de color verde, amarillo y rojo, fijando principalmente el derecho de paso de vehículos en calles, avenidas y caminos.

7.2.2. Ventajas y desventajas

Los semáforos, si se instalan y funcionan correctamente, aportarán una o más de las siguientes ventajas:

- Interrumpir periódicamente el tránsito intenso en una vía, para permitir el paso de vehículos y peatones en la otra.
- Regular el tránsito en una ruta determinada y, en ciertos casos, aumentar la capacidad de los carriles de circulación.
- Disminuir la frecuencia de cierto tipo de accidentes, especialmente en ángulo recto.
- Mantener la circulación continua o casi continua, una velocidad determinada, en una ruta específica. Además, en la mayoría de los casos, los semáforos representan una economía considerable respecto de indicaciones manuales. Sin embargo, no son la solución de todos los problemas de tránsito.
- Cuando las instalaciones de semáforos se justifican pero están mal proyectados o, por el contrario, no se justifican y se instalan, ocasionan:
 - a) Demoras excesivas en el tránsito.
 - b) Fomentan la desobediencia de las indicaciones de la señal
 - c) Inducen a usar rutas menos convenientes, en un intento de evitar dichas señales.
 - d) Incrementan significativamente la frecuencia de los accidentes (especialmente los alcances).

7.2.3. Uso

Como se dijo anteriormente, es necesario que un técnico efectúe un estudio completo de las características de la intersección y del tránsito, para saber si es adecuada la operación de los semáforos.

Cuando el sistema haya comenzado a funcionar, deberá comprobarse que la instalación efectuada y la subdivisión de los tiempos de las diversas fases, satisfagan eficazmente las necesidades del tránsito y en su caso efectuar los ajustes que procedan. Esta revisión es útil como experiencia para elegir los equipos y sistemas de operación más convenientes en el futuro. El que tenga una mayor duración será a la larga el más económico, aunque su costo inicial resulte oneroso.

7.2.4. Uniformidad

Es indispensable que haya uniformidad en la preferencia, instalación y funcionamiento de los semáforos. Ubicación, secuencia de operación y visibilidad, son requisitos básicos. Las indicaciones en ningún caso, deberán dar lugar a dudas de interpretación. El conductor deberá tener el tiempo suficiente para ver las indicaciones y reaccionar oportunamente.

7.2.5. Autoridad

Los semáforos serán instalados por la autoridad competente, y complementados con una vigilancia efectiva para hacer respetar sus indicaciones.

7.2.6. Color

Las lentes de los semáforos para control vehicular deberán ser de color rojo, amarillo y verde. Cuando se utilicen flechas, éstas también serán rojas, amarillas y verdes sobre fondo negro.

7.2.7. Aplicación de los colores

La interpretación de los colores de los semáforos es como sigue:

Rojo (fijo)

- a) Los conductores de los vehículos se detendrán antes de la raya de parada.
- b) Los peatones no cruzaran la vía a menos que algún semáforo les dé la indicación de paso.

Amarillo (fijo)

- a) Advierte a los conductores de los vehículos que está a punto de aparecer la luz roja y que el flujo vehicular que regula la luz verde debe detenerse.
- b) Advierte a los peatones que no disponen del tiempo suficiente para cruzar, excepto cuando exista algún semáforo indicándoles que pueden realizar el cruce.
- c) Sirve para despejar el tránsito en una intersección y para evitar frenadas bruscas.

Algunas condiciones especiales, tales como: dimensiones de la intersección, topografía, altas velocidades de aproximación o tránsito intenso de vehículos pesados, demandarán un intervalo mayor que el normal para despejar la intersección; en tal caso, se empleará el intervalo normal de amarillo seguido de luz roja en todas las direcciones durante otro intervalo adicional para desalojar totalmente la intersección.

En ningún caso se cambiará de luz verde o destello amarillo a luz roja o destello rojo, sin que antes aparezca el amarillo durante el intervalo necesario para desalojar la intersección. Sin embargo, no se empleará en cambios de rojo o destello rojo a verde o a flecha direccional o a destello amarillo.

Verde (fijo)

- a) Los conductores de los vehículos podrán seguir de frente o dar vuelta a la derecha o a la izquierda, a menos que alguna señal prohíba dichas vueltas.
- b) Los peatones que avancen hacia el semáforo podrán cruzar, a menos que algún otro semáforo les indique lo contrario.

Nunca deberán aparecer simultáneamente combinaciones de colores en los semáforos, excepto cuando haya flechas direccionales con amarillo o con rojo.

Destello

- a) **Destello rojo.-** Cuando se ilumine una lente roja con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos harán alto obligatorio y se detendrán antes de la raya de parada. El destello rojo se empleará en el acceso a una vía preferencial.
- b) **Destello amarillo.-** Cuando se ilumine la lente amarilla con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos realizarán el cruce con

precaución. El destello amarillo deberá emplearse en la vía que tenga la preferencia.

- c) **Destello verde.**- Cuando la lente verde funcione con destellos intermitentes, advierte a los conductores el final del tiempo de luz verde.

7.2.8 Flechas direccionales

Las flechas direccionales deberán apuntar hacia el sentido de la circulación permitida. La flecha vertical, apuntando hacia arriba, indica circulación de frente; la horizontal indica vuelta aproximadamente en ángulo recto hacia la izquierda o hacia la derecha; y la flecha oblicua, a 45° apuntando hacia arriba, indica vuelta a calles que forman ángulo distinto al de 90°.

Cuando la cara del semáforo contenga una o varias flechas con luz verde, el hecho de encenderse esta o estas flechas, significa que los vehículos solo pueden tomar la dirección o direcciones así indicadas.

Flecha para seguir de frente (exclusivamente)

- a) Los conductores de los vehículos podrán seguir de frente y no darán vuelta a la derecha ni a la izquierda.
- b) Los peatones podrán cruzar a menos que algún semáforo les indique lo contrario.

Flechas para dar vuelta a la derecha o a la izquierda.

- a) Los conductores de los vehículos darán vuelta a la izquierda o a la derecha, y obedecerá las luces rojas, amarillas y verdes o flecha de siga de frente, como si cada una de estas indicaciones estuvieran solas.
- b) Los peatones obedecerán la indicación de luz roja, amarilla y verde o flecha de siga de frente, como si esta fuera la única señal, a menos que los semáforos para peatones les den otra indicación.

La eficiencia de las flechas direccionales se aumenta considerablemente si existen carriles especiales para dar vuelta, complementados con marcas en el pavimento y con un señalamiento adecuado.

Las flechas serán la única parte iluminada de la lente.

7.2.9 Caras

Número

Como mínimo habrá dos caras para cada acceso y en su caso se complementarán con semáforos para peatones ubicados en los extremos de cada paso de peatones.

La doble cara permite ver la indicación, aunque uno de los semáforos sea obstruido momentáneamente por camiones o autobuses y representa un factor de seguridad en casos de resplandor en el día, de luz excesiva de anuncios luminosos durante la noche o cuando se funda una lámpara. La necesidad de instalar más de dos caras por acceso, dependerá de las condiciones locales especiales, tales como número de carriles, necesidad de indicaciones direccionales, configuración de la intersección, isletas para canalización, etc.

Ubicación longitudinal

Las caras de los semáforos se ubicarán de tal manera que sean visibles a los conductores que se aproximan a la intersección. En cada acceso se ubicará conforme a las recomendaciones siguientes:

- a) Cuando se instalen semáforos con soportes del tipo poste, habrá como mínimo, 2 caras en el lado más lejano del acceso de la indicación.
- b) Los semáforos con soporte de tipo ménsula, deberán colocarse como mínimo 2 por acceso, 1 del lado más lejano de la intersección y el otro en la prolongación de la raya de parada y diagonal a la posición del primero, debiendo utilizarse en las siguientes situaciones:
 - 1.- En donde existen limitaciones a la visibilidad.
 - 2.- En las intersecciones rurales aisladas.
 - 3.- En las transiciones de una vía rápida a otra de baja velocidad.
- c) Cuando por necesidad se instale un solo semáforo con soporte del tipo ménsula, este deberá complementarse con uno de soporte de tipo poste, el cual habrá de localizarse en la prolongación de la raya de parada y diagonal a la posición del primero.

Ubicación transversal

El semáforo con soporte de tipo poste se ubicará a 0.60 m, medidos de la orilla exterior de la guarnición a su parte más saliente. Cuando no exista la banquetta se

ubicará de tal manera que la proyección vertical de su parte más saliente coincida con el hombro del camino, fuera del acotamiento.

El semáforo con soporte de tipo ménsula deberá ubicarse a 0.60 m, medidos de la orilla exterior de la guarnición a su base. Cuando no exista la banqueteta se ubicará de tal manera que su base coincida con el hombro del camino, fuera del acotamiento.

Altura

Para un buen funcionamiento, la parte inferior de la cara del semáforo tendrá una altura libre de:

- a) Para semáforos con soporte de tipo poste.

Altura mínima 2.50 m
Altura máxima 4.50 m

- b) Para semáforos con soporte del tipo ménsula larga.

Altura mínima 5.50 m
Altura máxima 6.00 m

- c) Para semáforos suspendidos por cable.

Altura mínima 5.50 m
Altura máxima 6.00 m

Ángulo de colocación

La cara del semáforo deberá colocarse en posición vertical a 90° con respecto al eje del acceso. En los de ménsula conviene darle una inclinación de 5° hacia abajo.

7.2.10 Lentes

Forma

Todas las lentes de los semáforos para control vehicular deberán ser de forma circular.

Dimensiones

Existen dos diámetros nominales de 20 y 30 cm. Los diámetros de la parte visible de las lentes deberán ser como mínimo de 19.7 cm para la de 20 cm, y de 28.5

cm para las de 30 cm; los diámetros exteriores mínimos de las lentes, serán de 21.3 cm para las de 20 cm y de 30.5 cm para las de 30 cm.

A veces conviene instalar la lente roja de 30 cm y las demás de 20 cm para dar énfasis a la indicación restrictiva más importante; sin embargo, todas las lentes podrán ser del diámetro mayor. Las lentes de 30 cm son aconsejables cuando hay riesgo de que el semáforo pueda pasar inadvertido para el conductor, como casos siguientes:

- a) Intersecciones rurales o cruces con altas velocidades de aproximación.
- b) Cruces aislados o en los que no es de esperarse que existan semáforos, como el primero después de la salida de una vía rápida.
- c) Lugares donde haya problemas especiales, como cruces en los que existan anuncios luminosos que se puedan confundir con los semáforos
- d) Intersecciones en donde los conductores tienen vista simultánea de semáforos para control general y por carril.

Número y posición

La cara de los semáforos para el control vehicular tendrá normalmente 3 lentes y un máximo de 5, y podrán disponerse en forma vertical u horizontal, en el siguiente orden: ROJO, AMARILLO y VERDE en el sentido descendente para el vertical y de izquierda a derecha para el horizontal.

En caso de existir 3 flechas direccionales, debe suprimirse la lente verde.

Inscripciones

Las inscripciones que podrán llevar las lentes, serán flechas únicamente, en ningún caso se usarán inscripciones de palabras.

7.2.11 Visibilidad

Cada lente se iluminará independientemente. Las indicaciones de los semáforos deberán distinguirse claramente desde una distancia mínima de 300 m en condiciones atmosféricas normales, y tratándose de flechas direccionales, estas deberán distinguirse desde una distancia mínima de 60 m.

Cuando existan condiciones topográficas desfavorables se dispondrá de señalamiento previo para indicar la proximidad del semáforo. En estos casos puede ser conveniente el empleo de una cara adicional en el mismo poste, a una mayor altura.

Las caras de los semáforos se orientan en el ángulo de mayor efectividad para el tránsito que se aproxima.

En los cruces irregulares podrán necesitarse varios semáforos orientados en posiciones diversas y, en ese caso, las caras de los semáforos deberán cubrirse con viseras a fin de que el conductor que se aproxima solo vea la indicación que le corresponda.

7.2.11 Funcionamiento continuo

Los semáforos deberán estar permanentemente iluminados. Cuando no estén funcionando para regular el tránsito solo operarán con destello. Antes de que un semáforo comience a dar servicio o cuando no esté en operación se desmantelará o cubrirá para evitar que los conductores piensen que se trata de lámparas fundidas.

POSICIÓN DE LENTES DE SEMÁFOROS

DISPOSICIONES USUALES DE LAS LENTES EN LAS CARAS DE UN SEMAFORO

FLECHA DIRECCIONAL EN LENTE

SEMÁFOROS MONTADOS EN POSTE Y MENSULA

UBICACIÓN DE SEMÁFOROS Y NUMERO MINIMO DE CARAS

7.3 SEMÁFOROS PARA PEATONES

7.3.1. Definición

Los semáforos para peatones son dispositivos especiales de señales luminosas, que tienen el propósito exclusivo de controlar el tránsito de personas en los cruces. Estas señales consisten en elementos luminosos con leyendas de **PASE** y **ALTO**, o símbolos luminosos de una persona que está caminando (que simboliza **PASE**) y una persona que está parada (que simboliza **ALTO**).

7.3.2. Significado de las señales

La interpretación de las indicaciones de los semáforos para peatones es la siguiente:

- La indicación **ALTO** iluminada en color rojo en forma constante, quiere decir que un peatón no deberá atravesar la calle en dirección a la señal, mientras ésta esté encendida.
- La indicación intermitente de **PASE** (verde), significa que la luz del semáforo va a cambiar a la indicación de **ALTO** (rojo); por lo que los peatones no deberán iniciar el cruce de la calle en la dirección de la señal. Cualquier peatón que esté cruzando en ese momento, deberá acelerar la marcha y seguir hasta la acera o hasta un camellón de seguridad.
- Una indicación de **PASE** iluminada en verde fija, significa que los peatones que se encuentran frente al semáforo pueden cruzar la calle en la dirección del mismo.

7.3.3 Justificación para su uso

Los semáforos para peatones se deben instalar cuando satisfagan uno o más de los requisitos que a continuación se indican:

- Cuando el semáforo de tránsito de vehículos se encuentra instalado a consecuencia del volumen peatonal.
- Cuando un intervalo o fase exclusiva debe ser proporcionada para el movimiento peatonal, en una o más direcciones, estando detenidos todos los movimientos de vehículos.
- Cuando cualquier volumen de flujo peatonal requiere del uso de un intervalo libre para ellos, con el fin de reducir los conflictos entre vehículos

- y peatones, o cuando es necesario ayudar a éstos para que puedan cruzar la calle con toda seguridad.
- ☛ Cuando los peatones cruzan una parte de la calle desde o hacia un camellón o zona de seguridad durante un cierto intervalo, en el que no les está permitido cruzar en otra parte de la calle, durante ese intervalo.
 - ☛ Cuando la circulación de vehículos pesados que dan vuelta demanda una fase semi-exclusiva, para protección de los peatones.
 - ☛ Cuando el cruce es demasiado amplio o complicado, o cuando una calle es tan ancha que los semáforos para vehículos no servirían adecuadamente a los peatones.
 - ☛ Cuando el intervalo mínimo de SIGA para vehículos en cruces con controles accionados por el tránsito, es menor que el tiempo mínimo para cruce de peatones, y se usan aditamentos para prolongar la indicación de SIGA, con accionamiento manual de los peatones.
 - ☛ Cuando al incrementar los intervalos del ciclo por medio del control maestro, pudieran confundirse los peatones que se guiarán exclusivamente por los semáforos para vehículos.

7.3.4 Localización y funcionamiento

Los semáforos peatonales se deben instalar en coordinación con los semáforos para vehículos, y deberán estar montados con el límite inferior a una altura no menor de los 2.00 m. ni mayor de 3.00 m sobre el nivel de la acera, de manera que la indicación quede en la visual del peatón que tiene que ser guiado por dicha señal.

La indicación de **ALTO**, deberá estar montada directamente arriba de la indicación de **PASE**, o integrada en la parte alta de la misma señal.

Cada semáforo peatonal puede montarse separadamente, o en el mismo soporte con otras señales; si se monta junto con otros semáforos deberá dejarse una separación entre ellos.

Las indicaciones para peatones serán de luz fija, excepto durante el intervalo para despeje, en el cual la indicación de PASE será de destello.

Cuando los semáforos de vehículos en la intersección estén operando en destello, los semáforos para peatones permanecerán apagados.

Existen varias formas en que se pueden combinar y operar las fases de los semáforos de peatones con las fases de los semáforos para vehículos. A continuación se describen cuatro combinaciones básicas:

☛ Fase combinada para peatones y vehículo

Es la disposición mediante la cual los transeúntes pueden avanzar por ciertos pasos de peatones paralelos a la circulación de los vehículos, permitiéndose a éstos dar vuelta cruzando dichos pasos.

☛ Fase semi-exclusiva para peatones y vehículos

Es la disposición de fases de los semáforos, según la cual los viandantes pueden proceder a usar ciertos pasos de peatones, simultáneamente con circulaciones paralelas de vehículos o con otras circulaciones, en las que a los vehículos no se les permite cruzar los pasos de peatones.

☛ Fase con prioridad para peatones

Es la disposición de fases en la cual se tiene una fase exclusiva para los peatones que cruzan la calle principal, antes de la fase para circulación de vehículos en la calle secundaria.

☛ Fase exclusiva para peatones

Es la disposición de fases que permite a los peatones cruzar la intersección en cualquier dirección durante una fase exclusiva en la que todos los vehículos quedan detenidos.

En condiciones normales, el intervalo mínimo de **PASE** no deberá ser menor de 7 segundos, para que los peatones tengan oportunidad de completar el cruce antes de que aparezca el intervalo para despeje. Sin embargo, no es necesario que el intervalo **PASE** sea igual o que exceda al tiempo total calculado para cruzar todo el ancho de la calle, ya que muchos peatones podrán terminar de pasar durante el intervalo de despeje. La duración deberá ser suficiente para permitir al peatón bajarse de la acera y llegar hasta el centro del carril más lejano, antes de que los vehículos que interfieren con su paso reciban la indicación de **SIGA** (la velocidad normal a pie se calcula a razón de 1.20 m por segundo).

En calles con isletas centrales de cuando menos 1.20 de ancho, solo se necesita dejar tiempo suficiente para despeje de peatones en una fase, de manera que

puedan cruzar desde la guarnición hasta la isleta. En este caso, si el semáforo es accionado por los peatones, se necesita un detector adicional en la isleta.

El semáforo para peatones deberá estar ubicado y regulado de manera que proporcione la máxima visibilidad en todo el cruce controlado.

7.3.5 Requisitos generales de diseño

Los requerimientos de diseño para los semáforos peatonales incluyen los siguientes aspectos:

- Las indicaciones peatonales deberán llamar la atención del peatón, siendo al mismo tiempo legibles de día y de noche, a cualquier distancia desde 3.00 m hasta el ancho total a cruzar.
- Todas las indicaciones peatonales deberán ser de forma circular o rectangular y deberán llevar mensajes escritos o simbolizados de PASE y ALTO.

7.3.6 Estudios de Ingeniería de Tránsito

Se debe efectuar previamente una investigación total de las condiciones del tránsito y de las características del cruce, para determinar si se justifica la instalación del semáforo, y obtener los datos necesarios para el proyecto y el funcionamiento adecuado.

Dichos datos son:

- Los aforos de peatones en cada cruce durante los mismos periodos que para los vehículos y además durante las horas de mayor intensidad de circulación de peatones.

Cuando se deba prestar a los niños y a las personas de edad una consideración especial, puede hacer la siguiente clasificación por grupos:

- a) Menores de 13 años
- b) De 13 a 60 años
- c) Mayores de 60 años

- Un diagrama que contenga detalles físicos, tales como características geométricas y canalizaciones.

7.3.7 Detectores

Los detectores en los semáforos para peatones (normalmente botones pulsadores), deberán quedar cerca del paso peatonal, cuando sea necesaria su operación por parte de los transeúntes. Para el uso general, la altura más conveniente es de 1.00 a 1.25 m, medida desde arriba de la acera. Las señales de tipo permanente, deberán estar montadas arriba o junto con los detectores, explicando su propósito y su uso. En ciertas partes, puede ser conveniente complementar esta señal con una más grande, suspendida sobre la acera, para llamar la atención hacia el botón pulsador. Pueden ser necesarios detectores adicionales de botón pulsador, en camellones o separadores en los que el peatón puede quedar sin protección.

Los botones pulsadores que tienen una función especial deberán incluir una caja que pueda ser cerrada para evitar su mal uso por parte del público en general.

DISEÑO DE SEMÁFOROS PARA PEATONES

7.4 SEMÁFOROS EN ZONAS ESCOLARES

7.4.1 Definición

Los semáforos en zonas escolares, son dispositivos especiales para el control del tránsito de vehículos, que se colocan en cruces establecidos en las escuelas con el propósito de prevenir al conductor de la presencia de un cruce peatonal.

7.4.2 Requisitos que justifican su instalación

Un semáforo en zona escolar, se justifica cuando existe un cruce escolar establecido y cuando un estudio de ingeniería de tránsito muestre que los intervalos de flujo vehicular son inferiores al tiempo requerido para que los escolares crucen normalmente la calle.

Considerando lo anterior, los semáforos en zonas escolares resultarán necesarios cuando:

- ☛ Los volúmenes de peatones que cruzan la calle principal pasan de 250 en dos horas y si durante cada una de ellas, el volumen de tránsito de vehículos excede de 800.
- ☛ No existe ningún otro semáforo dentro de un radio de 300 m.

7.4.3 Color

Las lentes de los semáforos en zonas escolares, serán de color amarillo con excepción de las que tienen inscripciones que tendrán un fondo oscuro con la inscripción luminosa en color blanco.

7.4.4 Caras

☛ Número

Será necesario que exista una cara para cada sentido de circulación que es cruzado por el movimiento peatonal.

☛ Ubicación

Se localizarán precisamente en el punto de cruce del movimiento peatonal y la altura será la siguiente:

- a) Para semáforos con soporte de tipo poste.

Altura mínima 2.50 m
Altura máxima 4.50 m

- b) Para semáforos con soporte del tipo ménsula larga.

Altura mínima 5.50 m
Altura máxima 6.00 m

- c) Para semáforos suspendidos por cable.

Altura mínima 5.50 m
Altura máxima 6.00 m

☛ Ángulo de colocación

La cara del semáforo deberá colocarse en posición vertical y a 90° con respecto al eje de la calle y con una inclinación de 5° hacia abajo.

7.4.5 Lentes

☛ Forma

La forma de las lentes para este tipo de semáforos será una combinación de lentes circulares con una cuadrada, la cual llevará una inscripción.

☛ Dimensiones

Las lentes circulares tendrán normalmente un diámetro nominal de 20 cm, mientras que la cuadrada será de 30 cm por lado.

☛ Número y posición

La cara se integrará por 3 lentes en el sentido vertical y se colocarán en el siguiente orden: circular, cuadradas y circular.

☛ Inscripciones

Únicamente la cara cuadrada llevará la figura de cruces escolares y su altura será de 23 cm como mínimo.

7.4.6 Visibilidad

Cada lente se iluminará independientemente. Las indicaciones del semáforo deberán distinguirse claramente desde una distancia mínima de 300 m en condiciones atmosféricas normales.

7.4.6 Funcionamiento

Los semáforos en zonas escolares, comúnmente se apoyan en soportes del tipo ménsula o suspendidos por cables y son poco efectivos para controlar el cruce de los peatones, por lo tanto, se complementarán con semáforos vehiculares y peatonales, colocados sobre postes y ubicados en el paso de los peatones, cuando se justifiquen, o bien en las intersecciones próximas.

Los semáforos complementarios para el control del tránsito deberán ser instalados bajo las siguientes condiciones:

- ☛ En las zonas de cruce que no estén en una intersección, tendrán semáforos peatonales accionados por los usuarios del mismo. Los semáforos peatonales, deberán instalarse cuando menos en cada cruce de escolares.
- ☛ En la intersección el semáforo para vehículos deberá ser adecuado al tránsito existente. Las instalaciones de una intersección que puedan integrarse en sistemas progresivos podrán usar un control no accionado por el tránsito.

Los sitios sin intersección de calles, están libres de los peligros de los vehículos que dan vuelta y pueden ofrecer una ventaja para los escolares; sin embargo, pueden presentar un elemento inesperado para los automovilistas al encontrar un cruce de peatones entre intersecciones semaforizadas; por lo tanto deberá tenerse mucho cuidado con la colocación de los semáforos y el señalamiento vertical y horizontal usado en estos sitios, para asegurarse que los automovilistas están conscientes de esta aplicación especial.

No deberá permitirse el estacionamiento de vehículos a menos de 30 m antes de un cruce escolar ni a 10 m después.

Durante los lapsos en que no exista movimiento de escolares en el día y en los periodos inhábiles de los centros escolares, estos dispositivos deberán estar fuera de operación.

SEMÁFOROS EN ZONAS ESCOLARES

7.5 SEMÁFOROS DE DESTELLO

7.5.1 Definición

Son aquellos que tienen una o varias lentes de color amarillo y/o rojo, que se iluminan intermitentemente. Los semáforos de destello son útiles en lugares donde el tránsito o las condiciones locales no justifican la operación de un semáforo convencional para el control del tránsito de vehículos y sirven además para llamar la atención de los conductores en ciertos sitios en los que hay peligro.

a) Semáforos de destello para indicar peligro

Esta compuesto por una o más secciones, con una cabeza convencional y con una lente circular color amarillo en destello en cada sección. Las aplicaciones comunes son:

- 1.- Para obstrucciones que existan en la superficie de rodamiento o que se encuentren inmediatamente adyacentes a la misma.
- 2.- Como complemento anticipado a las señales preventivas.
- 3.- Para pasos de peatones situados a mitad de cuadra.
- 4.- En intersecciones donde se requiere cruzar con precaución.
- 5.- Como complemento de las señales restrictivas, excepto para las de

ALTO, CEDA EL PASO y PROHIBIDO SEGUIR DE FRENTE.

Un semáforo de destello para indicar peligro, deberá emplearse sólo como complemento de señalamiento preventivo o restrictivo apropiado. No deberá instalarse cercano a las señales antes indicadas.

Cuando se emplean los semáforos de destello para indicar peligro en las intersecciones, sus caras no deberán estar orientadas hacia los accesos principales.

b) Semáforos de destello para regular la velocidad.

Consta de dos lentes circulares de color amarillo, con un diámetro no menor de 15 cm, o bien uno o más lentes de color amarillo de diámetro no menor de 20 cm., cuando se emplean dos lentes éstas deberán colocarse verticalmente emitiendo destellos alternados.

Estos semáforos se emplean junto con una señal que marque la velocidad (fija o variable). Cuando el semáforo está operando, señala que la velocidad marcada es la vigente.

c) Semáforos de destello para intersecciones.

Consta de una o más secciones, con una cabeza convencional y con indicaciones en destello color amarillo o rojo en cada cara. Se instalan en intersecciones para controlar dos o más movimientos direccionales.

Pueden ser necesarias otras indicaciones de semáforos en uno o más, para dar una mejor visibilidad de los mismos, a los conductores que se aproximan a la intersección.

Los semáforos de destello para intersecciones son útiles en donde el tránsito o las condiciones físicas no justifican la operación de un semáforo convencional para el control del tránsito de vehículos, pero en donde los altos índices de accidentes están indicando que es un lugar peligroso.

Sus aplicaciones están limitadas a lo siguiente:

- 1.- Amarillo para una vía (normalmente la principal) y el color rojo para los demás accesos.
- 2.- Rojo para todos los accesos, donde se requiere que todos los vehículos hagan ALTO.

Se deberá emplear una señal de ALTO con el destello en rojo

d) Semáforos de destello de ALTO.

Consta de una o dos secciones, con una cabeza convencional de semáforo y con indicaciones en destello color rojo en cada cara.

Cuando se emplean dos lentes, éstas deberán ser de 20 cm de diámetro, alineadas horizontalmente, y deberán destellar simultáneamente. Cuando se emplee una sola lente podrá ser de 20 ó 30 cm de diámetro.

La base de la cabeza no deberá estar a menos de 30 cm ni a más de 60 cm sobre la parte superior de la señal de ALTO.

7.5.2 Proyecto y operación de los semáforos de destello

Deben satisfacer las especificaciones generales de proyecto para semáforos convencionales de tránsito y deben llenar las condiciones esenciales siguientes:

- 1.- Cada una de las lentes del semáforo tendrá un diámetro visible no menor de 20 cm. excepto en los de regulación de velocidad descritos en el inciso b.
- 2.- Las luces de los semáforos de destello deberán ser visibles claramente para todos los conductores, hasta una distancia de 400 m, bajo condiciones atmosféricas normales y sin obstrucciones físicas.
- 3.- Los colores de las lentes deberán ser los establecidos en la norma J-425/1/1981 de la Dirección General de Normas de SEPAFIN.

El periodo de iluminación de cada destello, no deberá ser menor que la mitad, ni mayor de dos tercios, del ciclo de destello total, cuando los semáforos de destello de peligro tienen más de una lente, deberán destellar de manera alternada.

Los semáforos de destello deberán operar solamente durante las horas en que exista peligro o restricción.

Un semáforo de destello amarillo interconectado con un control de semáforos, puede emplearse como un semáforo de tránsito convencional o como señal preventiva.

Si se emplea una lámpara de 150 watts en una lente de destello amarilla de 30 cm y su intermitencia es tan brillante que causa deslumbramiento excesivo durante la operación nocturna, se debe usar un control automático para reducir su brillantez.

7.5.3 Ubicación de los semáforos de destello para indicar peligro.

Cualquier condición que requiera de la instalación de semáforos de destello para indicar peligro, deberá regir su ubicación con respecto a la superficie de rodamiento.

Si se emplean solos y se ubican a un lado de la calzada, la base de la unidad deberá tener una altura no menor de 2.40 m, ni mayor de 4.50 m. a partir de la superficie del pavimento. Si están suspendidos sobre el camino la altura libre sobre el pavimento no debe ser mayor de 5.50 m, ni menor de 5.00 m. En ningún caso se deben instalar sobre postes o pedestales dentro del camino, a menos que queden en una isleta. Cuando una obstrucción esté dentro o adyacente a la

superficie de rodamiento, se deberá iluminar la parte más baja o el principio de la obstrucción, o con una señal, sobre o frente al objeto, además del semáforo de destello.

7.5.4 Ubicación de los semáforos de destello en intersecciones.

Un semáforo de destello en una intersección, está suspendido normalmente sobre el centro de la misma, sin embargo, puede instalarse en otro lugar adecuado. La altura libre a partir de la superficie del pavimento, deberá ser de por lo menos 5.00 m, pero no mayor de 5.50 m.

Si se usa sobre un pedestal, la parte inferior de la cabeza del semáforo deberá tener una altura no menor de 2.40 m, ni mayor de 4.50 m, sobre el pavimento. En ningún caso se debe instalar en un pedestal que esté sobre el camino, a menos que esté en una isleta.

7.6 SEMÁFOROS PARA EL CONTROL DE CARRILES

7.6.1 Definición

Este tipo de semáforos se usan en carriles individuales de una calle o camino. Las instalaciones se distinguen por tener semáforos sobre cada uno de los carriles y, generalmente, se usan señales complementarias para explicar su finalidad y funcionamiento. El uso más común de estos semáforos es en carriles con circulación reversible.

A continuación se detalla su aplicación.

7.6.2 Significado de las indicaciones

1) Flecha verde hacia abajo.

- ☛ Al vehículo que queda frente a esta indicación, se le permite circular sobre el carril donde está situada la flecha.

2) Amarillo.

- ☛ Significa que el conductor deberá prepararse, con precaución a salir del carril marcado por esta señal porque se iniciará un cambio de uso del mismo, y deberá dejar de utilizarlo cuando una **X** roja se lo indique.

3) **X** amarilla en destello

- Significa que el conductor puede usar este carril para vuelta izquierda, con la debida precaución.

4) **X** roja

- Significa que el conductor no podrá seguir el carril en que está ubicado, y esta indicación prevalece sobre cualquier otra.

7.6.3 Requisitos para el funcionamiento de carriles con circulación reversible.

El sentido de circulación de vehículos en un sólo carril, deberá hacerse reversible después de que un estudio de Ingeniería de Tránsito demuestre que existe la necesidad de dicho tipo de circulación y que puede funcionar eficaz y seguramente.

Este tipo de operación puede justificarse en los casos siguientes:

a) Cuando la circulación de vehículos en un sentido en una calle o camino con doble circulación, o en un puente o túnel de tres carriles, presente las características siguientes:

- 1.- Sobre una carretera o calle donde se desea mantener el tránsito fuera de ciertos carriles, a ciertas horas, para facilitar el acceso del tránsito de una rampa u otra vía.
- 2.- En una autopista, cerca de sus extremos, para indicar el final de un carril.
- 3.- En una autopista o puente largo, para indicar que un carril está temporalmente cerrado por un accidente, reparación, etc.
- 4.- Cuando la circulación en las zonas donde haya casetas de peaje exijan invertir el sentido del tránsito para un funcionamiento eficaz.
- 5.- Cuando la circulación de tránsito en un sentido a la entrada o salida de una zona de estacionamiento de una fábrica, estadio, centro comercial o similar, exceda a la capacidad de los carriles de tránsito de que se dispone para la circulación normal.

6.- Cuando el tránsito más intenso pierda velocidad y sufra congestión en una pendiente ascendente larga en un camino de tres carriles, debido al avance lento de camiones o autobuses pesados en la subida y, por lo tanto, se justifique temporalmente el uso de dos carriles de subida y uno de bajada.

7.- Cuando ciertas condiciones transitorias del camino reduzcan el número de carriles de que se dispone normalmente para las necesidades del tránsito y haya fuertes fluctuaciones en el día.

7.6.4 Proyecto

Todos los semáforos para el control de carriles, deberán ser unidades con caras rectangulares la altura y el ancho mínimo de cada cara deberá ser de 30 cm.

Cada carril reversible deberá tener semáforos de tres lentes, una con FLECHA VERDE HACIA ABAJO, otra con un símbolo X ROJA, y una más con X AMARILLA; todas con fondo opaco, en cada sentido, tal como se describe posteriormente. Cada carril que no sea reversible, adyacente a los reversibles, deberá tener una FLECHA VERDE HACIA ABAJO, mostrando al tránsito en sentido opuesto. Otros carriles no reversibles, en cualquier calle pueden estar provistos de estas indicaciones.

Las indicaciones provistas para cada carril, pueden ser unidades separadas o dispuestas en forma horizontal en la misma unidad. cuando son unidades separadas, la X ROJA deberá estar en el lado izquierdo, la X AMARILLA en el centro y la FLECHA VERDE HACIA ABAJO en el lado derecho.

El color de cada semáforo deberá ser visible claramente a 400 m bajo condiciones atmosféricas normales y sin obstrucciones físicas.

El ángulo de visibilidad de los semáforos para el control de carriles, deberá ser mejor que el establecido para los semáforos convencionales de tránsito.

7.6.5 Ubicación de los semáforos para el control de carriles.

Se debe colocar un semáforo para cada carril, con lentes en cada sentido del tránsito reversible que se desee regular, colocados sobre el centro de los carriles, al principio y al final del tramo. Es recomendable instalar señales complementarias, particularmente si el tramo que se quiere controlar es de más de 400 m, o si los alineamientos horizontal o vertical son curvos, deben colocarse semáforos intermedios sobre cada uno de los carriles a intervalos tan frecuentes, que permitan en todo momento que los conductores vean por lo menos una

indicación, preferiblemente dos, por la posibilidad de que fundiera alguna lámpara y que no quede lugar a dudas respecto a los carriles a los que corresponden.

En los puntos extremos e intermedios de los tramos con carriles de circulación regulada, los semáforos se instalarán directamente sobre los mismos, en una línea recta transversal, perpendicular al alineamiento de la vía. En caminos con intersecciones reguladas por medio de semáforos convencionales para vehículos, las indicaciones para regular la circulación por carril deben colocarse lo suficientemente lejanas, antes y después de los semáforos convencionales, para evitar malas interpretaciones. El empleo de lentes de 30 cm, en los semáforos para control de carriles, puede ser útil para diferenciarlos de los convencionales.

La parte inferior de los semáforos, no deberá estar a menos de 5.00 m, ni a más de 5.00 m sobre la superficie del pavimento.

7.6.6 Funcionamiento

Todos los semáforos para el control de carriles reversibles, deben estar sincronizados en forma tal que se pueda cambiar de X ROJA a FLECHA VERDE HACIA ABAJO o de FLECHA VERDE HACIA ABAJO a X AMARILLA, cuando se emplee éste y luego a X ROJA. Al mostrar una FLECHA VERDE HACIA ABAJO a X AMARILLA, o cualquier combinación en ambas direcciones sobre el mismo carril, deberá estar provisto de un interruptor electrónico.

Durante los periodos de cambio, una X AMARILLA deberá emplearse para notificar al tránsito de un carril reversible que se prepare para desalojarlo.

Adicionalmente, una X ROJA define el final de un tramo de carril reversible, para lo que debería considerarse una longitud apropiada durante la cual la X ROJA se indicará en ambas direcciones sobre el mismo carril, antes de que aparezca la FLECHA VERDE HACIA ABAJO, para el tránsito en dirección opuesta.

Donde sea factible una X AMARILLA en destello, para ambas direcciones, puede emplearse sobre un carril para permitir su uso para vueltas izquierdas con la debida precaución.

7.7 SEMÁFOROS PARA MANIOBRAS DE VEHÍCULOS DE EMERGENCIA

7.7.1 Definición

Un semáforo para maniobras de vehículos de emergencia es una adaptación especial de un semáforo convencional, para dar el derecho de paso a un vehículo de emergencia. Podrá instalarse en un lugar que no llene los requisitos de otro tipo de semáforos de tránsito. Podrá instalarse en intersecciones o en otros lugares donde hay acceso directo al encierro de este tipo de vehículos.

El derecho de paso para los vehículos de emergencia, en los lugares con semáforos convencionales, deberá estar de acuerdo con lo establecido en la sección correspondiente a los semáforos para el control de vehículos.

7.7.2 Aplicación

En un lugar donde no hay semáforos, se justifica la instalación de un semáforo para vehículos de emergencia cuando exista riesgo para la entrada y salida de los mismos, o si la distancia de visibilidad no es la adecuada.

La determinación de la distancia de visibilidad se basa en la localización de la obstrucción visual, para el carril crítico de acceso de cada calle y el 85 por ciento de la velocidad sobre la calle, cualquiera que sea la mayor.

Si los requisitos para la instalación de un semáforo convencional se cumplen, éste deberá instalarse de acuerdo con las normas establecidas.

Es opcional el uso de los semáforos para vehículos de emergencia a la salida de éstos de la edificación a la calle.

7.7.3 Proyecto

Con excepción de lo establecido en esta sección, un semáforo para maniobras de vehículos de emergencia deberá cumplir los requisitos de este Manual.

Por lo menos una de las caras deberá estar ubicada sobre la calzada.

Una señal, con la leyenda SEMÁFOROS PARA VEHÍCULOS DE EMERGENCIA, deberá instalarse como complemento en cada una de las caras del semáforo.

Un semáforo de destello para indicar peligro, deberá instalarse antes del semáforo para maniobras de vehículos de emergencia. Deberá ir acompañado de la señal preventiva respectiva.

El proyecto y ubicación del semáforo, deberá estar de acuerdo con lo indicado en las especificaciones generales del proyecto para semáforos convencionales de tránsito vehicular.

Cuando menos, una cara del semáforo deberá estar de frente a la dirección del acceso a los vehículos de emergencia.

7.7.4 Operación

Las indicaciones, secuencia y forma de operación de un semáforo para vehículos de emergencia, instalados a mitad de cuadra, deberán cumplir las condiciones siguientes.

- 1.- Mientras no se produzca una emergencia, el semáforo tendrá luz verde o amarilla en destello.
- 2.- Deberá haber un semáforo con luz roja para el tránsito de la calle. La duración de rojo deberá determinarse con base a un estudio del tiempo de recorrido, pero no deberá exceder de 1.5 del tiempo que emplea el vehículo de emergencia.
- 3.- Se han encontrado ventajas en el uso de los siguientes tamaños de lentes: 30 cm de diámetro para el rojo y el amarillo y, 20 cm de diámetro para el destello amarillo y el verde.

Un semáforo de emergencia a mitad de cuadra o en una intersección, puede ser operado manualmente desde un punto de control, tal como una estación de bomberos, una estación de policía o desde un vehículo de emergencia, equipado con un control remoto.

Los semáforos para vehículos de emergencia ubicados en intersecciones, deberán ser operados ya sea con luz de destello cuando ocurra una emergencia, o pueden ser operados normalmente, para controlar el tránsito de vehículos y peatones.