

SEM-1 GENERALIDADES**SEM-1.1 Definición**

Los semáforos son dispositivos eléctricos que sirven para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, amarillo y verde, operados por una unidad de control.

SEM-1.2 Uso

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

- A) Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular y/o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular.
- B) Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- C) Controlar la circulación por carriles.
- D) Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.

SEM-1.3 Clasificación

Para los fines de este Manual, con base en el mecanismo de operación de sus controles, se considera la siguiente clasificación:

- A) Semáforos para el control del tránsito de vehículos.
 - 1. Semáforos no accionados por el tránsito
 - 2. Semáforos accionados por el tránsito
 - a) Totalmente accionados
 - b) Parcialmente accionados
- B) Semáforos para pasos peatonales
 - 1. En zonas de alto volumen peatonal
 - 2. En zonas escolares.

C) Semáforos especiales

1. Semáforos de destello
2. Semáforos para regular el uso de carriles
3. Semáforos para puentes levadizos
4. Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia
5. Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes.

SEM-1.4 Elementos que componen un semáforo

El semáforo consta de una serie de elementos físicos como son la cabeza, soportes, cara, lente y visera. Sus definiciones y características se enumeran a continuación:

SEM-1.4.1 Cabeza

Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza tiene un número determinado de caras orientadas en diversas direcciones.

SEM-1.4.2 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 del soporte deberán permitir ajustes angulares, verticales y horizontales, de las caras de los semáforos.

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

A) Ubicados a un lado de la vía

1. Postes
2. Ménsulas cortas

B) Ubicados dentro o sobre la vía

1. Ménsulas largas sujetas a postes laterales
2. Suspensión por cables
3. Postes y pedestales en isletas

SEM-1.4.3 Cara

Es el conjunto de unidades ópticas (lente, reflector, lámpara y portalámpara) que están orientadas en la misma dirección. En cada cara del semáforo, existirán como mínimo dos o usualmente tres o más unidades ópticas, para regular uno o más movimientos de la circulación.

SEM-1.4.4 Lente

Es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.

SEM-1.4.5 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 éstas y den la impresión de estar iluminadas e impedir que la señal emitida por el semáforo, sea vista desde otros lugares distintos a aquél hacia el que está enfocada.

SEM-1.5 Unidad de control

Es un mecanismo electromecánico o electrónico que sirve para ordenar los cambios de luces en los semáforos.

SEM-1.6 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.

SEM-1.7 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.

SEM-1.8 Registros de conservación

Los registros de trabajos de conservación, bien llevados, son útiles desde varios puntos de vista:

- A) Su análisis ayudará a determinar si el programa de trabajos de conservación que se está siguiendo es o no satisfactorio.
- B) El análisis de los costos servirá para determinar los equipos más convenientes de adquirir en el futuro y para mejorar los procedimientos de conservación.
- C) Los registros de conservación, con frecuencia serán de utilidad a las autoridades que intervengan en caso de accidentes.

Los registros de conservación contendrán los tiempos empleados y los costos de limpieza, lubricación, ajustes en los tiempos, reparaciones generales, reposiciones de lámparas, pintura y trabajos diversos de cada uno de los semáforos y controles.

Tanto las partes que integran el semáforo, como la unidad de control, deberán ajustarse a las normas NOM-J-425/1 y NOM-J-425/2 de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

SEM-1.9 Pintura

Los postes, ménsulas, cajas y conductos visibles deberán pintarse en color verde oscuro y repintarse cada dos 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.

SEM-1.10 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.

SEM-1.11 Autoridad

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

SEM-2 SEMAFOROS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO DE VEHICULOS

SEM-2.1 ASPECTOS GENERALES

SEM-2.1.1 Clasificación

- A) Semáforos no accionados por el tránsito
- B) Semáforos accionados por el tránsito
 - 1. Totalmente accionados
 - 2. Parcialmente accionados

SEM-2.1.2 Estudios necesarios de ingeniería de tránsito

Se debe efectuar previamente una investigación de las condiciones del tránsito y de las características de la intersección, para determinar si se justifica la instalación de semáforos. Los datos a recabar son los siguientes:

- A) Número de vehículos que entran a la intersección por hora y por acceso durante 16 horas consecutivas en un día representativo. Las 16 horas seleccionadas deben contener el porcentaje mayor del tránsito de las 24 horas.
- B) Volumen para cada movimiento vehicular en lapsos de 15 minutos durante las dos horas de máxima demanda, para los períodos matutino y vespertino, realizándose a su vez la clasificación en automóviles, autobuses y camiones.
- C) Volumen peatonal en períodos de 15 minutos para cada cruce durante las horas de máxima demanda vehicular y de máxima intensidad de circulación de peatones.

Cuando se deba prestar a los niños y a las personas de edad avanzada una consideración especial, se clasificará a los peatones por observación general y se registrarán por grupos de edad, como sigue:

1. Menores de 13 años
2. De 13 a 60 años
3. Mayores de 60 años

- D) La velocidad de punto para cada acceso, antes de la intersección.
- E) Un plano que contenga la siguiente información:
 1. Alineamiento horizontal y vertical.
 2. Superficie de rodamiento, banquetas, canalizadores, entradas y salidas de vehículos a predios, pasos de ferrocarril cercanos y el mobiliario urbano (hidrantes, arbotantes, postes, etc.).
 3. Señalamiento vertical, marcas en el pavimento, sentidos de circulación, estacionamiento y paradas de autobuses.
 4. Uso del suelo.
- F) Diagrama con estadísticas de accidentes, por lo menos de un año, clasificados por tipo, ubicación, sentido de circulación, saldos, hora, fecha y día de la semana.
- G) Datos adicionales obtenidos en los mismos períodos del punto B, para conocer con mayor precisión el funcionamiento de la intersección, como puede ser:
 1. Demoras en vehículos-segundos, determinadas para cada acceso.
 2. Número y distribución de claros entre grupos de vehículos en la calle principal, que permitan al tránsito de la calle secundaria cruzar la intersección en condiciones de seguridad.

SEM-2.1.3 Significado de las indicaciones

SEM-2.1.3.1 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.

SEM-2.1.3.2 Aplicación de los colores

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

A) Rojo (fijo)

1. Los conductores de los vehículos se detendrán antes de la raya de parada.
2. Los peatones no cruzarán la vía a menos que algún semáforo les dé la indicación de paso.

B) Amarillo (fijo)

1. 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.
2. Advierte a los peatones que no disponen del tiempo suficiente para cruzar, excepto cuando exista algún semáforo indicándoles que pueden realizar el cruce.
3. 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.

C) Verde (fijo)

1. 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.
2. 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.

D) Destello

1. 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.

2. 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.

3. Destello verde

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

SEM-2.1.3.3 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 sólo pueden tomar la dirección o direcciones así indicadas.

A) Flecha para seguir de frente (exclusivamente)

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

B) Flechas para vuelta a la izquierda o a la derecha

1. Los conductores de los vehículos darán vuelta a la izquierda o a la derecha, y obedecerán las luces roja, amarilla y verde o flecha de siga de frente, como si cada una de estas indicaciones estuvieran solas.
2. Los peatones obedecerán la indicación de luz roja, amarilla y verde o flecha de siga de frente, como si ésta 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 y se reproducirán de acuerdo con las dimensiones y formas que se indican en las Figuras 7.1 y 7.2.

SEM-2.1.4 Caras

SEM-2.1.4.1 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 y autobuses y representa un factor de seguridad en casos de resplandor del sol en el día, de luz excesiva de anuncios luminosos durante la noche o cuando se funda alguna 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.

SEM-2.1.4.2 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 ubicarán conforme a las recomendaciones siguientes:

- A) Cuando se instalen semáforos con soportes del tipo poste, habrá como mínimo, dos caras en el lado más lejano del acceso a la intersección.
- B) Los semáforos con soporte del tipo ménsula, deberán colocarse como mínimo dos por acceso, uno en el 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 del tipo poste, el cual habrá de localizarse en la prolongación de la raya de parada y diagonal a la posición del primero.

FIGURA 7.1 FLECHA DIRECCIONAL EN LENTE DE 20 CM

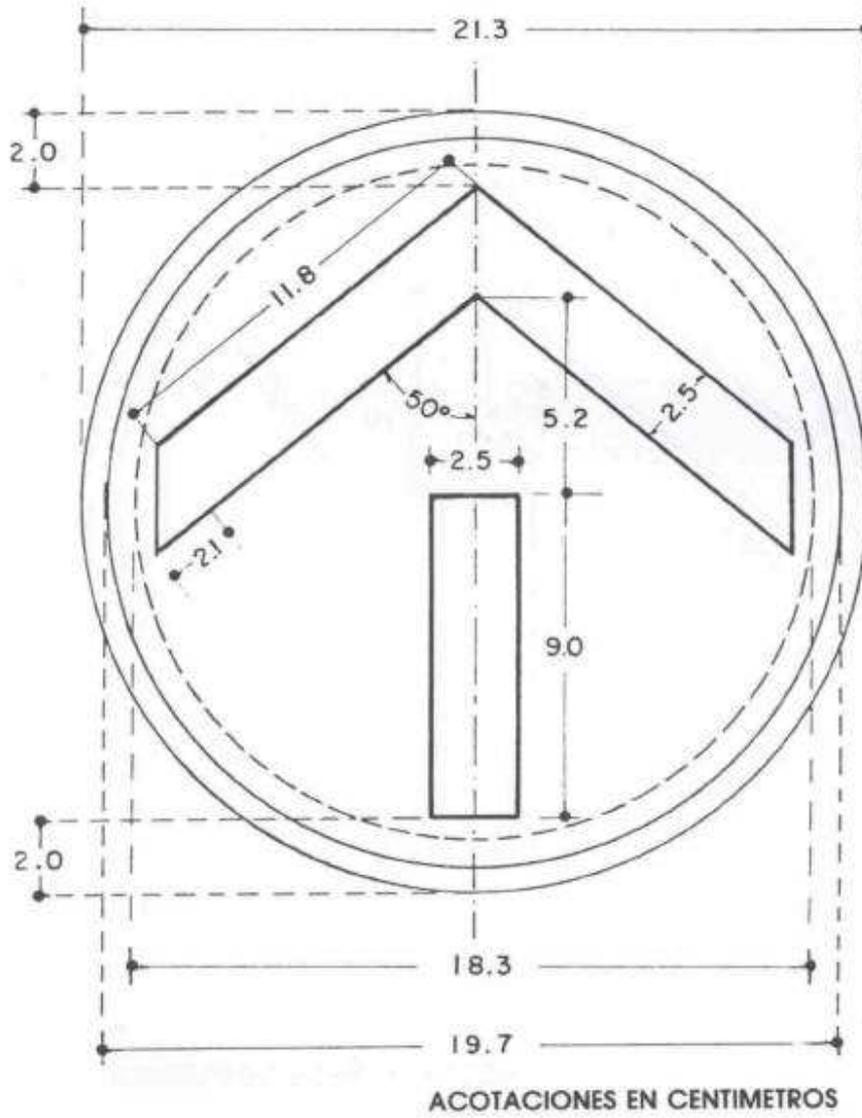
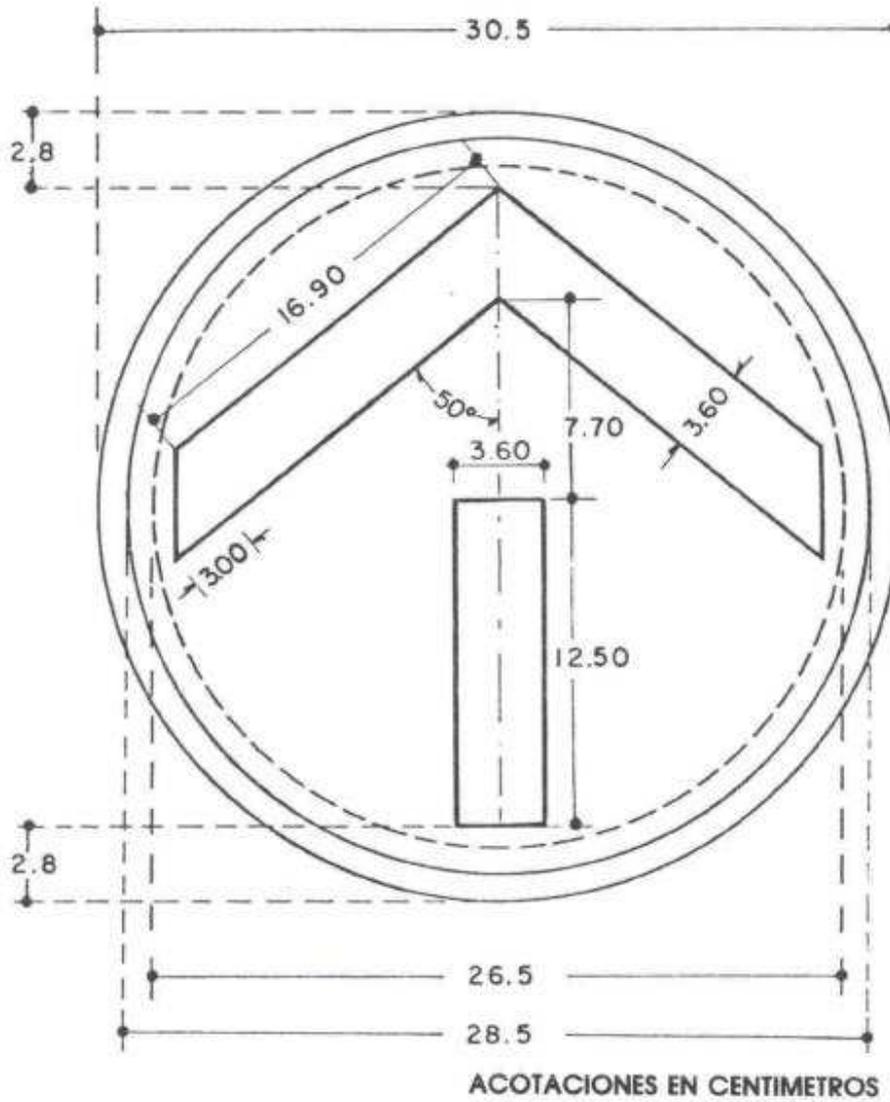


FIGURA 7.2 FLECHA DIRECCIONAL EN LENTE DE 30 cm



En las Figuras 7.3 a la 7.11 se muestra la ubicación recomendable de las caras de los semáforos relacionando cada caso al inciso correspondiente.

La Figura 7.12 se utilizará para cuando el o los semáforos se instalen en el lado más lejano del acceso a la intersección.

SEM-2.1.4.3 Ubicación transversal

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

SEM-2.1.4.4 Altura

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

A) Para semáforos con soporte del tipo poste (Figura 7.13)

Altura mínima 2.50 m
Altura máxima 4.50 m

B) Para semáforos con soporte del tipo ménsula larga (Figura 7.14)

Altura mínima 5.50 m
Altura máxima 6.00 m

C) Para semáforos suspendidos por cable (Figura 7.15)

Altura mínima 5.50 m
Altura máxima 6.00 m

SEM-2.1.4.5 Angulo de colocación

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

FIGURA 7.3 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE UN SENTIDO

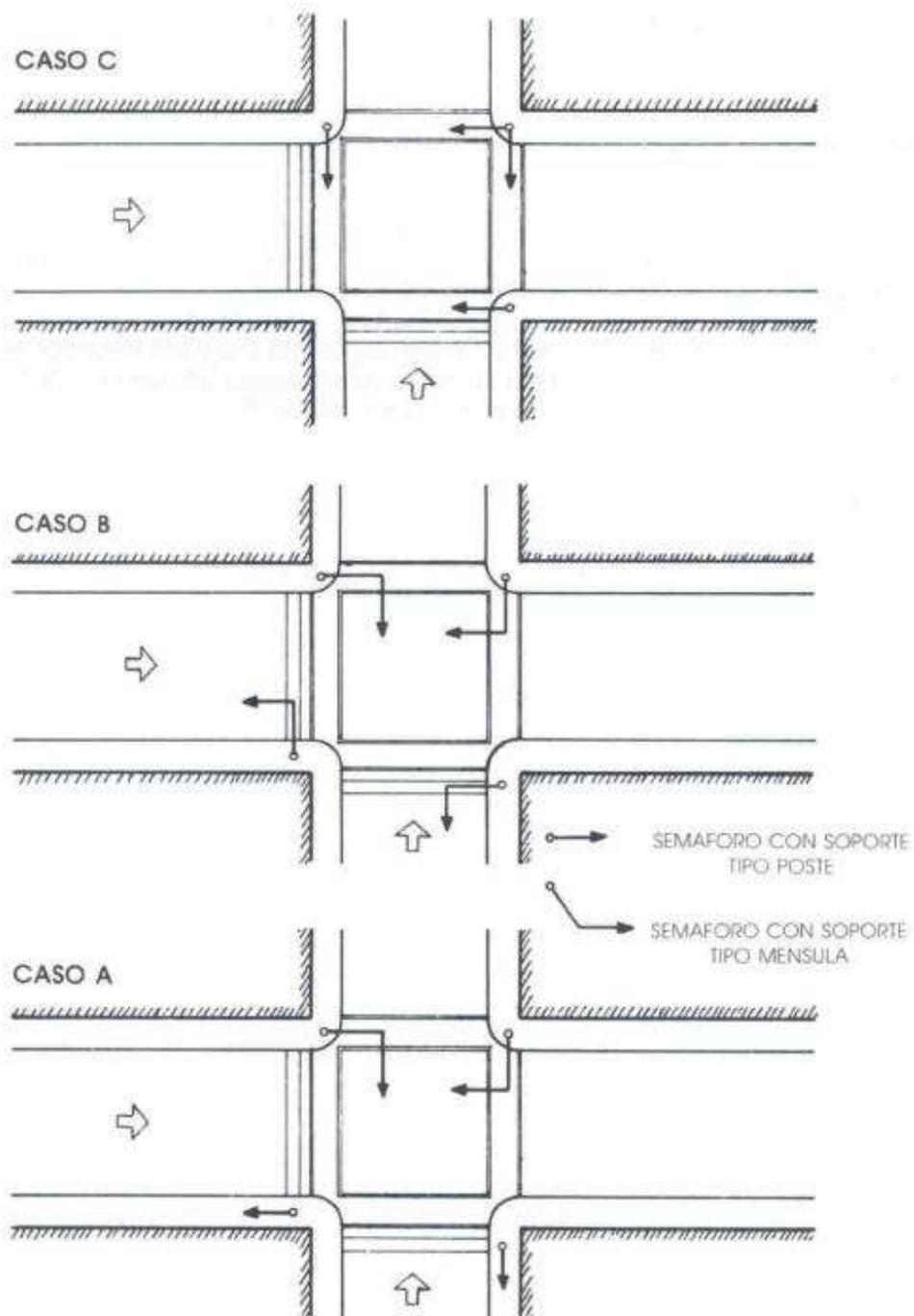


FIGURA 7.4 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE DOBLE SENTIDO CON CALLES DE UN SENTIDO

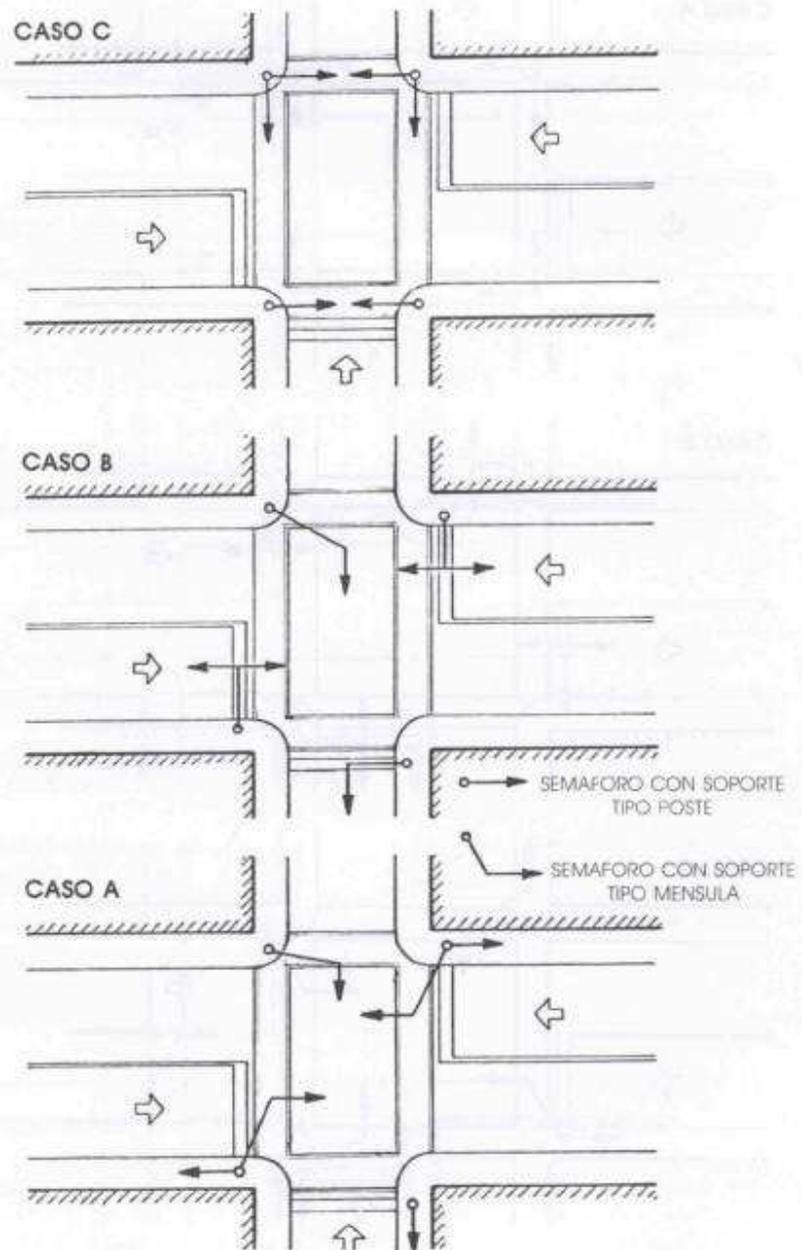


FIGURA 7.5 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE DOBLE SENTIDO

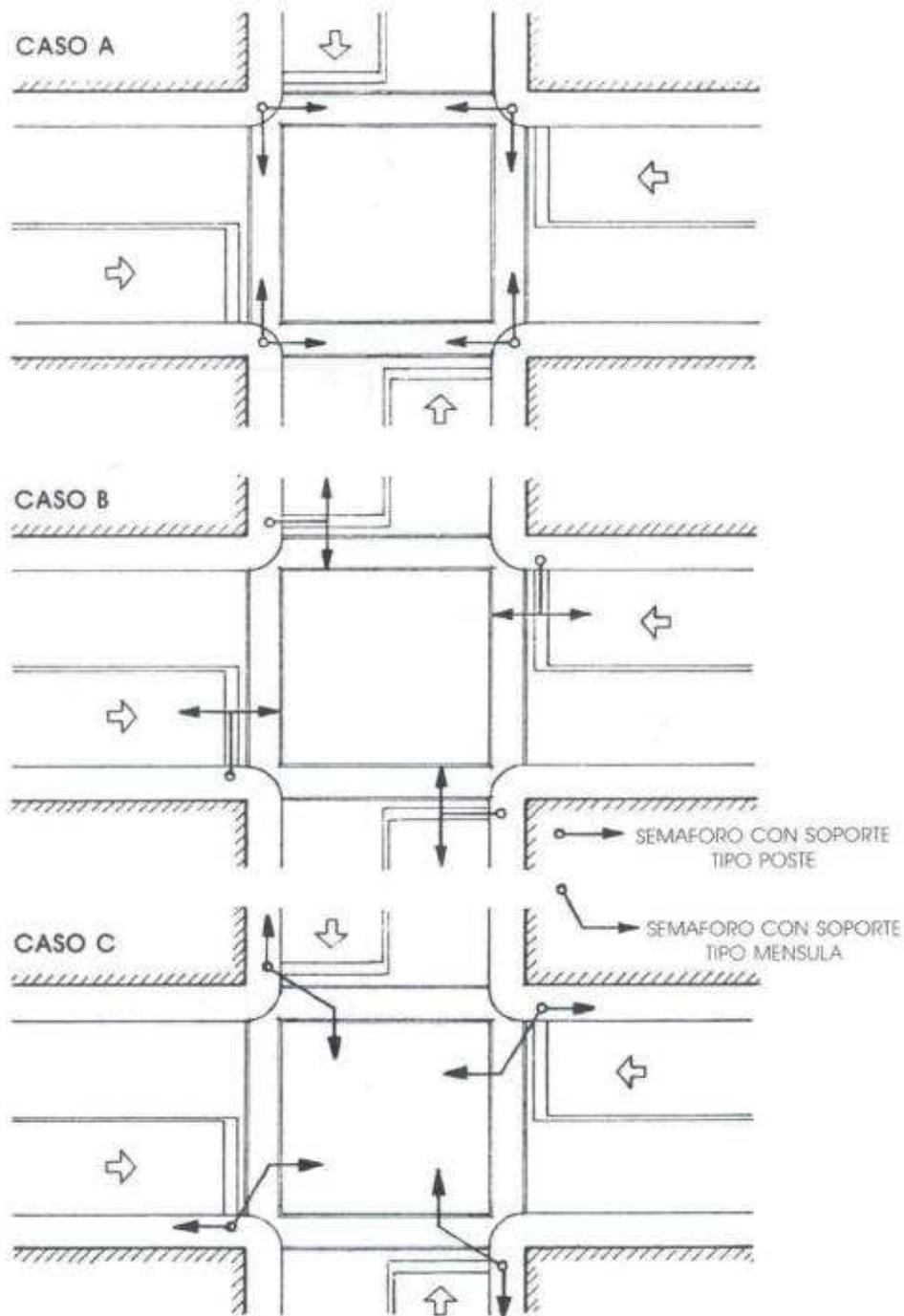


FIGURA 7.6 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE UNA CALLE DE DOBLE SENTIDO CON CAMELLON CENTRAL Y CALLES DE UN SENTIDO

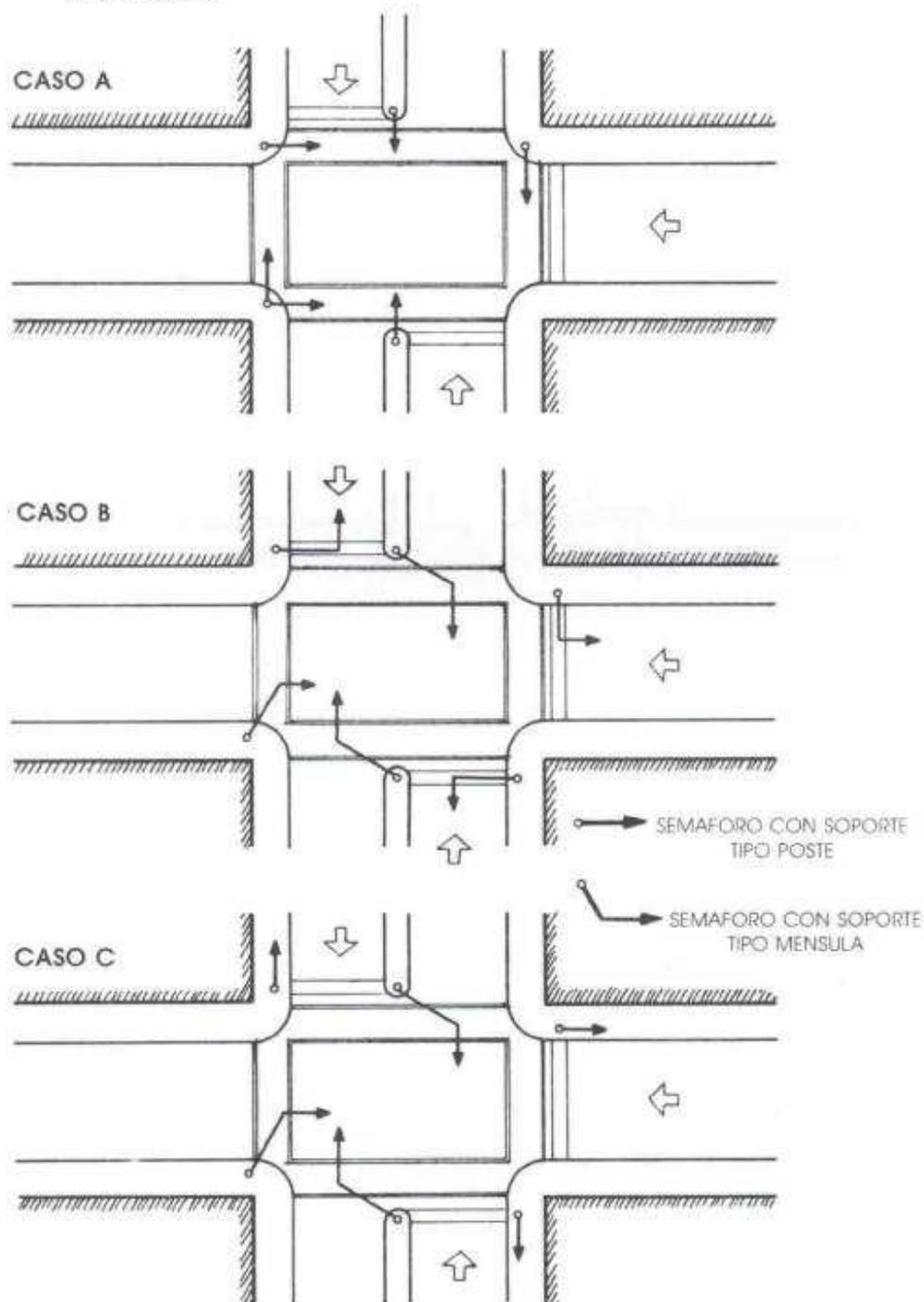


FIGURA 7.7 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE DOBLE SENTIDO, UNA CON CAMELLON CENTRAL

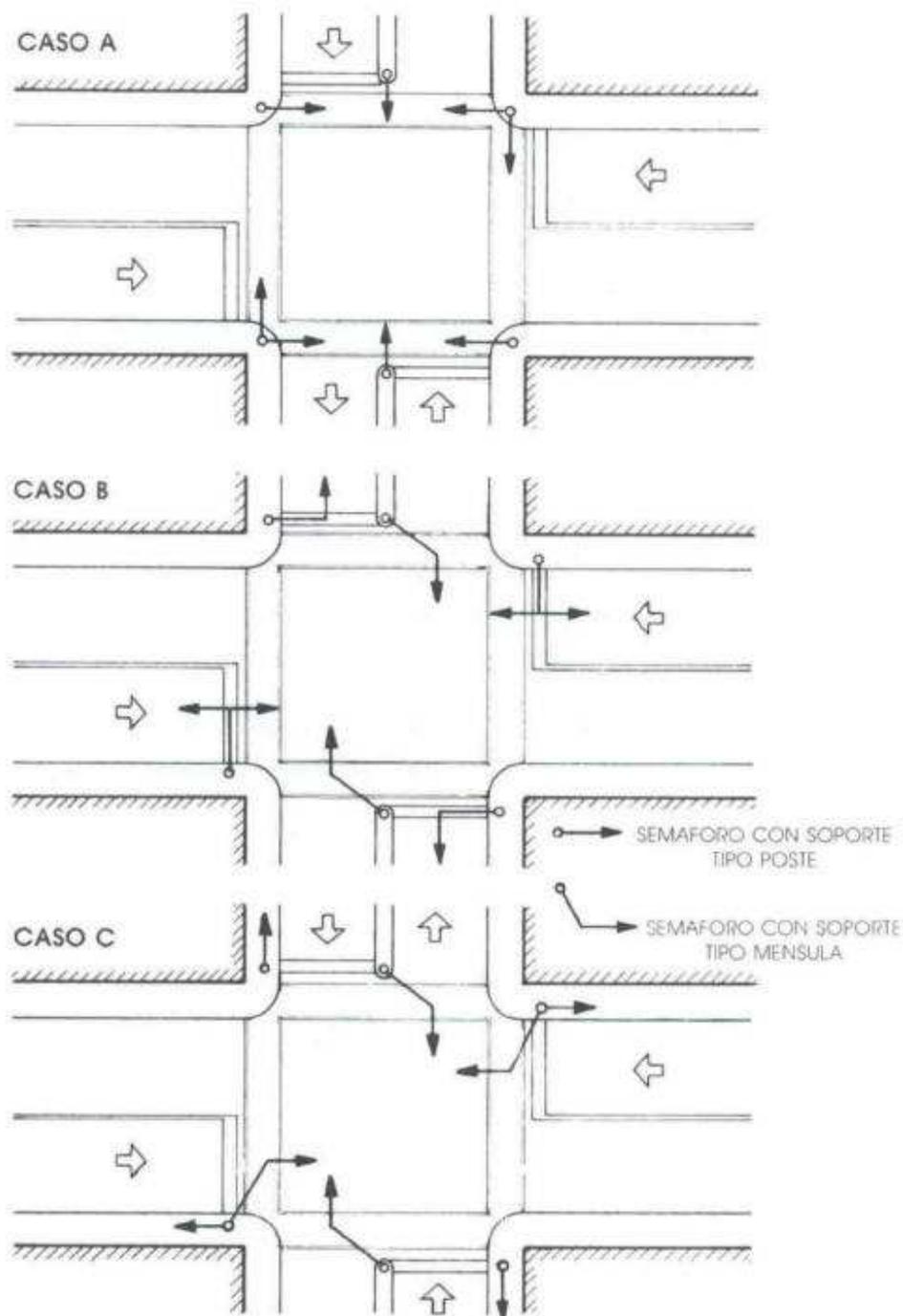


FIGURA 7.8 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE CALLES DE DOBLE SENTIDO CON CAMELLON CENTRAL

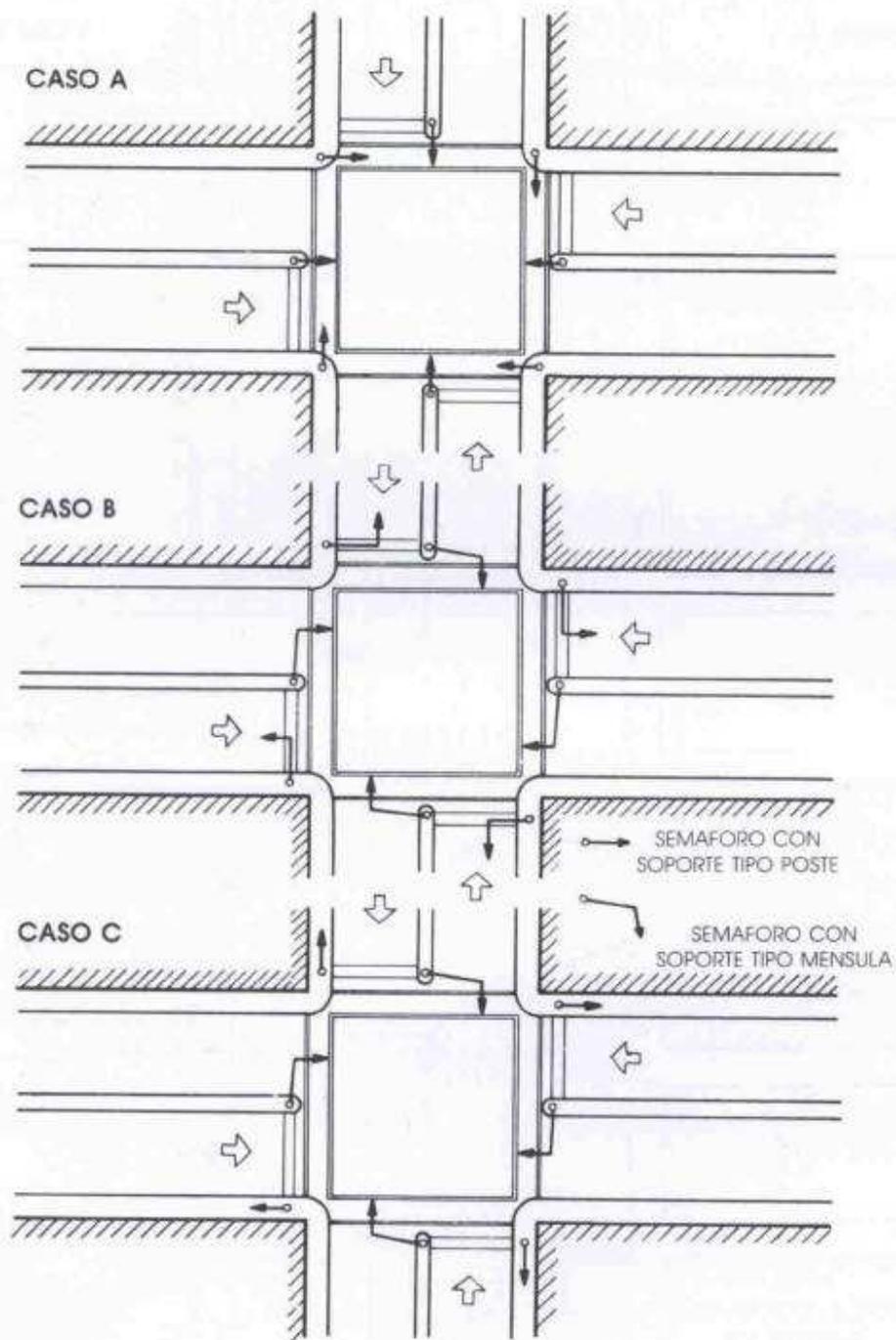


FIGURA 7.9 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE UNA VIA RAPIDA URBANA CON CALLES DE UN SENTIDO

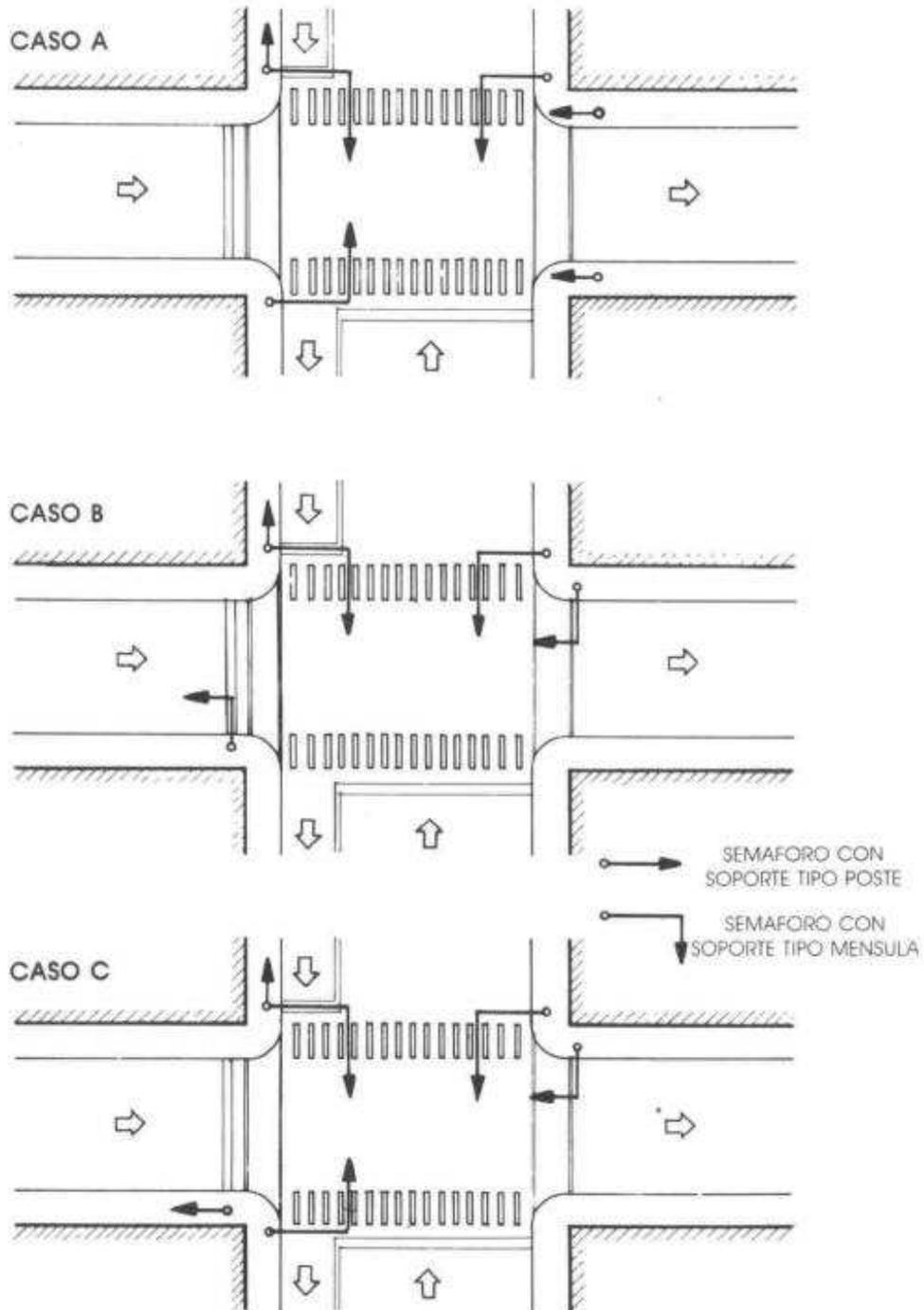


FIGURA 7.10 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE UNA VIA RAPIDA URBANA CON CARRIL EN CONTRASENTIDO CON CALLES DE DOBLE SENTIDO

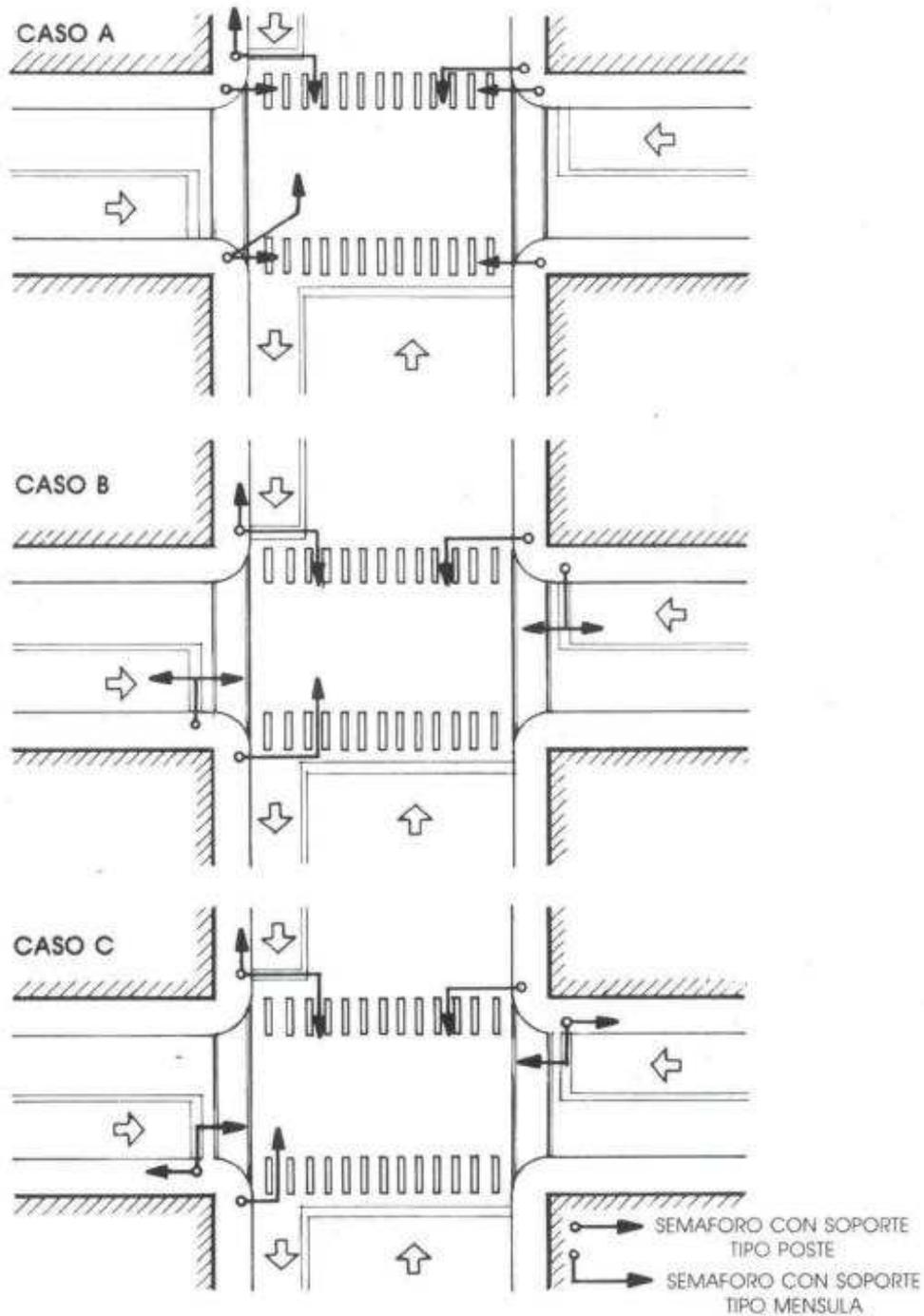


FIGURA 7.11 UBICACION Y NUMERO RECOMENDABLE DE CARAS EN INTERSECCIONES DE VIAS RAPIDAS URBANAS CON CARRIL EN CONTRASENTIDO

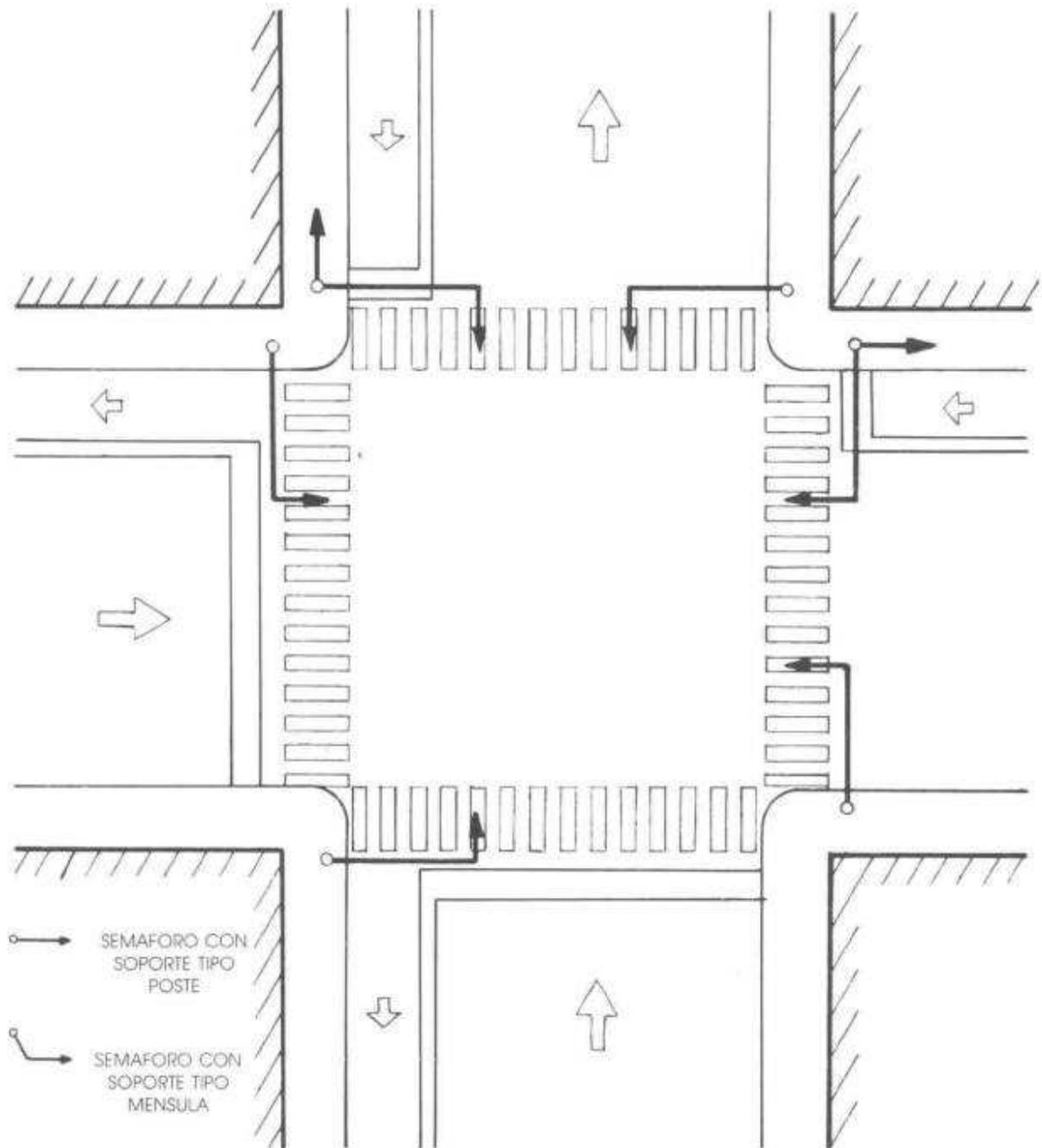
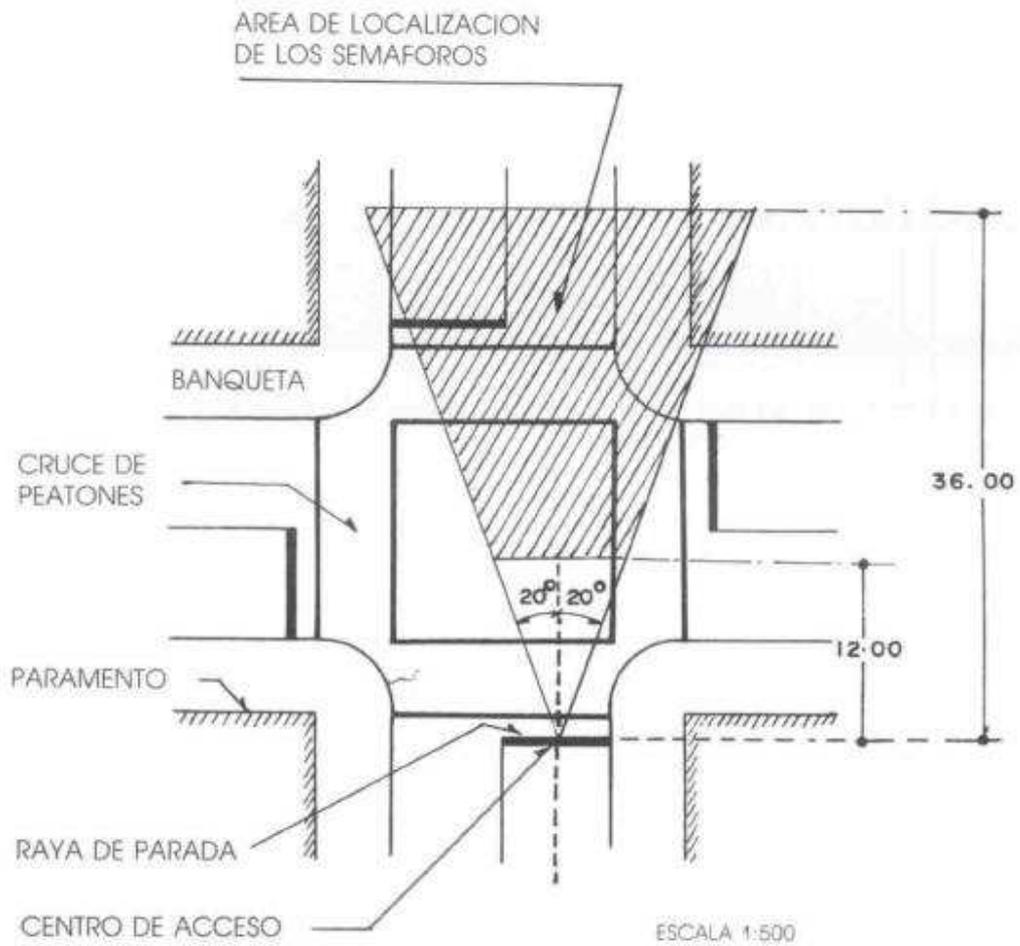


FIGURA 7.12 LOCALIZACION DE LAS CARAS DEL SEMAFORO EN EL LADO MAS LEJANO DEL ACCESO A LA INTERSECCION



SEM-2.1.5 Lentes

SEM-2.1.5.1 Forma

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

SEM-2.1.5.2 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 las 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 centímetros.

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 en los 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.

SEM-2.1.5.3 Número y posición

La cara de los semáforos para el control vehicular, tendrá normalmente tres lentes y un máximo de cinco, 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 tres flechas direccionales, debe suprimirse la lente verde.

La disposición recomendable de las lentes en la cara del semáforo será como se muestra en la Figura 7.16.

SEM-2.1.5.4 Inscripciones

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

FIGURA 7.13 SEMAFOROS MONTADOS EN POSTE

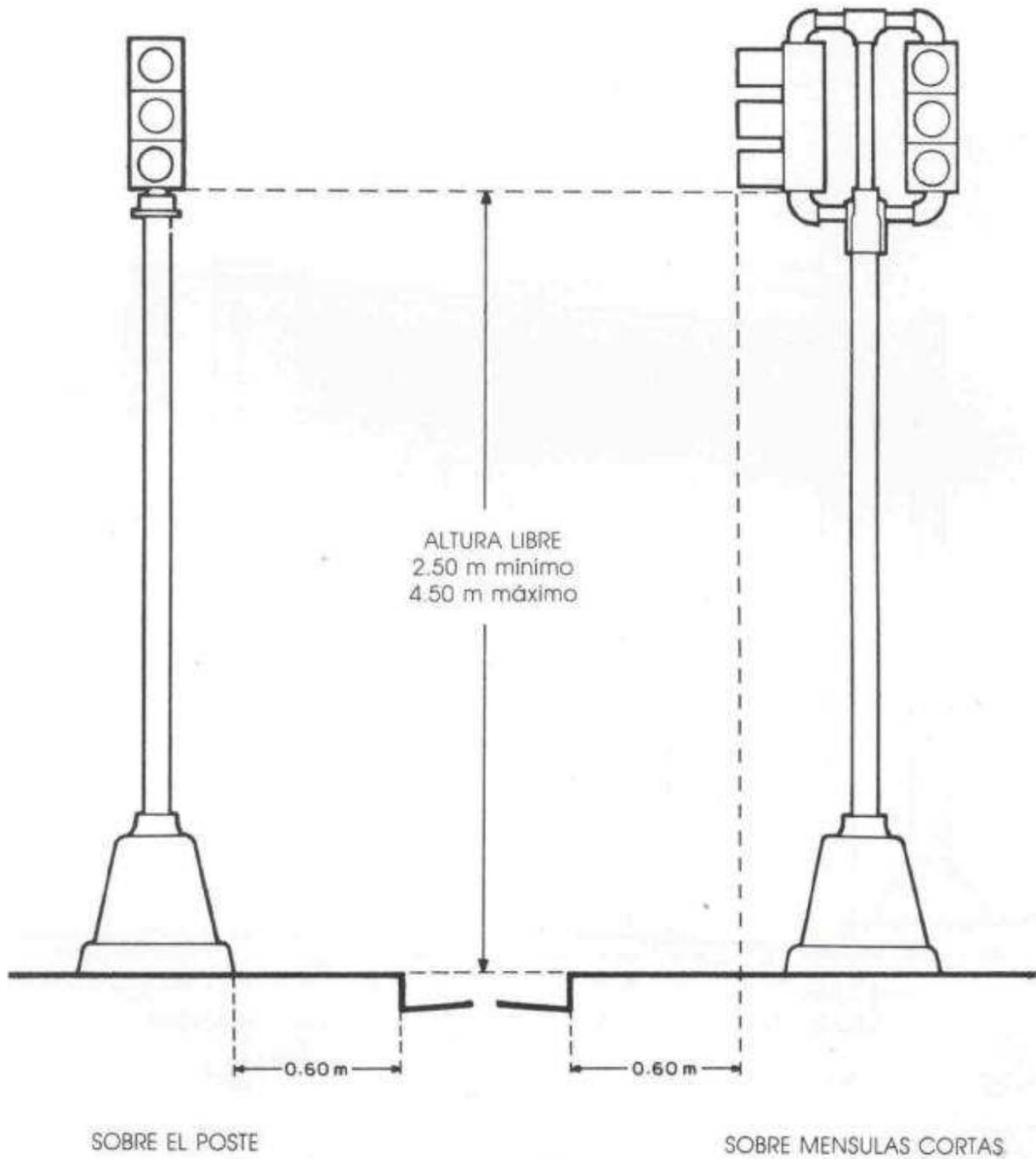


FIGURA 7.14 SEMAFOROS MONTADOS EN MENSULA LARGA SUJETA A POSTE LATERAL

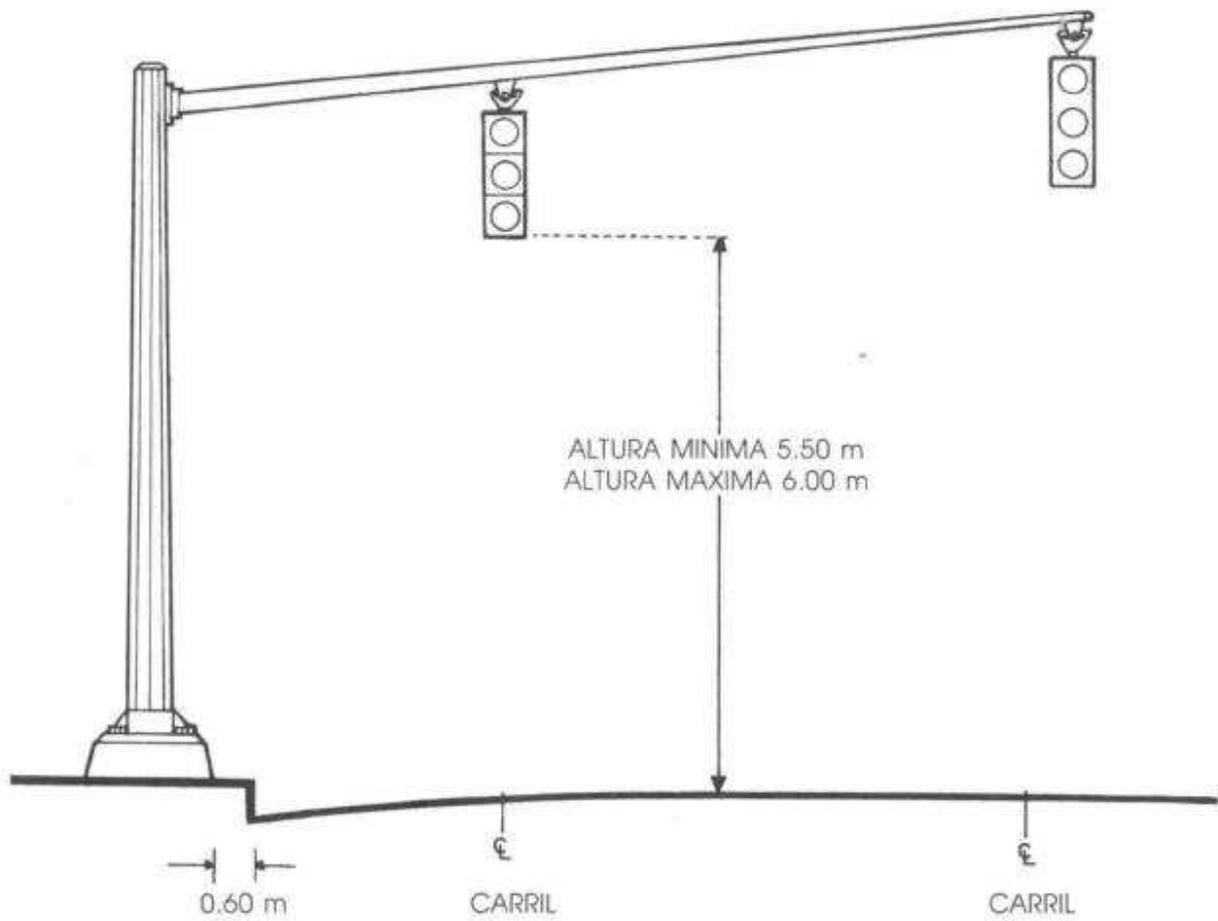
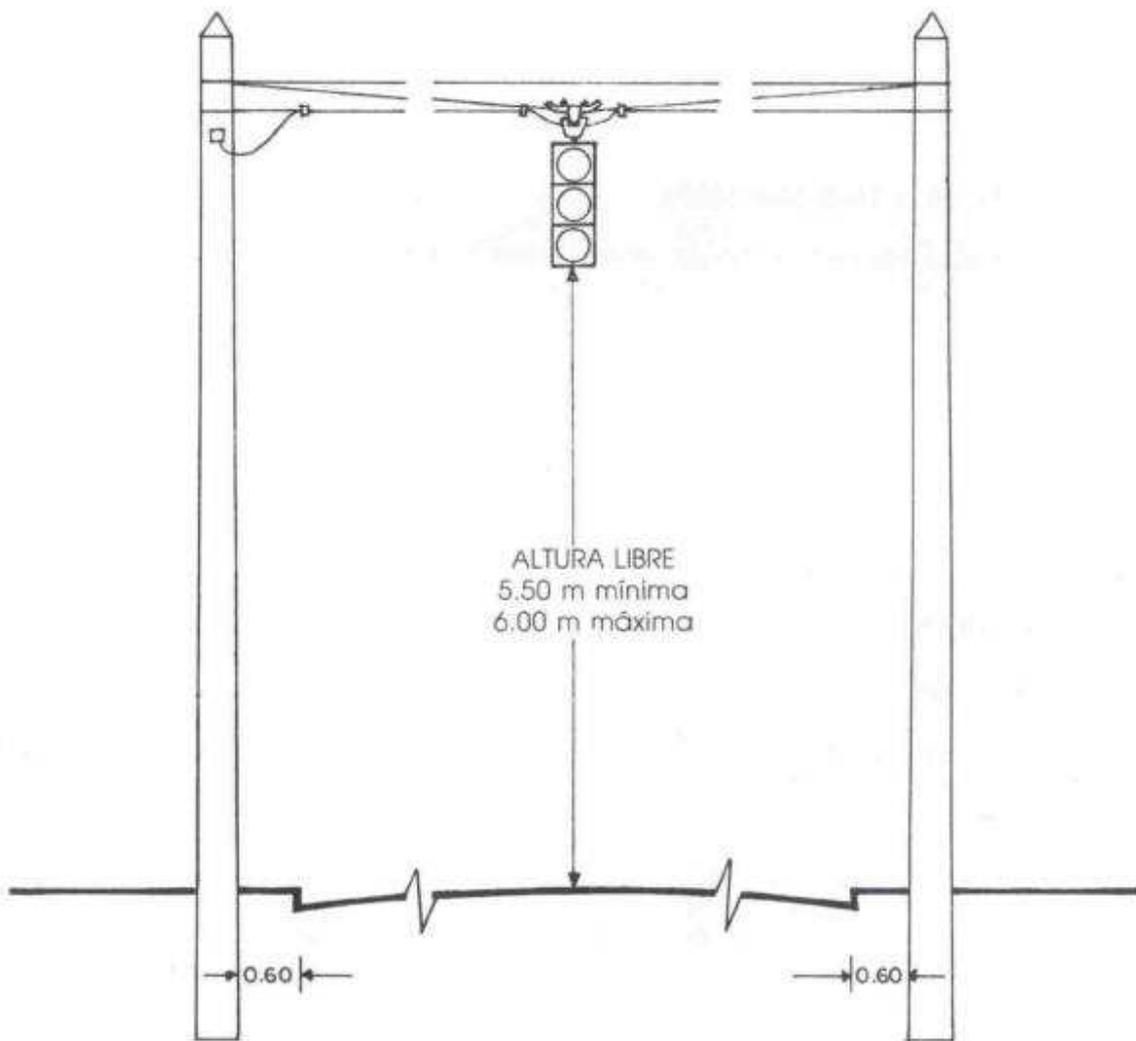


FIGURA 7.15 SEMAFORO SUSPENDIDO POR CABLES



SEM-2.1.6 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, éstas deberán distinguirse desde una distancia mínima de 60 metros.

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 orientarán 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 sólo vea la indicación que le corresponda.

SEM-2.1.7 Límite de la zona controlada

Los semáforos sólo regularán el tránsito en la intersección en que están instalados o bien en aquellos sitios en que se requiera a mitad de la cuadra.

SEM-2.1.8 Funcionamiento continuo

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

SEM-2.2 SEMAFOROS NO ACCIONADOS POR EL TRANSITO

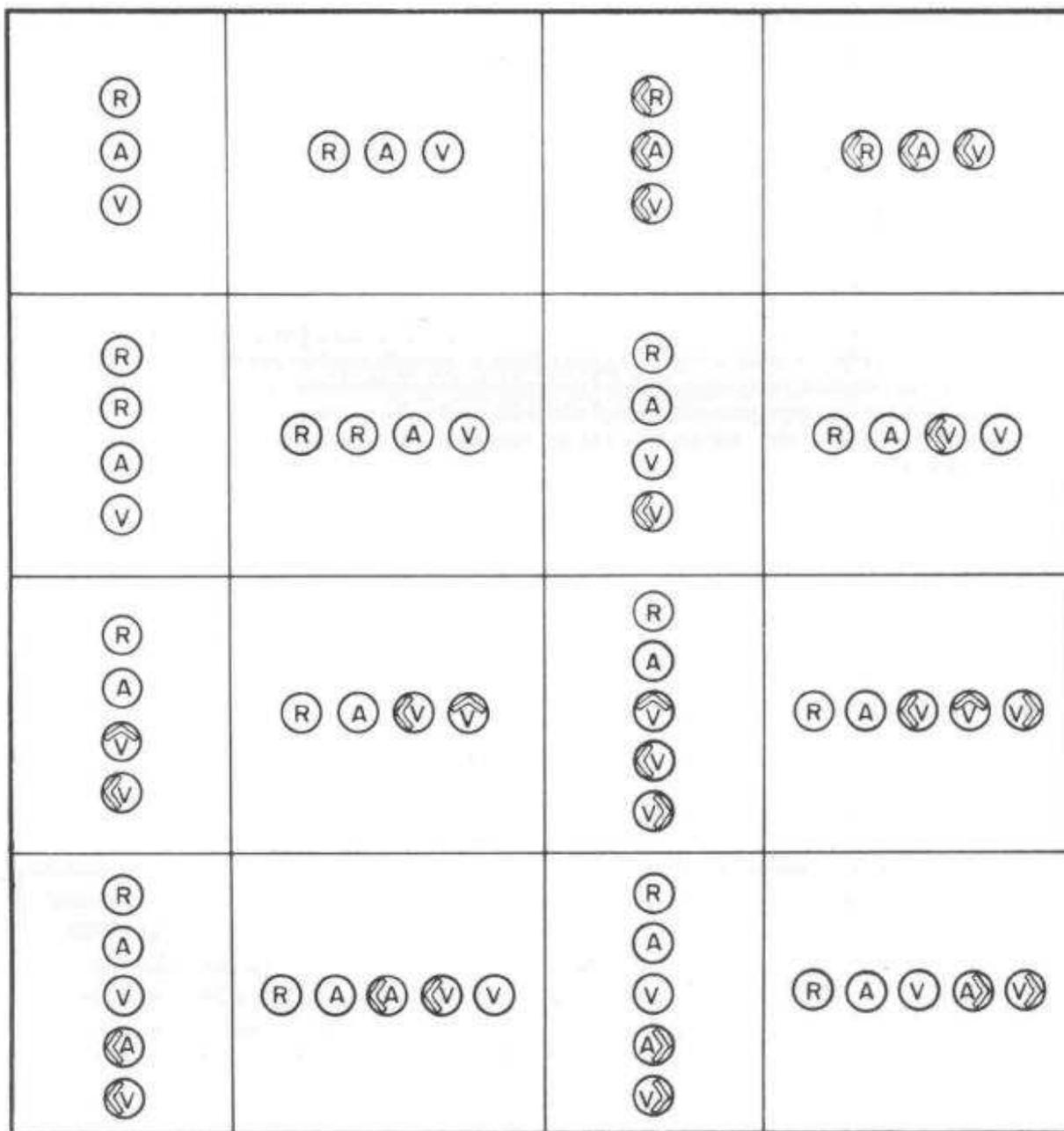
SEM-2.2.1 Definición

Son los que regulan las circulaciones de acuerdo con un programa o una serie de programas de tiempos, previamente establecidos.

SEM-2.2.2 Uso

Se usarán en las intersecciones donde los volúmenes de tránsito tienen una variación constante.

FIGURA 7.16 DISPOSICION DE LAS LENTES EN LA CARA DE UN SEMAFORO



R — ROJO, A — AMBAR, V — VERDE < FLECHA DIRECCIONAL

SEM-2.2.3 Requisitos que justifican su instalación

Este tipo de semáforos se debe instalar y operar solamente si se satisfacen uno o más de los requisitos siguientes:

- A) Volumen mínimo de vehículos
- B) Interrupción de tránsito continuo
- C) Volumen mínimo de peatones
- D) Circulación progresiva
- E) Antecedentes sobre accidentes
- F) Combinaciones de los requisitos anteriores

Si el volumen de circulación disminuye al 50%, o menos, de los volúmenes mínimos especificados, durante un lapso de cuatro horas consecutivas, o más, es conveniente que las operaciones normales de los semáforos se sustituyan por operaciones de destello, las que se deben restringir a no más de tres períodos diferentes durante el día. En el inciso SEM-4.2.6 se describen con detalle los requisitos que deben tomarse en cuenta para el funcionamiento de destello de estos semáforos.

SEM-2.2.3.1 Volumen mínimo de vehículos (Requisito A)

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 indicados en la tabla siguiente, en cualquiera de las ocho horas de un día representativo.

REQUISITO A. VOLUMEN MINIMO DE VEHICULOS

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

Los volúmenes de tránsito de vehículos para las calles principal y secundaria corresponden 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 la 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 aislada con 10,000 habitantes o menos, el requisito de volumen mínimo se reduce al 70% del indicado en la tabla.

SEM-2.2.3.2 Interrupción de tránsito continuo (Requisito B)

La interrupción de tránsito continuo se aplica 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. Este requisito se satisface cuando durante cada una de cualesquiera de las ocho horas de un día representativo, en la calle principal y en la aproximación de mayor volumen de 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.

REQUISITO B. VOLUMEN MINIMO DE VEHICULOS

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la calle principal (total en ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)
Calle Principal	Calle Secundaria		
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 en la otra aproximación durante las demás.

Si la velocidad 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.

SEM-2.2.3.3 Volumen mínimo de peatones (Requisito C)

Se satisface este requisito, si durante cada una de cualesquiera de las ocho horas de un día representativo a la calle principal entran 600 o más vehículos por hora en la intersección (total para ambos accesos); o si 1000 o más vehículos por hora entran a la intersección en la calle principal, cuando existe una faja separadora con anchura mínima de 1.20 m, y durante las mismas ocho horas mencionadas, cruzan 150 o más peatones por hora, en el cruce de mayor volumen correspondiente a la calle principal.

Cuando la velocidad que comprende el 85% de los vehículos, exceda 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.

SEM-2.2.3.4 Circulación progresiva (Requisito D)

El control del movimiento progresivo, a veces demanda la instalación de semáforos en intersecciones donde en otras condiciones no serían necesarios, con objeto de regular eficientemente las velocidades de grupos compactos de vehículos.

Se satisface el requisito correspondiente a movimiento progresivo en los dos siguientes casos:

- A) En calles con circulación en un solo sentido, o en calles en las que prevalece la circulación en un solo sentido y en las que los semáforos adyacentes están demasiado distantes para conservar el agrupamiento compacto y las velocidades deseadas de los vehículos.
- B) Si los semáforos adyacentes sobre una calle con doble circulación no permiten el grado deseado de control, agrupamiento o velocidades y si mediante la instalación de semáforos en la intersección y las intersecciones adyacentes, se puede lograr un sistema de circulación progresiva.

La instalación de semáforos de acuerdo a este requisito, por un lado debe apoyarse en la velocidad que comprende al 85% del tránsito, a menos que un estudio de ingeniería de tránsito indique que otra velocidad es la más adecuada y por el otro no se debe considerar cuando resulten espaciamientos menores de 300 metros.

SEM-2.2.3.5 Antecedentes sobre accidentes (Requisito E)

La opinión general de que los semáforos reducen considerablemente los accidentes, rara vez se comprueba en la práctica. En algunos casos suceden más accidentes después de instalar semáforos que antes; por tanto, si ninguno de los requisitos, exceptuando el relativo a los accidentes, se satisface, debe presuponerse que no será necesario instalar el semáforo.

Los requisitos relativos a los antecedentes sobre accidentes se satisfacen, si:

- A) Otros procedimientos menos restrictivos, que se han experimentado en otros casos satisfactoriamente, no han reducido la frecuencia de accidentes.

- B) Cinco o más accidentes ocurridos en los últimos doce meses, cuyo tipo sea susceptible de corregirse con semáforos y en los que hubo heridos o daños a la propiedad con valor mayor a treinta veces el salario mínimo vigente.

SEM-2.2.3.6 Combinaciones de los requisitos anteriores (Requisito F)

Cuando ninguno de los requisitos anteriores se cumplen en un 100% pero dos o más se satisfacen en un 80% del valor indicado para cada uno de ellos, se puede considerar justificada su instalación. Las decisiones en estos casos excepcionales deben apoyarse en un análisis completo de todos los factores que intervienen, debiendo estudiarse la conveniencia de emplear otros métodos que ocasionen menos demoras al tránsito.

SEM-2.2.4 Mecanismo de control

Las características a que deben ajustarse los mecanismos de control, se definen en el inciso SEM-5.2.

SEM-2.2.5 Programación

La finalidad de un sistema de semáforos sólo se cumple si se apega a las necesidades del tránsito. Los ciclos excesivamente largos y la división impropia de los mismos, ocasionan faltas de respeto y desobediencia. Los semáforos no deben manejarse manualmente más de lo estrictamente necesario, ya que este tipo de funcionamiento es frecuentemente menos eficaz que el control automático, con tiempos debida y previamente fijados, especialmente en sistemas sincronizados.

Cualquier plan de tiempos que se programa se confrontará con la información de aforos de tránsito para tener la seguridad de que los cambios de intensidad de tránsito en las vías, se regulen lo mejor posible.

Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta para programar el tiempo de las señales de una intersección son:

- A) Número de carriles y demás condiciones geométricas.
- B) Variaciones del flujo del tránsito para cada movimiento direccional.
- C) Necesidades de los vehículos comerciales y de transporte público.
- D) Lapso en segundos, entre el paso de dos vehículos consecutivos que salen de la intersección.
- E) Necesidades de los peatones.
- F) Necesidad de desalojar de la intersección a los vehículos y los peatones, al cambiar las indicaciones

SEM-2.2.6 Repartición del ciclo

Es importante asignar a las diversas calles de una intersección el tiempo que corresponde a la señal de luz verde, según las demandas del tránsito. El método que se describe a continuación ha dado resultados satisfactorios.

Si los espaciamientos entre vehículos que salen de la intersección, medidos en tiempo durante la hora de máxima demanda de tránsito, son aproximadamente iguales en los carriles críticos de las calles que se intersectan, la repartición del ciclo con indicaciones de luz verde será más o menos correcta cuando los lapsos correspondientes a cada calle, se hacen directamente proporcionales a los volúmenes de tránsito en los carriles críticos.

Si durante la hora de máxima demanda existe una diferencia notable en los espaciamientos, medidos en tiempo, entre los vehículos de los dos carriles críticos, debida, por ejemplo, a la presencia de camiones y autobuses en sólo uno de dichos carriles, la división del ciclo con indicaciones de luz verde será aproximadamente correcta si los lapsos parciales se hacen proporcionales a los productos de volúmenes por espaciamientos en los carriles críticos de las calles que se cruzan.

Como ejemplo, supongamos que se ha escogido un ciclo de 60 segundos y que el tiempo necesario para que los vehículos desalojen la intersección inmediatamente después de la indicación de luz verde, es de 5 segundos en cada calle: esto deja un total de 50 segundos de luz verde a dividirse entre las dos calles. Supongamos que los volúmenes V_A y V_B en los carriles críticos durante la hora de máxima demanda de tránsito en las calles A y B, son de 400 y 250 vehículos, respectivamente. En el primer caso, supongamos que el espaciamiento entre vehículos para cada una de las calles es el mismo. Los tiempos aproximados T_A y T_B correspondientes a la indicación de luz verde, para las calles A y B, respectivamente, se obtienen como sigue:

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{400}{250} \text{ y } T_A + T_B = 50 \text{ segundos (tiempo total de luz verde)}$$

$$\frac{T_A}{50 - T_A} = \frac{400}{250} \therefore T_A = 31 \text{ seg y } T_B = 50 - 31 = 19 \text{ segundos.}$$

En el segundo caso, supongamos que el espaciamiento entre vehículos al arrancar en la calle A (E_A) es de tres segundos y el espaciamientos (E_B) en la calle B es de cinco segundos. La diferencia en espaciamiento se podría deber a un alto porcentaje de camiones en el carril crítico de la calle B. La división de los tiempos con indicaciones de luz verde se obtiene, en forma aproximada, como sigue:

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{V_A \times E_A}{V_B \times E_B} = \frac{400 \times 3}{250 \times 5}$$

$$\frac{T_A}{50 - T_A} = \frac{400 \times 3}{250 \times 5}; T_A = 24 \text{ seg y } T_B = 50 - 24 = 26 \text{ seg.}$$

Se debe insistir en que cálculos tan elementales como los anteriores, únicamente son un medio aproximado para determinar el tiempo que corresponde a cada calle. Otras consideraciones, tales como el tiempo necesario para cruces de peatones y las condiciones geométricas de la intersección, también afectan las amplitudes de los ciclos de los semáforos. Después de la elección inicial de la duración del ciclo y del programa de tiempos, se efectuarán frecuentes revisiones y estudios del semáforo funcionando, para obtener el programa más adecuado.

Como regla general, ningún lapso de luz verde será menor que el tiempo necesario para que el grupo de transeúntes que espera el cambio de indicaciones pueda cruzar, excepto cuando se dispone de un intervalo especial para peatones. Los experimentos con tiempos de semáforos, en cuanto se refiere a circulación de vehículos, han demostrado que se puede alcanzar una excelente eficacia bajo ciertas condiciones de máxima demanda de tránsito, con lapsos de luz verde tan breves como de 15 segundos; sin embargo, normalmente deben ser algo mayores para permitir a los peatones cruzar la calle con seguridad.

Cuando el tiempo para cruce de peatones coincide con el período de luz verde, éste debe ser lo suficientemente prolongado para que se disponga de no menos de 5 segundos en los que se indica a los peatones que pueden empezar a cruzar y lo suficientemente largo para permitir a los que ya empezaron a cruzar, llegar hasta una zona de seguridad. Por ejemplo, si se requieren 14 segundos para que los peatones crucen la calle o lleguen a una zona de seguridad y el intervalo para despeje de vehículos (amarillo) es de 3 segundos, el intervalo total en luz verde debe ser, como mínimo, de $5 + 14 - 3 = 16$ segundos.

SEM-2.2.7 Coordinación

En general, los semáforos separados entre sí hasta 800 m en una vía principal o en una red de intersecciones de rutas preferenciales, deben operar coordinadamente. Se recomienda el empleo de controles interconectados. Sin embargo, la coordinación no podrá mantenerse en las fronteras de sistemas de semáforos que operan con diferentes ciclos.

La coordinación debe incluir tanto semáforos accionados como no accionados, siempre y cuando se ubiquen a distancias apropiadas.

SEM-2.2.8 Tipos de coordinación

La clasificación más útil de los sistemas de control de semáforos está basada en el método de coordinación. Puesto que el propósito de esta coordinación es organizar y dar fluidez al tránsito, es esencial entender de qué manera operará la corriente vehicular según los diversos sistemas. Existen cuatro tipos de sincronización de semáforos no accionados.

- A) Sistema simultáneo
- B) Sistema alterno
- C) Sistema progresivo limitado
- D) Sistema progresivo flexible

SEM-2.2.8.1 Sistema simultáneo

En un sistema simultáneo, todos los semáforos muestran la misma indicación a lo largo de la vía, aproximadamente al mismo tiempo. En todas las intersecciones, los tiempos son esencialmente los mismos y las indicaciones cambian casi simultáneamente, de manera que todos los semáforos indiquen luz verde en la dirección de la calle principal y luz roja en todas las calles secundarias, cambiando alternadamente.

Si únicamente se trata de coordinar hasta cinco intersecciones muy próximas entre sí, deberá emplearse este sistema, dejando un tiempo de luz verde suficiente en la calle principal para permitir que pase una proporción mayor de la circulación. Cuando la intensidad del tránsito es alta, el sistema simultáneo puede dar buenos resultados y cuando el volumen de tránsito es bajo no es recomendable, debido a que se propician altas velocidades entre tiempos de luz verde y la velocidad media resulta baja.

SEM-2.2.8.2 Sistema alterno

En el sistema alterno, los semáforos adyacentes o grupos de semáforos adyacentes, muestran indicaciones alternas en una ruta. En el sistema alterno sencillo se tienen indicaciones contrarias en semáforos adyacentes. Los sistemas alternos dobles y triples consisten en un grupo de dos o de tres semáforos que, respectivamente, muestran indicaciones contrarias. En estos sistemas se deja un desfase de medio ciclo entre grupos de intersecciones adyacentes. El sistema alterno puede funcionar con un solo control, aunque es recomendable el uso de controles locales para una mayor flexibilidad en la operación.

SEM-2.2.8.3 Sistema progresivo limitado

En el sistema progresivo limitado se fija una duración común a los ciclos y las indicaciones de luz verde se dan independientes de acuerdo con las exigencias de cada intersección, y de conformidad con un programa de tiempos para permitir circulación continua o casi continua, de grupos de vehículos que circulan a la velocidad de proyecto.

SEM-2.2.8.4 Sistema progresivo flexible

El sistema progresivo flexible abarca todas las características del sistema progresivo limitado y algunas adicionales, que dependen del tipo de control maestro y de otros accesorios. Se usa un ciclo común en todo el sistema. No obstante la duración del ciclo se puede variar con tanta frecuencia se desee. Mediante el uso de controles en intersecciones con carátulas múltiples, es posible establecer varios programas para subdivisión del ciclo, y cambiar los desfases con la frecuencia deseada. Se pueden establecer programas de tiempo predeterminados en los controles múltiples, dando preferencia a las circulaciones en las horas de máxima demanda durante el día o la semana y considerando otras demandas del tránsito. Con esta flexibilidad es posible dar servicio eficaz a demandas variables del tránsito en cada intersección dentro del sistema.

En un sistema progresivo es necesario conocer las demandas de tránsito para poder seleccionar los programas de tiempo y coordinación apropiados. Las mediciones de intensidades de tránsito y de velocidad son esenciales para determinar correctamente las duraciones de ciclos, sus divisiones y desfases. Con objeto de obtener la máxima flexibilidad, los aforos de tránsito se deben efectuar frecuentemente.

La velocidad o las velocidades para las que se diseña un sistema progresivo flexible, deben concordar con las que desarrolla el tránsito si se suprimen paradas para permitir circulaciones transversales y pasos de peatones. Después de que la corriente vehicular se haya adaptado al sistema progresivo, es posible aumentar la velocidad sin perjuicio de la seguridad.

Los sistemas progresivos en arterias urbanas, se regulan para velocidades que varían desde 30 hasta 60 km/hr. Debe darse atención a la relación de las velocidades de proyecto de los sistemas de semáforos y las velocidades legalmente permitidas.

SEM-2.2.9 Recomendaciones

Para obtener una mayor eficacia de las instalaciones de semáforos, se hacen las recomendaciones siguientes:

- A) No emplear intervalos muy breves entre indicaciones.
- B) Proporcionar la capacidad adecuada al camino o calle y evitar la interferencia con maniobras de estacionamiento, carga y descarga.
- C) Evitar las corrientes de tránsito compuestas por vehículos con velocidades demasiado variables, como tranvías, autobuses, camiones comerciales y automóviles de pasajeros, especialmente en calles angostas.
- D) Simplificar los movimientos en ciertos tipos de intersecciones complicadas, que demandan tres o más fases por ciclo.
- E) En intersecciones aisladas con mucho movimiento, se puede justificar la operación manual del semáforo durante ciertos tiempos, de acuerdo con las demandas variables del tránsito. Sin embargo, generalmente no se recomienda un aparato con operación manual en instalaciones de semáforos de un sistema progresivo flexible. En sistemas sincronizados, se deben evitar los controles manuales.
- F) Si las velocidades proyectadas de un sistema de semáforos, son bastante inferiores a las velocidades máximas permitidas, se deben instalar señales para advertirlo a los conductores. Las señales se colocarán lo más cerca posible de los semáforos y a intervalos necesarios para cumplir su objetivo.

SEM-2.3 SEMAFOROS ACCIONADOS POR EL TRANSITO

SEM-2.3.1 Definición

Son aquellos cuya operación varía de acuerdo a las demandas del tránsito que se registran a través de detectores, los cuales suministran la información a un control maestro computador.

SEM-2.3.2 Uso

Se usarán en las intersecciones donde los volúmenes de tránsito fluctúan considerablemente en forma irregular, y en donde las interrupciones de la circulación deben ser mínimas en la dirección principal.

SEM-2.3.3. Clasificación

Los semáforos accionados por el tránsito se clasifican en dos categorías generales.

- A) Totalmente accionados. Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en todos los accesos de la intersección.
- B) Parcialmente accionados. Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más accesos de la intersección, pero no en todos.

Para cada categoría hay diferentes sistemas de controles con distintas aplicaciones.

SEM-2.3.4 Requisitos que justifican su instalación

Si de acuerdo con los requisitos correspondientes, se justifica instalar semáforos no accionados, también se debe analizar la conveniencia de emplear semáforos accionados por el tránsito. Sin embargo, como los semáforos accionados por el tránsito son más flexibles para fluctuaciones rápidas y normalmente no ocasionan demoras innecesarias, no es aconsejable fijar valores mínimos para su instalación. Algunos factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- A) Volumen vehicular.
- B) Circulación transversal.
- C) Volúmenes en horas de máxima demanda.
- D) Circulación de peatones.
- E) Antecedentes sobre accidentes.
- F) Amplias fluctuaciones del tránsito
- G) Intersecciones complicadas

- H) Sistemas progresivos de semáforos.
- I) Zonas con circulación en un solo sentido.

SEM-2.3.4.1 Volumen vehicular

En las intersecciones donde el volumen de tránsito de vehículos no justifica la instalación de semáforos no accionados, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito si hay otras condiciones que justifiquen la necesidad de su instalación.

SEM-2.3.4.2 Circulación transversal

Cuando el volumen del tránsito en la calle principal es tan intenso que restringe y provoca conflictos a la circulación transversal de vehículos y de peatones, se deben instalar semáforos accionados por el tránsito para permitir el paso a la circulación secundaria. En estos casos, se hace necesario limitar los tiempos correspondientes a la indicación de luz verde para el flujo transversal.

SEM-2.3.4.3 Volúmenes en horas de máxima demanda

Cuando se requieran semáforos en una intersección exclusivamente durante las horas de máxima demanda, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito si se justifican económicamente, puesto que en otras horas no ocasionan demoras inconvenientes.

SEM-2.3.4.4 Circulación de peatones

Cuando únicamente se tienen los volúmenes mínimos de peatones especificados para semáforos no accionados, pueden ser preferibles los semáforos accionados por el tránsito, ya que únicamente defenderán la circulación de vehículos cuando crucen los peatones.

SEM-2.3.4.5 Antecedentes sobre accidentes

Cuando sólo se satisface el requisito mínimo relativo a antecedentes sobre accidentes, especificado para semáforos no accionados por el tránsito, se debe tomar en consideración la posibilidad de instalar semáforos accionados por el tránsito.

SEM-2.3.4.6 Amplias fluctuaciones del tránsito

En los casos en que los volúmenes de tránsito en las calles concurrentes varíen considerablemente, el semáforo accionado por el tránsito resultará más eficaz.

SEM-2.3.4.7 Intersecciones complicadas

Cuando se justifique instalar semáforos en intersecciones complicadas que requieran varias fases, se debe estudiar la conveniencia de usar semáforos accionados por el tránsito. En estos casos, además de las ventajas usuales, se puede eliminar una fase cuando no haya tránsito que la demande.

SEM-2.3.4.8 Sistemas progresivos de semáforos

Cuando los espaciamientos y otras características de una intersección dentro de un sistema de semáforos no accionados por el tránsito, sean tales que no se pueda lograr la sincronización progresiva, puede resultar más ventajoso el empleo de semáforos accionados por el tránsito.

SEM-2.3.4.9 Zonas con circulación en un solo sentido

En tramos de un camino o calle de doble circulación, en los que el tránsito sólo puede desplazarse en un sentido en un tiempo determinado, como en puentes y túneles angostos o en tramos de caminos en construcción, los semáforos accionados por el tránsito pueden emplearse eficazmente.

SEM-2.3.5 Mecanismos de control

Si de acuerdo con algunos de los requisitos anteriores, se ha decidido instalar un semáforo accionado por el tránsito, se elegirá, necesariamente, el tipo de mecanismo de control que debe emplearse. Las elecciones posibles incluyen las siguientes:

- A) Control parcialmente accionado por el tránsito.
- B) Control totalmente accionado por el tránsito.
- C) Control adaptable al tránsito.
- D) Otros controles coordinados.

El uso y descripción de cada uno de estos controles se establecen en el inciso SEM-5.3.

SEM-2.3.6 Continuidad de funcionamiento

Puesto que los semáforos accionados por el tránsito, cuando están bien ajustados, funcionan eficazmente durante períodos de escaso tránsito y solo ocasionan el mínimo de demoras, en forma normal funcionarán continuamente como dispositivos para dar indicaciones de luz roja y luz verde; sin embargo, también se pueden emplear en operaciones de destello en circunstancias especiales como:

- A) Durante descomposturas, reparaciones y trabajos de mantenimiento.
- B) En combinación con semáforos no accionados por el tránsito, que estén funcionando con operación de destello, en las cercanías.
- C) Cuando reciban accionamientos con prioridad, de semáforos de pasos de ferrocarril a nivel.

SEM-3 SEMAFOROS PARA PASOS PEATONALES

SEM-3.1 ASPECTOS GENERALES

SEM-3.1.1 Clasificación

- A) En zonas de alto volumen peatonal.
- B) En zonas escolares.

SEM-3.1.2 Estudios necesarios de ingeniería de tránsito

Para la instalación de este tipo de semáforos, será necesario obtener los datos que se indican en el SEM-2.1.2, fundamentalmente, el volumen de tránsito, el movimiento peatonal y la velocidad de punto.

SEM-3.2 SEMAFOROS EN ZONAS DE ALTO VOLUMEN PEATONAL

SEM-3.2.1 Definición

Comúnmente llamados semáforos para peatones, son los que regulan el tránsito de peatones en las intersecciones donde se registra un alto volumen peatonal y se deben instalar en coordinación con semáforos para vehículos.

SEM-3.2.2 Requisitos que justifican su instalación

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

- A) Cuando el semáforo para el control del tránsito de vehículos se encuentra instalado bajo una condición de volumen peatonal.
- B) Cuando un intervalo o fase exclusiva, es proporcionada para el movimiento peatonal, en una o más direcciones, estando detenidos todos los movimientos conflictivos de vehículos.
- C) Cuando cualquier volumen de flujo peatonal requiere del uso de un intervalo libre para ellos, con el fin de reducir al mínimo los conflictos entre vehículos y peatones o cuando es necesario ayudar a los peatones para que puedan cruzar la calle con toda seguridad.

- D) 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.
- E) Cuando la circulación de vehículos pesados que dan vuelta, demanda una fase semi-exclusiva para protección de los peatones.
- F) Cuando la intersección es demasiado amplia o complicada, o cuando una calle es tan ancha que los semáforos para vehículos no servirían adecuadamente a los peatones.
- G) Cuando el intervalo mínimo de luz verde para vehículos en intersecciones con controles accionados por el tránsito, es menor que el tiempo mínimo para cruce de peatones.
- H) 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.

SEM-3.2.3 Significado de las indicaciones

SEM-3.2.3.1 Color

Las lentes de los semáforos para peatones deberán ser de color rojo y verde.

SEM-3.2.3.2 Aplicación de los colores

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

- A) La indicación ALTO iluminada en color rojo fijo, quiere decir que un peatón no deberá atravesar la calle en dirección a la señal mientras ésta se encuentra encendida.
- B) La indicación de PASE iluminada en color verde fijo, significa que los peatones que se encuentran frente al semáforo, pueden cruzar la calle en la dirección del mismo.
- C) La indicación de PASE en color verde intermitente, significa que un peatón no deberá empezar a cruzar la calle en dirección de la señal, porque la luz de ésta va a cambiar a la indicación de ALTO; cualquier peatón que haya iniciado su cruce, durante la indicación fija, deberá acelerar la marcha y seguir hasta la banqueta o hasta un camellón de seguridad.

SEM-3.2.4 Caras

SEM-3.2.4.1 Número

Será necesario que exista una cara para cada sentido de circulación de los peatones.

SEM-3.2.4.2 Ubicación

Los semáforos para peatones se instalarán principalmente en la banqueta opuesta, con su parte inferior a no menos de 2.00 m ni más de 3.00 m sobre el nivel de la banqueta, de tal manera que la indicación quede en la visual del peatón que tiene que ser guiado por dicha señal.

Cada semáforo para peatones, puede montarse separadamente o en el mismo soporte de los semáforos para el control del tránsito de vehículos, debiendo existir una separación física entre ellos.

SEM-3.2.4.3 Angulo de colocación

La cara del semáforo deberá colocarse en posición vertical y normal con respecto a la circulación de los peatones.

SEM-3.2.5 Lente

SEM-3.2.5.1 Forma

Todas las lentes de los semáforos para peatones, pueden ser de forma circular o cuadrada (Figura 7.17).

SEM-3.2.5.2 Dimensiones

Las lentes de forma circular deberán ser de 20 ó 30 cm de diámetro. En cuanto a los de forma cuadrada, sus dimensiones serán 20 ó 30 cm por lado.

SEM-3.2.5.3 Número y posición

Será indispensable que cada cara de los semáforos para peatones, lleve dos lentes con las inscripciones respectivas y dispuestas verticalmente, quedando la señal de ALTO en la parte superior y la señal de PASE en la parte inferior.

SEM-3.2.5.4 Inscripciones

Las lentes deberán de llevar inscrito el mensaje, por medio de símbolos en fondo oscuro, que representarán a una persona que está caminando cuando se le da el paso (PASE), y a una persona parada cuando se le prohíbe el paso (ALTO). Los símbolos deberán estar iluminados con color rojo para la indicación de ALTO y verde para la indicación de PASE.

En los cruces para peatones donde la distancia por recorrer sea menor de 18.00 m, la figura será de 16 cm de altura como mínimo. Para distancias mayores de 18.00 m el símbolo tendrá por lo menos una altura de 23 cm (Figura 7.18).

FIGURA 7.17 SEMAFOROS PARA PEATONES

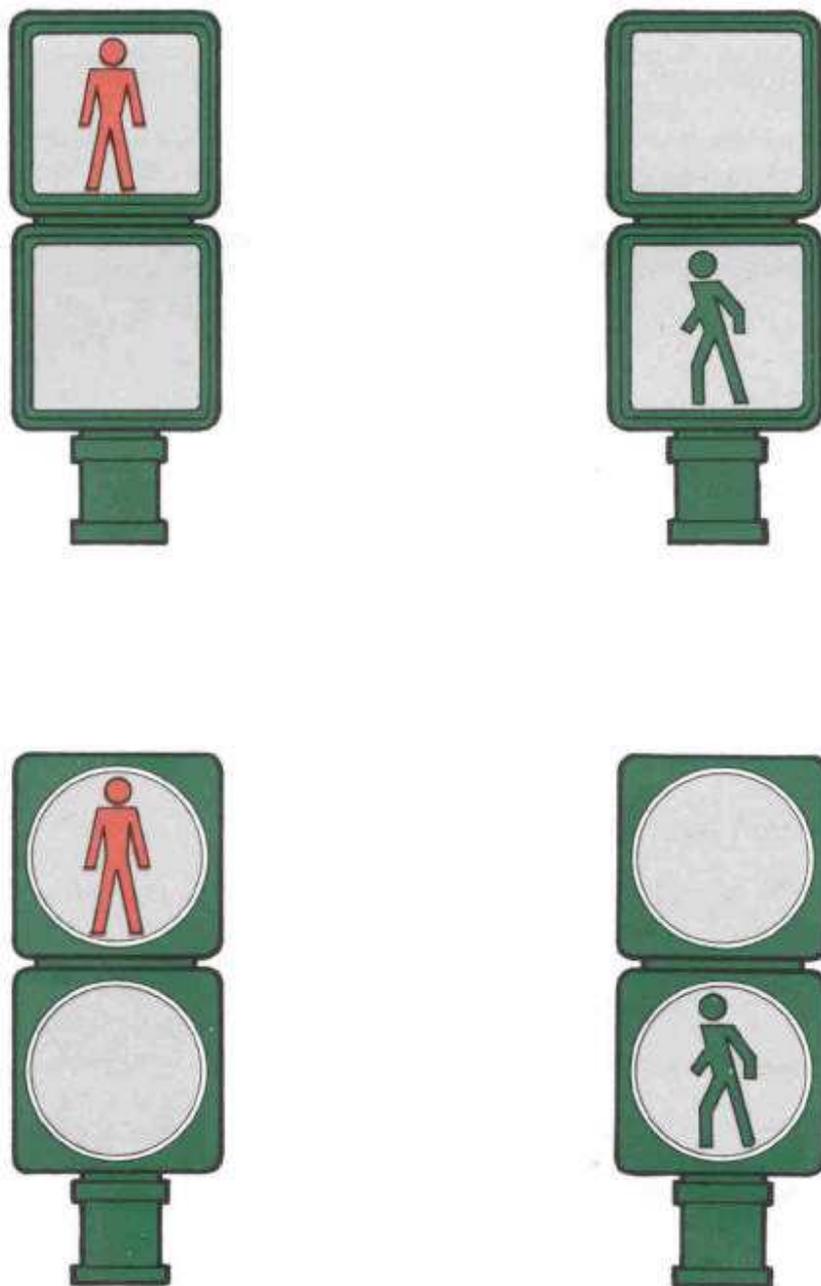
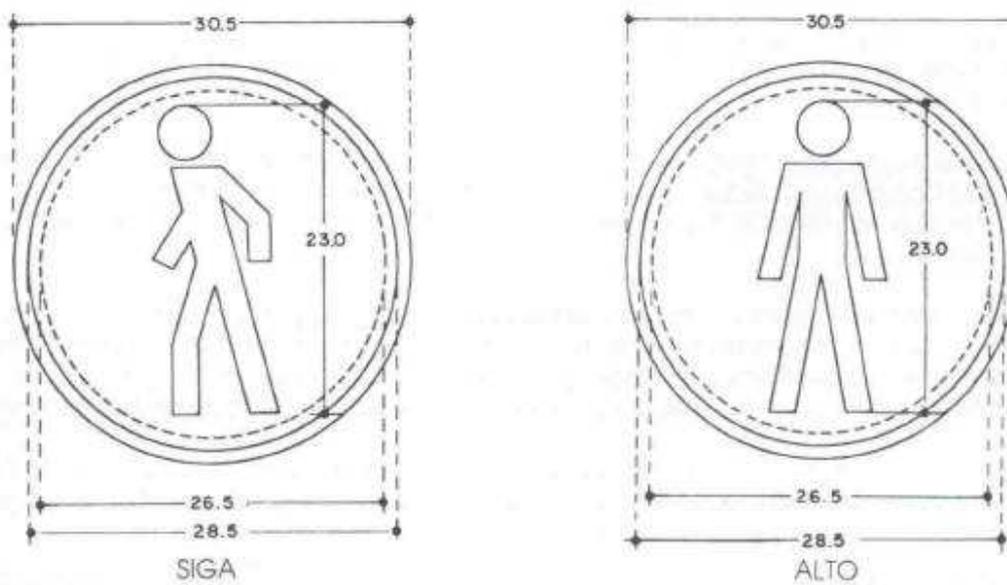
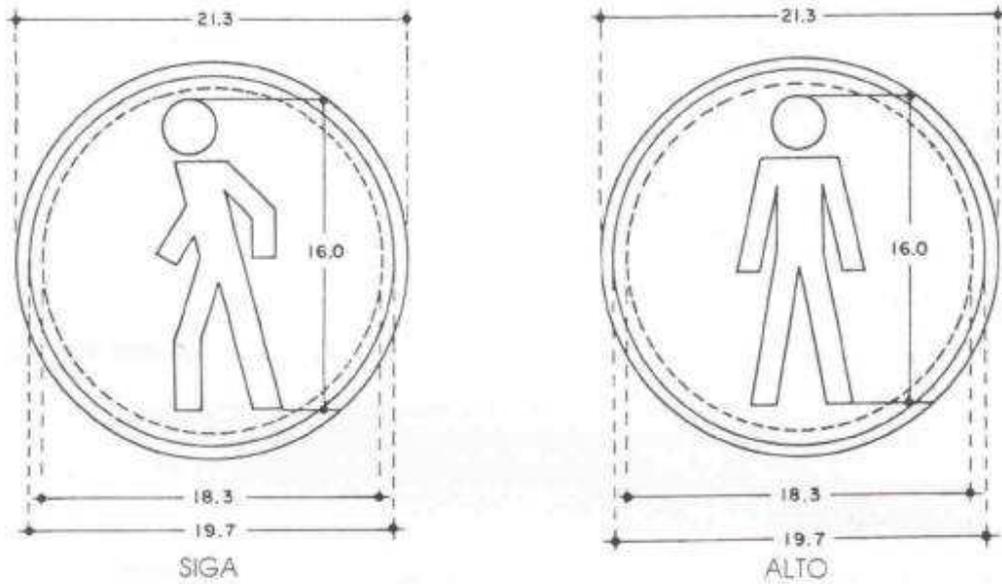


FIGURA 7.18 INSCRIPCIONES EN LENTE DE SEMAFOROS PARA PEATONES



Aptaciones en centímetros

SEM-3.2.6 Visibilidad

Las indicaciones peatonales deberán llamar la atención del transeúntes, siendo al mismo tiempo visibles, tanto en el día como en la noche, desde cualquier punto localizado a 3.00 m antes del cruce y hasta la longitud total a cruzar.

Cuando los semáforos para peatones se monten en postes junto con semáforos para control vehicular, de ser factible, las indicaciones de estos últimos no serán directamente visibles por los peatones al principio del paso de los mismos, en cambio, el semáforo para éstos deberá colocarse de manera que tenga la máxima visibilidad al inicio del cruce de los transeúntes.

SEM-3.2.7 Mecanismos de control

Las características a que deben ajustarse los mecanismos de control se definen en el inciso SEM-5.4.1.

SEM-3.2.8 Funcionamiento

Las indicaciones para peatones serán de luz fija, excepto durante el intervalo para despeje de los mismos, en el cual la indicación de PASE será de destello. Cuando los semáforos para el control del tránsito de vehículos en la intersección estén operando de 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 el control vehicular. A continuación, se describen cuatro combinaciones básicas:

- A) Fase combinada para peatones y vehículos. Es la disposición de fase de los semáforos para que los peatones puedan avanzar por ciertos pasos paralelos a la circulación de los vehículos que transitan de frente, y en la cual se permite a los mismos dar vuelta cruzando dicho pasos.
- B) Fase semi-exclusiva para peatones y vehículos. Es la disposición de fases de los semáforos según la cual, los peatones pueden proceder a usar ciertos pasos simultáneamente con circulaciones paralelas de vehículos, o con otras circulaciones en las que a los vehículos no se les permite dar vuelta cruzando los pasos de peatones mientras éstos estén cruzando.
- C) 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.
- D) 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 están detenidos.

En condiciones normales, el intervalo mínimo de PASO 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 de PASE sea igual o que exceda al tiempo total calculado para cruzar todo el ancho de la calle, ya que muchos transeúntes 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 luz verde (la velocidad del peatón se considera de 1.20 m/seg). En calles con isletas centrales de cuando menos 1.20 m de ancho, sólo se necesita dejar tiempo suficiente para despeje de peatones en una fase, de manera que puedan cruzar desde la guarnición hasta la isleta. En éste caso, si el semáforo es accionado por los peatones, se puede necesitar un detector adicional en la isleta.

SEM-3.3 SEMAFOROS EN ZONAS ESCOLARES

SEM-3.3.1 Definición

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

SEM-3.3.2 Ventajas

Cuando los semáforos en zonas escolares son diseñados adecuadamente, localizados y operados bajo condiciones que garantizan plenamente su uso, tienen las siguientes ventajas:

- A) Considerando los costos iniciales y de operación, los semáforos en zonas escolares, a lo largo de varios años, representan una importante economía comparados con la vigilancia policiaca y otros elementos similares.
- B) En el caso de que se instalen semáforos para el control del tránsito vehicular, bajo condiciones de espaciamiento adecuado, pueden ser coordinados con semáforos adyacentes para proporcionar un movimiento continuo o casi continuo del tránsito de vehículos.

SEM-3.3.3 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 en el 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:

- A) 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.
- B) No existe ningún otro semáforo dentro de un radio de 300 metros.

SEM-3.3.4 Significado de las indicaciones

SEM-3.3.4.1 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.

SEM-3.3.4.2 Aplicación de los colores

Como la función de éstos semáforos es la de prevenir al conductor de la presencia de una zona escolar, deberán funcionar con 50 ó 60 destellos por minuto, alternados entre las lentes amarillas y la lente con la inscripción. Cuando se encuentren funcionando, los conductores de vehículos deberán entrar en la zona escolar a baja velocidad y continuarán su marcha por ella con precauciones especiales. Por ningún motivo deberá utilizarse la luz amarilla fija.

SEM-3.3.5 Caras

SEM-3.3.5.1 Número

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

SEM-3.3.5.2 Ubicación

Se localizarán precisamente en el punto de cruce del movimiento peatonal y la altura se ajustará a lo indicado en el inciso SEM-2.1.4.4.

SEM-3.3.5.3 Angulo 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.

SEM-3.3.6 Lente

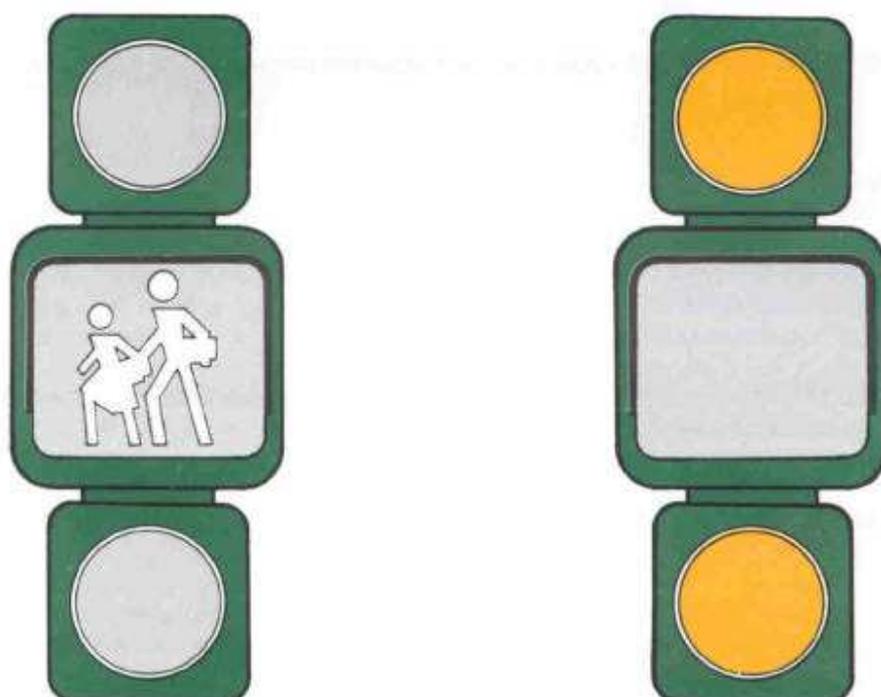
SEM-3.3.6.1 Forma

La forma de las lentes para este tipo de semáforos será una combinación de lentes circulares con una cuadrada, la cual llevará una inscripción. En la Figura 7.19 se muestra esta disposición.

SEM-3.3.6.2 Dimensiones

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

FIGURA 7.19 SEMAFOROS EN ZONAS ESCOLARES



SEM-3.3.6.3 Número y posición

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

SEM-3.3.6.4 Inscripciones

Únicamente la cara cuadrada llevará la figura de cruce de escolares, de acuerdo a la forma establecida en el inciso SP-33 de señales preventivas y su altura será de 23 cm como mínimo.

SEM-3.3.7 Visibilidad

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

SEM-3.3.8 Mecanismo de control

Las características a que deben ajustarse los mecanismos de control se definen en el inciso SEM-5.4.2.

SEM-3.3.9 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 de tránsito, deberán ser instalados bajo las siguientes condiciones:

- A) 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.
- B) En una 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 de que los automovilistas están concientes de ésta 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 períodos inhábiles de los centros escolares, estos dispositivos deberán estar fuera de operación.

SEM-4 SEMAFOROS ESPECIALES

SEM-4.1 Clasificación

- A) Semáforos de destello.
- B) Semáforos para regular el uso de carriles.
- C) Semáforos para puentes levadizos.
- D) Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia.
- E) Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes.

SEM-4.2 SEMAFOROS DE DESTELLO

SEM-4.2.1 Definición

Son aquellos que tienen una o varias lentes de color amarillo y/o rojo, que se iluminan intermitentemente.

SEM-4.2.2 Uso

Los semáforos de destello son útiles en lugares donde el tránsito o las condiciones locales, no justifican la operación de un semáforo para el control del tránsito de vehículos y sirven además, para llamar la atención de los conductores en ciertos sitios en los que existe peligro.

Por la función que desempeñan, existen distintos tipos de semáforos de destello, como son:

- A) Semáforos de destello para indicar peligro.
- B) Semáforos de destello para regular la velocidad.
- C) Semáforos de destello para intersecciones.
- D) Semáforos de destello de alto.

SEM-4.2.3 Requisitos que justifican su instalación

- A) Semáforos de destello amarillo. La instalación de este semáforo se puede justificar como un dispositivo anticipado para advertir a los conductores de condiciones especiales, en una intersección o en otro sitio donde exista algún peligro, como son:

1. Obstrucciones en el camino.
 2. Intersección importante oculta por una obstrucción o una curva pronunciada en la carretera.
 3. Alineamiento vertical u horizontal peligroso.
 4. Riesgos especiales o regulación del tránsito.
- B) Semáforos de destello rojo y amarillo. La instalación de un semáforo de destello en una intersección con luz amarilla en la calle principal y luz roja en las calles transversales, se puede justificar de acuerdo a los siguientes casos:
1. En intersecciones donde la distancia de alcance visual quede extremadamente limitada o cuando sea importante recalcar la necesidad de hacer parada en una calle y de proseguir con precaución en la otra. Este tipo de instalación es eficaz en las intersecciones donde las velocidades de acceso exceden a las velocidades de seguridad por las condiciones de la intersección y donde se requiera que los conductores extremen sus precauciones.
 2. Donde exista un gran número de accidentes susceptibles de evitarse deteniendo el tránsito o advirtiendo el peligro.

SEM-4.2.4 Semáforos de destello para indicar peligro

Un semáforo de destello para indicar peligro, está compuesto por una o más lentes circulares de color amarillo con un diámetro no menor de 20 cm. Cuando se instale con más de una lente, estas deberán destellar alternadamente. Las aplicaciones más frecuentes son:

- A) Para indicar obstrucciones que existan en o inmediatamente adyacentes a la superficie de rodamiento.
- B) Como complemento anticipado junto con señales preventivas.
- C) Para advertir el cruce de peatones a mitad de cuadra.
- D) En intersecciones donde se requiere cruzar con precaución.
- E) Como complemento de las señales restrictivas, exceptuando las de ALTO, CEDA EL PASO y PROHIBIDO SEGUIR DE FRENTE.

SEM-4.2.5 Semáforos de destello para regular la velocidad

La cara de un semáforo de destello para regular la velocidad consta de dos lentes circulares color amarillo con un diámetro no menor de 20 cm, dispuestas verticalmente, emitiendo destellos alternados.

Estos semáforos se emplearán junto con una señal que indique la velocidad, y la base de la cabeza no deberá estar a menos de 30 cm ni a más de 60 cm arriba de la parte superior de la señal. Generalmente este tipo de semáforos se utiliza en zonas escolares y cuando esté operando, señala que la velocidad marcada es la vigente.

SEM-4.2.6 Semáforos de destello para intersecciones

Un semáforo de destello para intersecciones, consiste de una o más lentes de 20 cm de diámetro como mínimo, con indicaciones en destello color amarillo o rojo dispuestas verticalmente.

Son útiles en donde el tránsito o las condiciones físicas de la intersección no justifican la operación de un semáforo convencional para el control del tránsito de vehículos, debiendo usarse el color amarillo para los accesos principales y el rojo para los secundarios. En los casos en que los índices de accidentes muestren que se trata de una intersección peligrosa, podrá usarse el color rojo para todos los accesos.

Es recomendable que en los accesos donde se aplique el destello rojo, se coloque una señal de alto como complemento del semáforo.

Cuando los semáforos usados normalmente para regular el tránsito de vehículos, sustituyen su funcionamiento normal por operaciones de destello según lo mencionado en el inciso SEM-2.2.3, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- A) Si una de las vías tiene preferencia sobre la otra, en la primera se usará el destello amarillo (PRECAUCION) y en la segunda o en las demás, destello rojo (ALTO).
- B) Cuando las velocidades de operación son diferentes, en la vía de mayor velocidad se empleará destello amarillo y en las demás aproximaciones destello rojo.
- C) Si las características de todas las vías que convergen a una intersección son semejantes en intensidades de tránsito y velocidades de acceso, el semáforo puede funcionar con destello rojo en todas las direcciones.

Las operaciones de destello de un semáforo para el control del tránsito de vehículos, se deben regular por medio de un mecanismo eléctrico complementario, independiente del mecanismo de control normal. En estos casos, el cambio de operación de destello o funcionamiento normal, se efectuará en el intervalo inicial (cuando aparece la luz verde en dirección de la calle principal) y no se permite cambiar de destello amarillo a rojo fijo, sin que antes haya un intervalo con luz amarilla fija.

El cambio de funcionamiento normal a operación de destello, deberá efectuarse durante el intervalo con luz verde en la calle principal. El cambio de operación común a la de destello rojo, se efectuará inmediatamente después del intervalo para despeje correspondiente a la calle principal.

SEM-4.2.7 Semáforos de destello de alto

Un semáforo de destello de alto, consta de una o dos lentes con indicaciones en destello color rojo. Cuando se empleen dos lentes, estas tendrán un diámetro de 20 cm; cuando se utilice una sola, ésta será de 20 ó 30 cm de diámetro. Las lentes podrán alinearse horizontal o verticalmente; para el primer caso, el destello será simultáneo y para el segundo deberá ser alternado.

SEM-4.2.8 Ubicación

El propósito específico de un semáforo de destello es lo que determina su ubicación conforme a cada tipo.

La ubicación de los SEMAFOROS DE DESTELLO PARA INDICAR PELIGRO, estará en función de la aplicación que se le dé, conforme a lo mencionado en el inciso SEM-4.2.4. Cuando se instalen para indicar una obstrucción dentro o adyacente a la superficie de rodamiento, se deberá iluminar la parte más baja o el principio de la obstrucción, o se pondrá una señal sobre o frente a la obstrucción, además del semáforo de destello.

Los SEMAFOROS DE DESTELLO PARA REGULAR LA VELOCIDAD Y DE ALTO, deberán estar ubicados en el sitio de la restricción, ya que generalmente van acompañados de la señal restrictiva correspondiente. La localización transversal y la altura de estos semáforos, se apegarán a lo establecido para la señal restrictivas, dado que siempre se colocan encima de éstas.

Un SEMAFORO DE DESTELLO PARA INTERSECCIONES, normalmente estará suspendido sobre el centro de la misma intersección, sin embargo, puede instalarse en otro lugar que se considere adecuado.

Los semáforos de destello, deberán quedar a una altura no menor de 2.50 m ni mayor de 4.50 m desde el pavimento hasta su parte inferior, cuando se instalen sobre postes o pedestales, excepto los semáforos de destello de alto y para regular la velocidad. Si se instalan suspendidos sobre el camino, la altura libre sobre el pavimento no deberá ser mayor de 6.00 m ni menor de 5.50 metros.

Para ninguno de los casos, se deben instalar semáforos de destello sobre postes o pedestales dentro del camino, a menos que se localicen dentro de una isleta.

SEM-4.2.9 Mecanismos de control

Las características a que deben ajustarse los mecanismos de control se definen en el inciso SEM-5.5.

SEM-4.2.10 Proyecto y funcionamiento

Los semáforos de destello y su instalación deben satisfacer las especificaciones generales de proyecto para semáforos convencionales de tránsito y deben llenar las condiciones esenciales siguientes:

- A) Las luces de los semáforos de destello deberán ser visibles claramente, hasta una distancia de 300 m bajo condiciones atmosféricas normales y sin obstrucciones físicas.
- B) Todos los contactos eléctricos deberán estar equipados con filtros, para eliminar las interferencias de radio.
- C) El elemento luminoso de los semáforos de destello, debe encenderse y apagarse a razón de 50 a 60 veces por minuto.
- D) El período de iluminación de cada destello no deberá ser menor que la mitad, ni mayor de dos tercios, del ciclo de destello total.
- E) Los semáforos de destello deberán operar solamente durante las horas en que exista peligro o restricción.
- F) Un semáforo de destello amarillo interconectado con un control de semáforos, puede emplearse anticipadamente con un semáforo convencional de tránsito vehicular como señal preventiva.
- G) Si la brillantez de la lente amarilla es tal que causa deslumbramiento excesivo durante la operación nocturna, se puede usar un control automático para reducir dicha brillantez en ese período.

SEM-4.3 SEMAFOROS PARA REGULAR EL USO DE CARRILES

SEM-4.3.1 Definición

Los semáforos para regular el uso de carriles, son aquellos que controlan el tránsito de vehículos en carriles individuales de una calle o carretera.

SEM-4.3.2 Uso

El uso más común de estos semáforos tiene lugar en carriles con circulación reversible cuando, debido a las variaciones del flujo del tránsito en una calle o carretera de doble circulación, se pueden utilizar ciertos carriles para el movimiento en un sentido durante unas horas del día y para el sentido opuesto durante otras. Estos dispositivos se distinguen por tener semáforos sobre cada uno de los carriles y por su forma y símbolo diferente (flecha apuntando hacia abajo y "X"), y generalmente se usan señales complementarias para explicar su finalidad y funcionamiento.

SEM-4.3.3 Requisitos que justifican su instalación

El sentido de la circulación de vehículos en un carril, sólo 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) Sobre una calle o carretera donde se desee mantener el tránsito fuera de ciertos carriles, en determinadas horas, para facilitar el acceso del tránsito de una rampa u otra vía.
- B) En una autopista, cerca de sus extremos, para indicar el final de un carril.
- C) En una autopista o puente largo, para indicar que un carril está temporalmente cerrado por un accidente, reparación, etcétera.
- D) Cuando las circulaciones en las zonas donde haya casetas de cobro, exijan invertir el sentido del tránsito para el funcionamiento eficaz.
- E) Cuando la circulación de tránsito en un sentido, a la entrada o a la 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.
- F) Cuando por ciertas condiciones transitorias de la vía, convenga aumentar el número de carriles de que normalmente se dispone en un sentido, para atender los periodos de máxima demanda del tránsito en una dirección.

SEM-4.3.4 Significado de las indicaciones

SEM-4.3.4.1 Color

El color de las lentes para este tipo de semáforos será rojo, amarillo y verde, sobre fondo oscuro.

SEM-4.3.4.2 Aplicación de los colores

- A) Flecha verde hacia abajo (fija). Los usuarios podrán circular sobre el carril donde se encuentre iluminada esta indicación.
- B) "X" amarilla (fija). Los conductores deberán prepararse a salir del carril donde se ilumine esta señal con la debida precaución, porque se iniciará un cambio de uso del mismo.
- C) "X" amarilla (en destello). Los conductores podrán usar este carril para dar vuelta izquierda con la debida precaución.
- D) "X" roja (fija). Los conductores no podrán seguir de frente, debiendo desalojar el carril inmediatamente. Esta indicación prevalecerá sobre cualquier otra.

SEM-4.3.5 Caras

SEM-4.3.5.1 Número

Estos semáforos deberán llevar dos caras en cada carril de circulación, una para cada dirección.

Cuando se instalen semáforos para el control de carriles reversibles, se recomienda que en los carriles adyacentes a los mismos, así como en los carriles más alejados, también se instale una cara en cada uno de ellos para tener uniformidad del sistema y a la vez evitar confusiones.

SEM-4.3.5.2 Ubicación

La cara se ubicará de tal manera que sea visible a los conductores que circulan por el carril correspondiente, colocándolas directamente al centro de cada carril en ambas direcciones. Se recomienda que se instalen grupos de semáforos de tal forma que el usuario siempre esté en posibilidad de ver por lo menos dos caras.

SEM-4.3.5.3 Altura

La parte inferior de la cara del semáforo deberá tener una altura libre no menor de 5.50 m ni mayor de 6.00 m medidos desde la superficie del pavimento.

SEM-4.3.5.4 Angulo de colocación

La cara del semáforo deberá colocarse en posición horizontal y normal al sentido de circulación; es conveniente darle una inclinación de 5° hacia abajo.

SEM-4.3.6 Lente

SEM-4.3.6.1 Forma

La forma de la lente de estos semáforos especiales, deberá ser cuadrada para diferenciarlos de los semáforos convencionales para el control del tránsito de vehículos.

SEM-4.3.6.2 Dimensiones

Puesto que debe tener la suficiente visibilidad para llamar la atención al conductor, la lente deberá medir 30 cm por lado, como mínimo.

SEM-4.3.6.3 Número y posición

El número de lentes de cada semáforo, dependerá del carril donde se coloquen; de esta manera, en los carriles reversibles se tendrán 3 lentes (una roja, una amarilla y una verde) y, en los carriles adyacentes a los reversibles, incluyendo los más alejados, únicamente se instalará una lente, cuyo color (rojo o verde) dependerá de la dirección del tránsito.

Cuando la cara del semáforo tenga tres lentes, la "X" ROJA deberá quedar en el lado izquierdo, la "X" AMARILLA en el centro y la FLECHA VERDE HACIA ABAJO en el lado derecho.

SEM-4.3.6.4 Inscripciones

Son los símbolos inscritos en las lentes y básicamente consisten en una flecha apuntando hacia abajo y una "X", las que deberán estar iluminadas sobre fondo oscuro.

SEM-4.3.7 Soportes

Los soportes de los semáforos para carriles con circulación reversible, serán del tipo puente, similares a los usados para las señales informativas SID-15, los cuales, debido a la disposición de los semáforos cubrirán todo el ancho de la calzada colocándose en línea recta y perpendicular al alineamiento de la calle o carretera.

Deberán construirse con la rigidez adecuada de acuerdo a su longitud, y con la esbeltez necesaria para que sobresalgan las indicaciones de los semáforos y no se preste a confusiones.

SEM-4.3.8 Visibilidad

Cada lente se iluminará independientemente. Las indicaciones de los semáforos deberán distinguirse claramente desde una distancia mínima de 400 m en condiciones atmosféricas normales.

Si el tramo que se desea controlar es de más de 400 m o si el alineamiento horizontal o vertical es curvo, así como cuando existan obstrucciones físicas o las condiciones topográficas sean desfavorables, los semáforos deberán colocarse a intervalos lo suficientemente frecuentes para que los conductores en todo tiempo puedan ver, por lo menos, una indicación y preferentemente dos (por la posibilidad de que se fundiera alguna lámpara).

La visibilidad de los semáforos para regular el uso de carril deberá ser mejor que la especificada para los semáforos convencionales de tránsito.

SEM-4.3.9 Mecanismos de control

Las características a que deben ajustarse los mecanismos de control se definen en el inciso SEM-5.6.

SEM-4.3.10 Funcionamiento

Los semáforos para el control de carriles reversibles, se deben sincronizar e interconectar a un control maestro que funcione de tal manera que impida que la indicación de FLECHA VERDE HACIA ABAJO, se encienda al mismo tiempo en ambas direcciones en el mismo carril.

Cuando se vaya a prevenir al usuario del cambio de uso de carril, deberá considerarse un período de longitud adecuada con la X AMARILLA (fija), para que los conductores que circulan por ese carril tengan el tiempo suficiente para desalojarlo; adicionalmente y como medida preventiva, se mantendrá la indicación de X ROJA en ambos sentidos durante cierto tiempo antes que aparezca la FLECHA VERDE HACIA ABAJO para el tránsito en dirección opuesta.

En vías con intersecciones reguladas por medio de semáforos convencionales, las indicaciones para regular la circulación por carriles, deberán colocarse lo suficientemente lejanas, antes y después de los semáforos convencionales, para evitar malas interpretaciones.

El tipo de control para el funcionamiento de carriles reversibles, debe permitir tanto el manejo automático, como el manual.

SEM-4.4 SEMAFOROS PARA PUENTES LEVADIZOS

SEM-4.4.1 Definición

Son aquellos que se instalan en los accesos de puentes levadizos, con el objeto de controlar el tránsito de vehículos en ese lugar.

SEM-4.4.2 Uso

La única aplicación que deberán tener estos semáforos, es controlar el movimiento vehicular en los accesos a puentes que presentan un claro levadizo, otorgando el derecho de paso o deteniendo a los conductores, ya sea que se permita o no la circulación sobre el puente.

SEM-4.4.3 Características

Los semáforos para puentes levadizos, son una aplicación especial de los semáforos convencionales y tanto el significado de las indicaciones, como las características de sus elementos físicos tales como lentes, soportes, cabeza, etc., deberán ser similares a los descritos en los semáforos para el control del tránsito de vehículos.

Debido a su función, estos semáforos se deben emplear en combinación con barreras para la seguridad de los usuarios, pudiéndose complementar con el uso de alarmas de timbre que suenen al aparecer la indicación roja, como una medida adicional de prevención. Las características de estas barreras se ajustarán a lo descrito en el inciso SEM-4.6.4.

SEM-4.4.4 Ubicación

Los semáforos deberán localizarse en los dos extremos del claro levadizo del puente. La distancia a que deberán estar colocados los semáforos será como máximo de 15 m antes de la barrera y ésta, a su vez, a no menos de 30 m antes del claro levadizo. Para asegurar la visibilidad, se instalarán dos semáforos en cada uno de los accesos. Su ubicación se debe apegar en lo posible a lo descrito en los semáforos para el control de vehículos.

SEM-4.4.5 Visibilidad

Cuando las condiciones geométricas impidan al conductor tener visibilidad continua de por lo menos una de las caras de los semáforos, aproximadamente diez segundos antes de llegar a la raya de parada, se deberá instalar un semáforo de destello amarillo anticipado o una señal de SEMAFORO PROXIMO, para advertir al tránsito de la proximidad de un semáforo.

El semáforo de destello amarillo que se utilizará para este objeto, se deberá interconectar con el control del semáforo del puente levadizo, de manera que los vehículos que pasen a la velocidad permitida frente al semáforo, cuando se enciende el destello amarillo, encuentren la indicación roja al llegar al acceso del puente levadizo.

SEM-4.4.6 Mecanismo de control

Las características a que deben ajustarse los mecanismos de control se definen en el inciso SEM-5.7.

SEM-4.4.7 Funcionamiento

Los semáforos para puentes levadizos se deberán interconectar con las barreras de protección y de ser factible, con otros semáforos en la misma calle o carretera, hasta una distancia de 150 m del puente. El semáforo deberá cambiar de verde a amarillo o a rojo, no menos de 15 segundos antes de que se cierren las barreras.

Si el puente levadizo está situado cerca de un cruce de ferrocarril a nivel y existe la posibilidad de que el tránsito sea detenido en dicho cruce, como resultado de que se eleve el puente, será necesario un semáforo adicional en los accesos cercanos a ese cruce. En este caso, se deberá tener mucho cuidado al planear el sistema de semáforos y su funcionamiento, para evitar confusión y riesgos a los conductores tanto en el puente como en el cruce del ferrocarril. Normalmente dichas instalaciones deberán estar sincronizadas.

Si la velocidad que comprende el 85% del tránsito en un acceso es mayor de 40 km/h, se deberán instalar semáforos con lentes de 30 cm de diámetro y lámparas de 150 watts.

SEM-4.5 SEMAFOROS PARA MANIOBRAS DE VEHICULOS DE EMERGENCIA

SEM-4.5.1 Definición

Son semáforos convencionales con una adaptación especial para dar prioridad de paso a los vehículos de emergencia.

SEM-4.5.2 Uso

Por tratarse de una adaptación especial de semáforos convencionales, conviene que únicamente en intersecciones cercanas a hospitales, estaciones de bomberos, estaciones de policía, etc., en las que existan semáforos, se instalen los dispositivos especiales para dar la prioridad de paso a los vehículos de emergencia.

Los semáforos para maniobras de vehículos de emergencia, también podrán emplearse en intersecciones que no cumplan los requisitos para la instalación de otro tipo de semáforos, así como en aquellos sitios en donde exista riesgo para la entrada y salida de los vehículos de emergencia a sus propias edificaciones; sin embargo, cuando se instalen bajo estas consideraciones, deberán justificarse mediante un estudio de ingeniería de tránsito.

SEM-4.5.3 Características

Con excepción a lo especificado en el inciso SEM-4.5.6, un semáforo para maniobras de vehículos de emergencia deberá cumplir con el significado de las indicaciones y con las características de los elementos físicos ya indicados en los semáforos para el control del tránsito de vehículos.

Las dimensiones de las lentes de estos semáforos de preferencia deberán ser de 30 cm de diámetro para la indicación en rojo y de 20 cm diámetro para las indicaciones en amarillo y verde.

SEM-4.5.4 Visibilidad

Si las condiciones geométricas de la vía, impiden que un semáforo a mitad de la cuadra para entrada y salida de vehículos de emergencia, sea visto por los conductores aproximadamente 10 segundos antes de llegar a éste, deberá instalarse un semáforo de destello para indicar peligro antes de este semáforo, complementado con la señal preventiva respectiva. El proyecto y ubicación del semáforo de destello deberá ser de acuerdo con lo indicado en el inciso SEM-4.2.

SEM-4.5.5 Mecanismos de control

En el inciso SEM-5.8 se definen las características a que deben ajustarse los mecanismos de control.

SEM-4.5.6 Funcionamiento

El derecho de paso de los vehículos de emergencia en los lugares donde existen semáforos, estará de acuerdo a lo indicado a continuación:

A) En intersecciones

Los semáforos para el control del tránsito podrán modificarse en lo que respecta a tiempos, secuencia o indicaciones para conceder prioridad a vehículos de emergencia; en este caso, será necesario establecer una secuencia de intervalos que permita desalojar la intersección rápidamente.

El accionamiento de los semáforos en intersecciones para dar paso a los vehículos de emergencia, deberá ser a través de un dispositivo especial instalado en la unidad de control que a su vez será accionado por medio de un detector especial, el cual podrá ser acústico o ultrasónico y obedecerá únicamente a la señal emitida por un control remoto instalado en el vehículo de emergencia.

Cuando estos semáforos se han ubicado en intersecciones que no cumplan los requisitos para la instalación de otro tipo de semáforos, deberá operar ya sea con luz de destello cuando ocurra una emergencia o en forma normal para controlar el tránsito de vehículos y peatones cuando no la haya.

Los semáforos que operen de acuerdo a lo indicado anteriormente, deberán hacerlo de tal manera que permitan a la corriente del tránsito seguir circulando. Deberán evitarse secuencias prolongadas de destello o de luz roja en todos los accesos.

B) Instalados en la entrada y salida de los edificios de los vehículos de emergencia

Cuando se instalen semáforos para maniobras de vehículos de emergencia a mitad de la cuadra será necesario ubicar por lo menos una cara para el movimiento vehicular de cada sentido de circulación. Para la salida de los vehículos de emergencia sólo se requerirá instalar una cara.

Deberán ser operados manualmente desde un punto de control de control ubicado dentro del edificio o desde un vehículo de emergencia en movimiento a través del control remoto.

Mientras no se produzca movimiento de vehículos de emergencia, el semáforo indicará luz verde o amarilla en destello para los demás vehículos.

Cuando ocurra algún movimiento de un vehículo de emergencia, deberá aparecer en el semáforo la indicación de luz roja para el tránsito que circula en la vía, esta indicación tendrá una duración que se definirá en base a un estudio de tiempo de recorrido, el cual no deberá exceder de 1.5 veces del tiempo que requiere el vehículo de emergencia para realizar el movimiento de entrada o salida.

Habrán casos en el que dos vehículos de emergencia requieran de la prioridad al mismo tiempo; para evitar que ocurra una mala indicación, el control deberá contar con un dispositivo que dé la prioridad de paso al vehículo que lo accionó primero y enseguida al otro vehículo de emergencia.

SEM-4.6 SEMAFOROS Y BARRERAS PARA INDICAR LA APROXIMACION DE TRENES

SEM-4.6.1 Definiciones

Los semáforos y barreras son aquellos que indican a los conductores de vehículos y a los peatones, la aproximación o presencia de trenes, locomotoras o carros de ferrocarril en cruces a nivel con calles o carreteras.

La barrera para cruces a nivel de ferrocarril, será un tablero trapezoidal que desciende hasta la posición horizontal y que se extiende sobre el camino o la calle en los dos sentidos, hasta una distancia suficiente que abarque la totalidad de los carriles del tránsito en el acceso al cruce, para impedir la circulación de vehículos cuando se aproxima y pasa un tren.

SEM-4.6.2 Requisitos que justifican su instalación

Los semáforos y las barreras deben instalarse en un cruce a nivel de ferrocarril con una calle o carretera, cuando un estudio de ingeniería de tránsito indique la necesidad de controlar el cruce.

SEM-4.6.3 Características de los semáforos

SEM-4.6.3.1 Color

Los semáforos para cruces a nivel de ferrocarril con caminos o calles, son de destello y se componen de dos luces rojas dispuestas horizontalmente, que se encienden y apagan en forma alternada a intervalos previamente establecidos.

SEM-4.6.3.2 Caras

Las caras de los semáforos quedarán orientadas hacia el tránsito que se aproxima al cruce con la vía del ferrocarril, de tal manera que brinde la máxima visibilidad al conductor.

Se podrá instalar más de una cara en el mismo poste con el auxilio de un soporte tipo ménsula en los siguientes casos:

- A) Cuando al acceso principal, concurren uno o más caminos adyacentes próximos al cruce del ferrocarril.
- B) Donde se necesite una mayor visibilidad de los semáforos como en caminos de varios carriles.
- C) Cuando se requiera un énfasis adicional como en carreteras de alta velocidad y carreteras con alto volumen vehicular.
- D) En lugares donde el conductor pueda distraerse fácilmente.

SEM-4.6.3.3 Lentes

Las lentes serán de forma circular con un diámetro de 30 cm. Deberán estar provistas de una pantalla color negro con un diámetro de 50 cm colocada en la parte posterior de la lente para proporcionar mayor visibilidad a la indicación; además, llevarán una visera en la parte superior.

SEM-4.6.3.4 Ubicación

Los semáforos se instalarán de manera que den la indicación debida a los vehículos que se aproximan por la calle o carretera y tendrán la forma y dimensiones indicados en la Figura 7.20.

En algunos casos, cuando se estime conveniente hacer más efectivo el semáforo por circunstancias especiales, pueden instalarse campanas eléctricas que funcionen en forma sincronizada.

A) Longitudinal

En cada acceso de la calle o carretera al cruce de la vía o vías férreas, se instalará un semáforo, excepto en calles con circulación en un solo sentido, en las que se colocará sólo en el lado del acceso vehicular. Los semáforos se colocarán preferentemente a la derecha del tránsito que se aproxima.

La distancia que mediará a lo largo de la calle o carretera, entre la parte más cercana del semáforo o la barrera en su posición horizontal y el riel más próximo, será de 3.00 m como mínimo. Dicha longitud se medirá normal al sentido de la vía del ferrocarril (Figura 7.21).

B) Lateral

Los semáforos se colocarán no menos de 60 cm fuera del camino o calle a partir de la orilla de la calzada o de la orilla exterior del acotamiento pavimentado, cuando dicho acotamiento se prolongue sobre los rieles.

SEM-4.6.3.5 Altura

La parte inferior de las lentes de los semáforos deberá quedar a una altura no menor de 2.50 m ni mayor de 3.00 m medida sobre el nivel de la orilla de la calzada de la carretera o de la banqueta, cuando se instalen en soportes tipo poste. Si quedan suspendidas sobre el camino, la altura libre no debe ser mayor de 6.00 m ni menor de 5.50 metros.

SEM-4.6.4 Características de las barreras

SEM-4.6.4.1 Forma y tamaño

Las barreras para protección del tránsito de un camino o calle en un cruce a nivel con ferrocarril serán de forma trapezoidal con la base menor de 15 cm y la mayor de 30 cm formando un ángulo de 90° con su lado superior.

Deberán ser automáticas y se equiparán con tres luces rojas sobre la parte superior del travesaño, que se iluminarán en los dos sentidos del tránsito del camino o de la calle. La luz más próxima a la punta se iluminará en forma fija y las otras dos se encenderán y apagarán alternadamente, en forma sincronizada con las luces del semáforo que indica la aproximación de trenes. Las lentes instaladas sobre la barrera tendrán un diámetro mínimo de 10 cm (Figura 7.22).

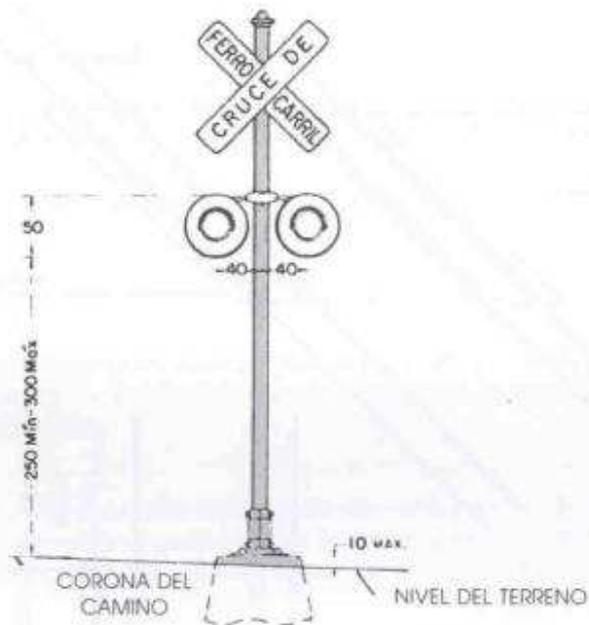
SEM-4.6.4.2 Color

La barrera se pintará con franjas diagonales de 40 cm de ancho, con colores blanco reflejante y rojo, con una inclinación de 45° descendiendo hacia la izquierda.

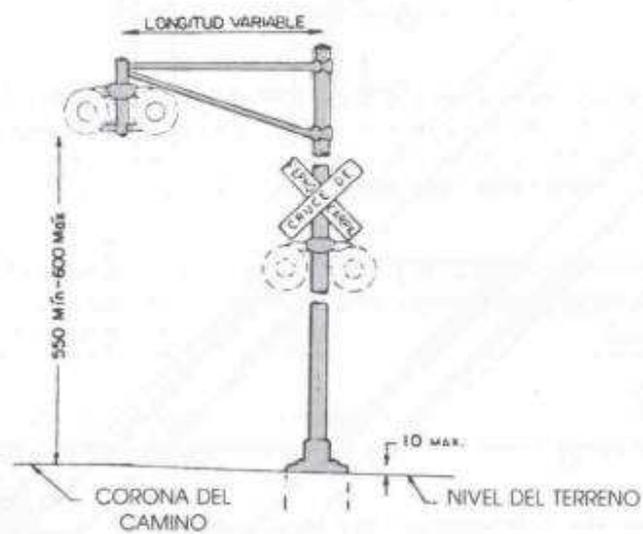
SEM-4.6.4.3 Ubicación

Una barrera automática servirá como complemento de un semáforo de destello. Las barreras deben instalarse en el mismo soporte del semáforo; sin embargo, si las condiciones lo demandan, se puede colocar sobre postes, pedestales o estructuras independientes, ubicados entre el semáforo y la vía del tren.

FIGURA 7.20 DISPOSICION DE SEMAFOROS PARA INDICAR LA APROXIMACION DE TRENES

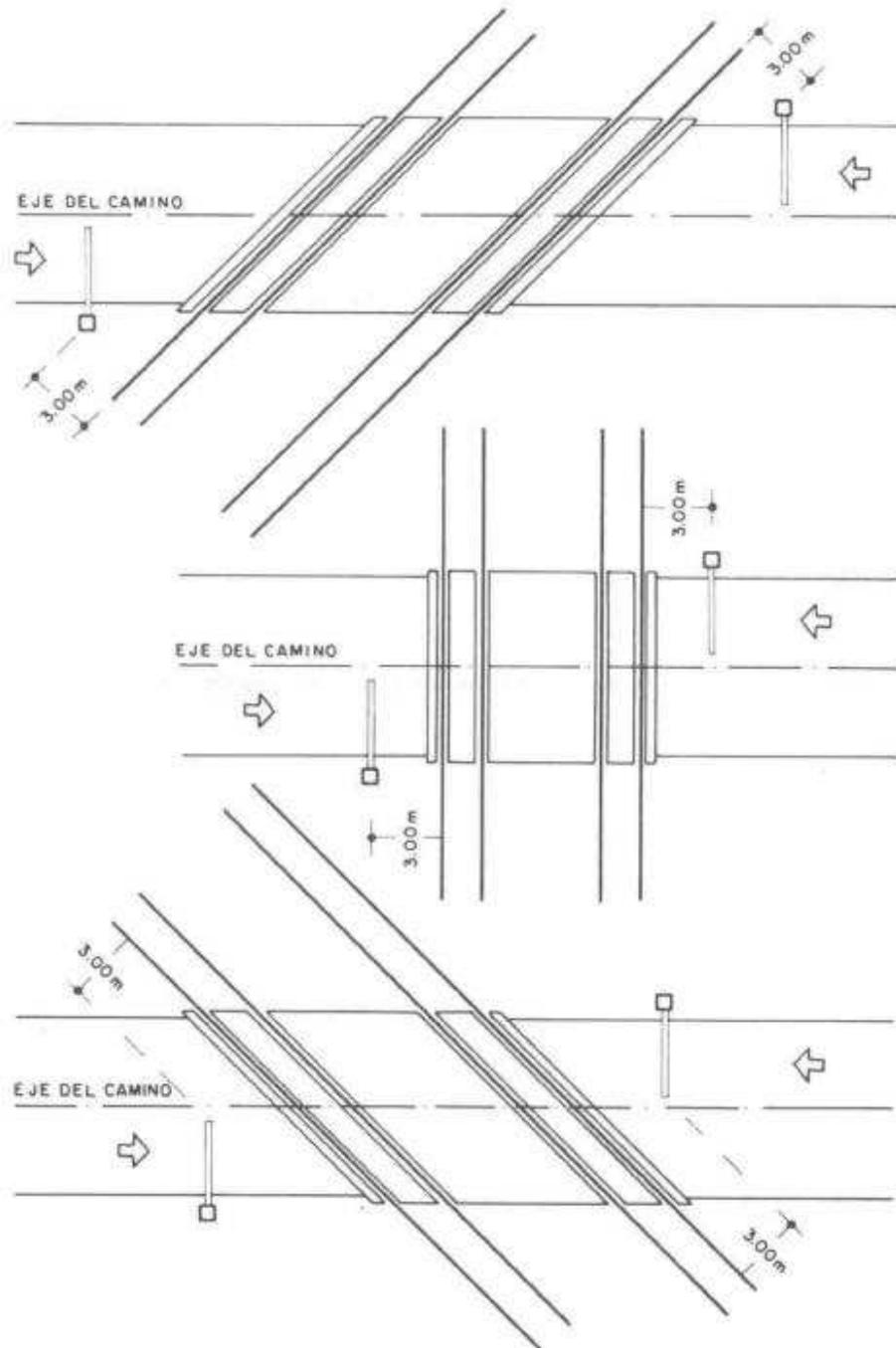


Semáforos montados en soporte tipo poste



Semáforos montados en soporte tipo ménsula

FIGURA 7.21 UBICACION LONGITUDINAL DE LOS SEMAFOROS Y BARRERAS



SEM-4.6.4.4 Altura

La parte inferior de la barrera, cuando esté en posición horizontal, quedará a una altura mínima de 1.00 m o máxima de 1.40 m sobre la corona del camino.

SEM-4.6.5 Mecanismos de control

En el inciso SEM-5.9 se definen las características a que deben ajustarse los mecanismos de control.

SEM-4.6.6 Funcionamiento

Los semáforos y los dispositivos para indicar que se aproxima un tren, se controlarán de manera que empiecen a funcionar antes de la llegada del mismo al cruce, con un lapso razonable para dar la debida protección.

Cuando los semáforos para el control del tránsito de vehículos estén ubicados en intersecciones situadas cerca de los semáforos para indicar la proximidad de trenes, se debe prestar atención especial a la sincronización de los dos sistemas.

En donde exista una intersección cercana a un cruce de ferrocarril a nivel, en el que uno de los caminos sea sensiblemente paralelo a la vía del ferrocarril, se recomienda instalar un semáforo complementario que muestre las indicaciones de no dar vuelta a la derecha o a la izquierda en el camino paralelo, cuando el ferrocarril se encuentre en el cruce.

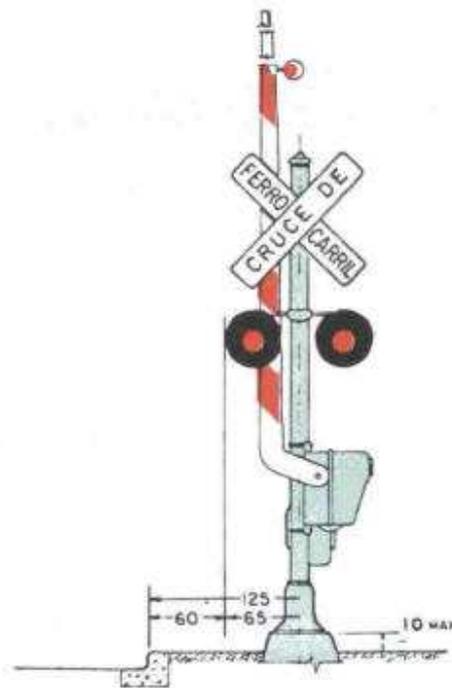
Los circuitos para la operación automática se dispondrán de manera que la barrera inicie su movimiento descendente 3 segundos como mínimo, después de que el semáforo empiece a funcionar; la barrera quedará en posición horizontal antes de la llegada del tren más rápido y permanecerá así hasta que la parte posterior del tren haya salido del cruce.

Los mecanismos se deben proyectar de manera que si la barrera, mientras se eleva o baja, golpea algún objeto, se detenga inmediatamente y al quitar la obstrucción continúe hasta la posición exigida por el mecanismo de control.

En cruces donde existan diferencias importantes entre las velocidades de los trenes, conviene instalar un control que permita ajustar los tiempos a sus velocidades de operación.

Las lámparas se iluminarán alternadamente y el número de destellos por minuto para cada una será de 35 a 45. Cada lámpara se iluminará durante aproximadamente la mitad del ciclo de operación.

FIGURA 7.22 DISPOSICION DE LAS BARRERAS PARA INDICAR LA APROXIMACION DE TRENES



Anotaciones en centímetros.

SEM-5 UNIDAD DE CONTROL

SEM-5.1 ASPECTOS GENERALES

SEM-5.1.1 Definición

La unidad de control es un conjunto de mecanismos electromecánicos o electrónicos alojados en una caja, que ordena los cambios de luces en los semáforos.

SEM-5.1.2 Características de operación

Generalmente el control de semáforos está dotado de 5 circuitos para que opere satisfactoriamente y tenga un amplio grado de flexibilidad; estos circuitos son:

- A) De secuencia de fases.
- B) De variación de ciclos e intervalos.
- C) De desfaseamiento.
- D) De apagado.
- E) De destello.

SEM-5.1.3 Mecanismos de operación

SEM-5.1.3.1 Controles para regular el tránsito de vehículos

- A) No accionados por el tránsito. Comúnmente son del tipo electromecánico y constan de tres elementos básicos que son:
 1. Dispositivo de luces. Está formado por una serie de contactos de cobre que son accionados por un árbol de levas, en el cual se programa la secuencia del encendido de luces de la intersección.
 2. Dispositivo que relaciona el árbol de levas con el reloj divisor del tiempo (cuadrante). Es un arreglo de conexiones operado por un motor que gira de acuerdo con los impulsos provenientes de los contactos del cuadrante, para cambiar las indicaciones del semáforo; cada vez que recibe un impulso, el motor opera brevemente y mueve el árbol de levas a su siguiente posición.
 3. Dispositivo de sincronización. Está integrado por el motor síncrono del cuadrante, que es el que recibe la señal de sincronización del control maestro del sistema a través del cable de interconexión a su circuito de sincronización.

Los controles electromecánicos están diseñados para operar a 110 volts C.A., 60 ciclos y capacidad de 20 amperes.

- B) Accionado por el tránsito. Generalmente son de tipo electrónico, siendo de tecnología avanzada. Sus dispositivos están formados por elementos electrónicos (diodos, triodos, triacs, transistores, etc.) que en su conjunto forman circuitos que de acuerdo a su función, se les denomina módulos.

Una unidad accionada por el tránsito se compone generalmente de tres módulos básicos.

1. Módulo de carga o poder. Es donde se localiza el transformador de carga que alimenta a todos los circuitos electrónicos.
2. Módulo de operación. Reparte los tiempos de las fases de los semáforos.
3. Módulo de control. Recibe y transmite las señales del sistema a través del cable de interconexión (computadora, control maestro y detectores).

Los controles electrónicos están diseñados para operar a 12-24 volts C. D., con voltaje de alimentación de 110-220 volts, C.A., 60 ciclos y capacidad de 20 amperes.

SEM-5.1.3.2 Controles para regular el tránsito de peatones

Pueden ser de los dos tipos, electromecánicos o electrónicos y sus características son idénticas a las ya descritas.

SEM-5.1.3.3 Otros controles

- A) Unidad de control de destello. Es del tipo electromecánico especial, consta de un motor y dos pares de contactos donde se conectan las lámparas, el número de destellos es de 50 a 60 por minuto y con períodos aproximados de 50% encendidos y 50% apagados.

El motor opera a 117 volts C.A., 60 ciclos y sus contactos tienen capacidad de 15 amperes.

- B) Unidades de control para uso de carriles, puentes levadizos, para maniobras de vehículos de emergencia y para cruce de ferrocarril a nivel. Puede ser de dos tipos, electromecánicos o electrónicos, y sus características son idénticas a las descritas anteriormente.

SEM-5.1.4 Factores que determinan la selección del tipo de control.

Los factores básicos que se deben considerar para la elección del tipo de control son los del tránsito, los económicos y las características geométricas de la intersección.

- A) Factores del tránsito. Estos se refieren a los volúmenes peatonales y a los volúmenes vehiculares por acceso y por carril, a su composición vehicular y a la variación horaria, obtenidos bajo el procedimiento establecido en el inciso SEM-2.1.2.
- B) Factores económicos. En el análisis económico para seleccionar el tipo de control, se deberán considerar el costo inicial del equipo, el costo de la instalación y los gastos de ope-

ración y mantenimiento, así como los beneficios y pérdidas económicas a conductores y peatones. También se tomarán en cuenta los accidentes. Al escoger el equipo de control de semáforos deberá preverse el funcionamiento presente y futuro.

- C) Factores físicos de la intersección. Estos comprenden la sección transversal de los accesos, las pendientes longitudinales de los mismos y las canalizaciones de la intersección. (SEM-2.1.2).

SEM-5.2 CONTROLES PARA SEMAFOROS NO ACCIONADOS POR EL TRANSITO

SEM-5.2.1 Definición

Son los que regulan a través de los semáforos, las circulaciones de vehículos y peatones de acuerdo a uno o más programas de tiempo determinados previamente.

SEM-5.2.2 Ventajas

En las intersecciones donde los volúmenes de tránsito tienen una variación constante, las ventajas del control no accionado por el tránsito son las siguientes:

- A) Facilitan la coordinación con semáforos adyacentes, con más precisión que en el caso de controles accionados por el tránsito, especialmente cuando es necesario coordinar los semáforos de varias intersecciones o de un sistema en red. Esta coordinación puede permitir una circulación progresiva y cierto grado de control de velocidades, por medio de una serie de semáforos debidamente espaciados.
- B) No depende de la circulación de vehículos que pasan por detectores, por lo que la operación de los controles no se afecta desfavorablemente debido a condiciones especiales que impidan la circulación normal frente a un detector, como en el caso de vehículos detenidos o de obras en construcción dentro de la zona de influencia del detector.
- C) Pueden ser más aceptables que los controles accionados por el tránsito, en zonas donde exista tránsito de peatones intenso y constante y el manejo de semáforos accionados manualmente por los mismos pudiera provocar confusión.
- D) En general, el costo inicial del equipo es menor que el del accionado por el tránsito y su conservación es más sencilla.

SEM-5.2.3 Características de diseño

Las características de diseño de estos controles deberán permitir el ajuste periódico a las variaciones de los volúmenes de tránsito; los parámetros básicos de control son:

- A) Ciclo. Tiempo total requerido para una secuencia completa de las indicaciones de un semáforo.

- B) Fase. Parte del ciclo correspondiente a cualquier movimiento de vehículos o combinación de movimientos simultáneos, que reciben el derecho de paso durante uno o más intervalos.
- C) Intervalo. Cualquiera de las divisiones del ciclo correspondiente a las indicaciones o colores del semáforo.
- D) Desfasamiento. Número de segundos que tarda en aparecer la indicación de luz verde en un semáforo después de un instante dado, que se toma como punto de referencia de tiempo, está expresado en por ciento del ciclo. Se usa para fines de coordinación y para referirse al tiempo necesario para despejar intersecciones complejas.

SEM-5.2.4 Selección del mecanismo de control

Cuando de acuerdo a los estudios realizados, se ha decidido instalar un semáforo no accionado por el tránsito, se elegirá necesariamente el tipo de mecanismo de control de tiempo que se deberá emplear.

Las elecciones posibles incluyen las siguientes:

- A) Control no accionado por el tránsito sin mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas.
- B) Control no accionado por el tránsito con mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas.
- C) Control que permite coordinación, para intersecciones sucesivas.

SEM-5.2.5 Control no accionado por el tránsito sin mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas

El uso de este tipo de control, se recomienda únicamente en aquellas intersecciones aisladas en donde no es posible que se presente la necesidad de sincronizarse con el de otra intersección.

SEM-5.2.6 Control no accionado por el tránsito con mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas

Este tipo de control tiene un motor de sincronización y se deberá usar en intersecciones aisladas cuando:

- A) En lo futuro sea probable que se necesite la coordinación del semáforo con otros o que éste vaya a ser supervisado por un control maestro.
- B) Sean aceptables las duraciones fijas de ciclos y de intervalos, todo el tiempo que dure la operación de control de tránsito.

En algunos casos se puede emplear un control de dos y hasta de tres carátulas, para permitir dos o tres programas de tiempo y dar flexibilidad al control para adaptarse a las variaciones de los patrones de tránsito. La elección de los programas puede efectuarse mediante el empleo de dispositivos especiales.

SEM-5.2.7 Control que permite coordinación para intersecciones sucesivas

En general, los semáforos no accionados por el tránsito dentro de un radio de 400 m que regulan las mismas circulaciones de tránsito, deben funcionar coordinadamente. A distancias mayores aún, puede resultar conveniente la coordinación de semáforos.

Hay varios tipos de controles para coordinación, uno de ellos implica el uso de motores de sincronización sin supervisión de un control maestro; otros sistemas implican la supervisión de los controles locales por medio de un control maestro, mediante interconexiones de cables o por radio. En los controles locales de estos sistemas pueden emplearse mecanismos con motores de sincronización o de inducción, o dispositivos electrónicos de tiempo.

La elección deberá basarse en:

- A) El volumen total del tránsito.
- B) Las proporciones y variaciones del tránsito en los diversos accesos de la intersección.
- C) Las variaciones de los sentidos de circulación en cada calle.
- D) La comparación de costos y beneficios probables para los usuarios.

Comúnmente los sistemas sincronizados no intercomunicados (o no supervisados por un control central), no deberán emplearse para altos volúmenes de tránsito, debido a sus limitaciones en cuanto a flexibilidad y por no tenerse la seguridad de que la coordinación deseada pueda continuar indefinidamente. Sin embargo, en algunos casos podrá obtenerse la flexibilidad en algunos lugares donde haya problemas. Los indicadores visibles de fallas de corriente, adjuntos a los controles locales, son accesorios de gran utilidad para lograr una buena coordinación.

SEM-5.3 CONTROLES PARA SEMAFOROS ACCIONADOS POR EL TRANSITO

SEM-5.3.1 Definición

Son aquellos cuya operación varía de conformidad con las demandas del tránsito que se registran en detectores de vehículos y de peatones.

SEM-5.3.2 Clasificación

Los controles accionados por el tránsito se clasifican en cuatro categorías generales que son:

- A) Controles parcialmente accionados por el tránsito.

- B) Controles totalmente accionados por el tránsito.
- C) Controles adaptables a la densidad del tránsito.
- D) Otros controles coordinados.

SEM-5.3.3 Ventajas

En las intersecciones donde los volúmenes de tránsito fluctúan considerablemente en forma irregular, y en los que las interrupciones de circulaciones deben ser mínimas en la dirección principal, se puede obtener mayor eficacia, utilizando controles accionados por el tránsito. Entre las ventajas de este tipo, pueden mencionarse las siguientes:

- A) Pueden resultar más eficientes en intersecciones donde las fluctuaciones del tránsito, no se pueden prever y programar en la forma requerida para los sistemas con controles no accionados.
- B) Pueden ser de mayor eficiencia en intersecciones donde una o más circulaciones son esporádicas y de intensidad variable.
- C) Son generalmente más eficientes en intersecciones de calles principales con calles secundarias, debido a que interrumpen la circulación en la calle principal únicamente cuando se requiere dar paso a vehículos y a peatones en la calle secundaria y restringen esas interrupciones al tiempo mínimo indispensable.
- D) Pueden dar la máxima eficiencia en las intersecciones desfavorablemente localizadas dentro de sistemas progresivos, en los que las interrupciones del tránsito en la calle principal son inconvenientes y se deben mantener al mínimo en frecuencia y duración.
- E) Proporcionan una operación continua sin demoras innecesarias en intersecciones aisladas, donde los controles no accionados por el tránsito, en ocasiones funcionan en operación de destello durante lapsos de escaso movimiento.
- F) Tienen aplicación especialmente en intersecciones donde la operación de semáforos sólo hace falta durante períodos cortos en el día.

SEM-5.3.4 Selección del tipo de control

Para cada categoría hay tipos diferentes de controles con distintas aplicaciones, existiendo además otras especiales para peatones y circulaciones en un solo sentido en tiempos determinados. La gran variedad de tipos y aplicaciones de los controles accionados por el tránsito, hacen necesario tener un conocimiento completo de todas las condiciones del propio tránsito y de la intersección, antes de seleccionar el equipo que se instale.

En algunos casos, el equipo accionado por el tránsito se ha usado con el propósito principal de controlar velocidades en intersecciones y lugares intermedios; sin embargo, no es muy efectivo para este fin.

SEM-5.3.5 Control parcialmente accionado por el tránsito

Los controles parcialmente accionados por el tránsito son aplicables principalmente en las intersecciones de arterias de alto volumen y altas velocidades, con calles secundarias de escasa circulación; razón por la que disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más accesos, pero no en todas las aproximaciones de la intersección. Los detectores se ubican sólo en los accesos secundarios.

Al operar estos controles se permite que en la calle principal normalmente se tenga indicación de luz verde, la cual cambia a la calle secundaria únicamente como resultado de la acción de los vehículos y de los peatones. En algunos casos, el intervalo de luz verde en la calle secundaria es de duración fija, lo cual no es aconsejable. En sistemas más flexibles, la duración de la indicación de luz verde en la calle secundaria es proporcional a las demandas del tránsito de la misma, previéndose un límite máximo de tiempo, más allá del cual no se puede mantener la indicación de luz verde en la calle secundaria, aunque haya alta demanda de tránsito. Al término de la fase requerida, la indicación de luz verde vuelve a la calle principal y se mantiene como mínimo, durante un intervalo previamente fijado; al terminar el intervalo mínimo, el control vuelve a quedar libre para responder a la acción del tránsito en la calle secundaria.

Los mecanismos de control parcialmente accionados por el tránsito no reciben ninguna acción del que circula en la calle principal, y por consiguiente, pueden otorgar frecuentemente el derecho de paso a la calle secundaria, en los momentos más inoportunos para la circulación de la calle principal. Por lo anterior, el empleo de controles parcialmente accionados por el tránsito está limitado a intersecciones donde la circulación de las calles secundarias sea muy escasa y a intersecciones dentro de sistemas coordinados donde se pueda lograr progresión general.

SEM-5.3.6 Control totalmente accionado por el tránsito

En los controles totalmente accionados por el tránsito, los detectores se instalan en todos los accesos de la intersección y el derecho de paso se le da a una calle como resultado de uno o más accionamientos en esa misma calle. Cuando no hay demandas del tránsito en ninguna de las calles, la indicación de luz verde normalmente permanecerá en aquella a la que se dio por último; pero cuando una de las calles tenga más tránsito que las demás podrá resultar de mayor eficacia revertir el derecho de paso a esa calle.

En el caso de accionamiento continuo en una misma calle, el derecho de paso se cederá al tránsito que espera en la calle transversal; al terminar un lapso máximo predeterminado, automáticamente regresará a la primera calle en la primera oportunidad, misma que no se puede presentar sino hasta después de terminado un período mínimo con la indicación de luz verde en la calle transversal.

La duración de la indicación de luz verde para cada calle, en condiciones normales de tránsito, fluctuará entre los valores máximo y mínimo prefijado, dependiendo de los lapsos entre accionamientos. Con el tipo más común de control totalmente accionado por el tránsito, el derecho de paso, de acuerdo con los accionamientos, será cedido inmediatamente a la calle transversal si el tiempo transcurrido entre accionamientos en la calle con indicación de luz verde excede cierto valor predeterminado y si el período mínimo para dicha calle ha expirado.

Por tanto, el derecho de paso cambiará de calle a calle, según la frecuencia de los lapsos entre el paso de vehículos sucesivos que excedan los tiempos prefijados para cada una de las calles. Cuando se presente alto volumen de tránsito, esos lapsos serán poco frecuentes y los intervalos con luz verde se extenderán a los máximos; por lo que bajo esas condiciones, la operación de controles accionados por el tránsito tiende a confundirse con la de los controles no accionados por el tránsito.

Los controles totalmente accionados por el tránsito, de cualquiera de sus tipos, se pueden emplear en operaciones de más de dos fases. Hay equipos de tres o cuatro fases y la operación de controles en esas intersecciones es similar, en principio, a la operación de dos fases; con este equipo se da la oportunidad de derecho de paso a varias fases de rotación, saltándose aquellas para las que no existe demanda. Con el uso de controles de tres y cuatro fases, es posible permitir circulaciones que no interfieran entre sí durante más de una de las fases; por lo tanto, un control de tres fases puede regular cuatro o cinco circulaciones, siempre que únicamente tres de ellas normalmente interfieran entre sí. El accionamiento por parte de los peatones se debe prever cuando sean necesarios períodos menores con indicaciones de luz verde, para establecer intervalos que permitan el cruce seguro de los mismos.

SEM-5.3.7 Control adaptable a la densidad del tránsito

Los controles adaptables a la densidad del tránsito, totalmente accionados por éste, permiten que el intervalo correspondiente a los lapsos entre el paso de vehículos sucesivos que exceden los tiempos prefijados para cada una de las calles, disminuya durante cada fase, de acuerdo con ciertos factores de las circulaciones; por tanto, la probabilidad de que el intervalo de luz verde termine y se ceda el derecho de paso a la calle transversal, aumenta proporcionalmente a la disminución del tránsito que circula con señal de luz verde, al transcurso del tiempo durante el cual se tienen vehículos detenidos con la indicación de luz roja, y al número de los mismos. Estos y otros factores hacen que el control totalmente accionado por el tránsito del tipo de densidad, sea más sensible a las demandas de circulación con amplias variaciones de intensidad.

Por medio de un sistema que usa un control maestro accionado por la circulación para supervisar los controles locales, se logra una combinación ventajosa de los sistemas de semáforos no accionados por el tránsito con sincronización progresiva flexible y de los semáforos accionados por el tránsito; para ello, se instalan detectores en lugares estratégicos del sistema progresivo para suministrar al control maestro la información del tránsito en esos puntos. El control maestro selecciona el ciclo y los desfases predeterminados para lograr el mejor equilibrio, de acuerdo con las intensidades de circulación que se presentan en ese tiempo. Los controles locales estarán conectados al control maestro, que los manejará en un momento dado, conforme al ciclo y desfase seleccionados por el control maestro.

En el sistema de control adaptable a la densidad del tránsito, el cambio de una combinación de tiempos a otra se efectúa rápidamente y con interferencia mínima para el tránsito que circula durante el cambio. Si los controles locales son parcialmente accionados por el tránsito, la duración de la fase correspondiente a la calle secundaria, dentro del ciclo seleccionado, se determina por medio de accionamientos en detectores instalados en la misma. Este sistema permite una gran flexibilidad para lograr la coordinación efectiva de circulaciones tanto en una vía como en una red de calles.

SEM-5.3.8 Otros controles coordinados

Además del control adaptable a la densidad del tránsito, existen otras aplicaciones de controles accionados por el tránsito para lograr la operación coordinada de una serie de intersecciones con semáforos, como las siguientes:

- A) Ciclo supervisor general. Se puede imponer un ciclo supervisor general sobre una serie de controles parcialmente accionados por el tránsito, mediante un control maestro de tiempo que envía impulsos a cada uno de los controles, o por medio de un control local, o por motores de sincronización en cada intersección. El ciclo general y los desfases se determinan de la misma manera que para un control no accionado por el tránsito. La función del ciclo supervisor, es asegurar que los controles parcialmente accionados por el tránsito permitan, cuando menos, el intervalo mínimo de luz verde en la calle principal en la proporción de tiempo más conveniente para mantener la circulación progresiva en ésta. Cada control parcialmente accionado por el tránsito, incrementa el intervalo de luz verde en la calle principal todo el tiempo que no lo requiera la demanda de la calle secundaria y, por lo tanto, permite la mayor fluidez posible. Una desventaja que se puede presentar es que un intervalo de luz verde tan largo, puede congestionar seriamente alguna intersección adyacente en la que las demandas del tránsito transversal sean mayores.

El tipo de operación que se acaba de describir, obviamente no tiene las mismas características relativas a la regulación de velocidades que el de un sistema progresivo y, por ende, sólo se debe emplear cuando es más importante mover el mayor volumen de tránsito con el mínimo de demoras, para controlar las velocidades.

- B) Casos especiales de sistemas progresivos de tiempo. Una aplicación más del accionamiento del tránsito en circulaciones coordinadas, se presenta en un sistema progresivo con semáforos accionados en el que el espaciado entre intersecciones en uno o más lugares del sistema es tal, que la mejor disposición de los tiempos progresivos implica una reducción en la eficiencia de sincronización. Las intersecciones complicadas en un sistema progresivo, también pueden ocasionar dificultades para fijar los tiempos. En dichos casos es posible lograr mejores resultados con controles accionados por el tránsito.
- C) Coordinación mutua. La coordinación mutua se realiza a través de dos controles parcialmente accionados por el tránsito, aislados, ubicados en intersecciones adyacentes o próximas entre sí, de tal manera que se reduzca al mínimo las paradas del tránsito en la arteria principal; esto se logra interconectando los controles de manera que haya un desfase fijo entre accionamientos en las calles transversales.

SEM-5.3.9 Ajustes de los controles accionados por el tránsito

Los controles accionados por el tránsito, deberán permitir determinados ajustes de su funcionamiento, con variaciones suficientes para tener la flexibilidad necesaria de adaptarse a fluctuaciones rápidas y amplias del tránsito de una intersección.

En los controles parcialmente accionados por el tránsito, el intervalo de luz verde normalmente corresponde a la calle principal y se cambia a la calle secundaria por acción del propio tránsito. El lapso de luz verde para la calle secundaria se podrá ajustar con duración fija o po-

drá tener la misma fracción inicial y extensiones que se detallan en el párrafo siguiente, para controles totalmente accionados por el tránsito. En la calle principal no hay accionamientos y el intervalo mínimo de luz verde se determina por medio de un ajuste correspondiente al período mínimo. Al concluir este lapso mínimo, la indicación de luz verde puede darse otra vez a la calle secundaria, en respuesta a una nueva acción en esta calle. El período mínimo de la calle principal se deberá fijar tomando en cuenta las características de los volúmenes de tránsito previsibles para dicha calle.

En los controles totalmente accionados por el tránsito, los intervalos de luz verde para todas las aproximaciones tendrán un período inicial para permitir que el tránsito detenido se ponga en movimiento, seguida por un o más extensiones de tiempo, según las demandas. En el caso de demanda continua en un acceso con demanda simultánea en la otra calle, la fase de luz verde terminará al concluir el límite de las extensiones. Al terminar cada uno de los intervalos de luz verde se deberán prever lapsos para desalojar los vehículos de la intersección. Para cada fase existirá un interruptor de regreso de fase que hará posible que la indicación de luz verde vuelva a dicha fase, cuando no haya accionamientos. Estando todos los interruptores de regreso de fase conectados, al no haber accionamientos, el control funcionará como un control no accionado por el tránsito.

Los ajustes mencionados anteriormente, deberán efectuarse con rapidez por medio de perillas, discos, etc. de calibración.

Sólo se obtiene la máxima eficacia en los equipos accionados por el tránsito, si se ajustan cuidadosamente, pues con frecuencia se necesitan afinamientos y reajustes después de su instalación.

Lo que se menciona a continuación puede servir de guía general para los ajustes de los intervalos en estos controles.

- A) Período mínimo para la calle principal. En el equipo parcialmente accionado por el tránsito, este ajuste determinará el intervalo con indicación de luz verde en la calle principal. Se deberá elegir de acuerdo con el límite de extensión en la calle secundaria de la misma manera en que se proporcionan las fases de los semáforos no accionados por el tránsito; normalmente no será menor de 20 segundos.
- B) Período inicial. Este, más una extensión de tiempo, darán el período mínimo con indicaciones de luz verde en las fases accionados por el tránsito; se concederá a uno o más vehículos que esperan cuando se indica el tiempo con indicaciones de luz verde. El período mínimo en luz verde, deberá ser suficiente para desalojar el número máximo de vehículos que se puedan almacenar entre el detector y la raya de parada. El período inicial, por lo general, no será menor de 7 segundos.
- C) Extensión de tiempo. Es el intervalo con indicación de luz verde que se concederá a cada vehículo a partir del momento en que pasa por el detector y se determinará de acuerdo con el tiempo requerido para que el vehículo más lento de los que normalmente viajan por la vía, recorra la distancia desde el detector hasta la raya de parada. Este ajuste también determinará el espaciamiento entre vehículos consecutivos que, si se excede, permitirá transferir el derecho de paso a la otra calle. Normalmente se ajustará para valores de 3 y 5 segundos.

- D) Límite de extensión. Dará fin a la fase con indicación de luz verde únicamente cuando predomine tránsito continuo y existe tránsito transversal en espera de cambio. Cuando el tránsito se vuelve muy intenso, el semáforo funcionará como semáforo no accionado por el tránsito y el límite de extensión determinará la proporción de los tiempos que se deberán conceder a cada calle y establecerá la amplitud total del ciclo.
- E) Intervalo para despeje. Se fija en un valor tal que permita al tránsito detenerse con seguridad cuando aparece la luz roja. No deberá ser menor de 3 segundos. Si las condiciones justifican un intervalo de despeje mayor de 5 segundos, se deberá subdividir en un lapso inicial con luz amarilla, de 3 a 5 segundos, más otro adicional con indicación de luz roja en todas las direcciones, por el tiempo restante.
- F) Intervalo para cruce y despeje de peatones. Se deberán fijar valores de conformidad con las recomendaciones incluidas en el inciso SEM-3.2.8.
- G) Interruptor de regreso de fase. Este dispositivo hará que el derecho de paso vuelva a la calle seleccionada, en aquellos casos en que se excede en la fase opuesta la extensión de tiempo o el límite de extensión. Se podrá emplear para asegurar la rotación del derecho de paso cuando uno o más detectores no estén funcionando.

SEM-5.3.10 Variaciones de los ajustes para controles accionados por el tránsito

En la tabla siguiente, se incluyen los límites de las variaciones de los ajustes correspondientes al funcionamiento normal de semáforos parcial y totalmente accionados por el tránsito. Los ajustes de los tiempos se deberán efectuar de acuerdo con las necesidades de la intersección y periódicamente reajustarlos de conformidad para su funcionamiento efectivo.

VARIACIONES DE LOS AJUSTES PARA CONTROLES ACCIONADOS POR EL TRANSITO

Ajustes	Variación de los Ajustes (Segundos)	
	Parcialmente accionados por el tránsito	Totalmente accionados por el tránsito
Período mínimo en la calle principal.	10 a 90	—
Fracción inicial en la calle principal.	—	2 a 30
Fracción inicial en la calle secundaria.	2 a 12	2 a 30
Extensión de tiempo en la calle principal.	—	2 a 30
Extensión de tiempo en la calle secundaria.	2 a 12	2 a 30
Extensión límite en la calle principal.	—	10 a 60
Extensión límite en la calle secundaria.	10 a 60	10 a 60
Intervalo para despeje de vehículos.	hasta 10	hasta 10
Intervalo para cruce de peatones.	5 a 35	5 a 35
Interruptores de regreso de fase.	—	Encendido Apagado

SEM-5.3.11 Ajustes de los controles adaptables a la densidad del tránsito

Debidamente instalados, ajustados y conservados, los controles de éste tipo toman en consideración un número determinado de factores variables para asignar el derecho de paso. Entre ellos figura el número de vehículos que llegan a la línea de parada, su tiempo de espera y el lapso entre el paso de vehículos consecutivos que avanzan con la indicación de luz verde. El ajuste del tiempo mínimo de luz verde se hace automáticamente, de acuerdo con el número de vehículos que se acumulan entre el detector y la línea de parada antes del intervalo de luz verde.

Los ajustes que se mencionan a continuación corresponden a controles de dos fases.

- A) Indicación mínima de luz verde, período adicional de luz verde y número de accionamientos antes de que el período mínimo de luz verde empiece a aumentar. La fracción mínima del ciclo con indicación de luz verde se fijará en un valor bajo, que corresponde a la fase más corta posible en condiciones de muy escaso tránsito. El intervalo se aumentará desde este valor mínimo, de acuerdo con la cantidad que se fijará en el mecanismo de ajuste, con intervalos adicionales de luz verde para cada uno de los vehículos que lleguen a la fase con indicación de luz roja, que exceda el valor fijado para el número de accionamientos antes de que el período mínimo de luz verde empiece a aumentar. Los tres ajustes se deberán fijar, de modo que se disponga de un tiempo suficiente con indicación de luz verde para permitir desalojar el número de vehículos que se pueden concentrar entre el detector y la raya de parada.
- B) Tiempo de recorrido entre el detector y la raya de parada. Este ajuste es similar al de extensión de tiempo citado en el inciso SEM-5.3.9, y se deberá fijar con un valor suficiente para permitir a un vehículo recorrer la distancia que exista entre el detector y la raya de parada a la velocidad de proyecto. Los accionamientos recibidos durante el tiempo de avance, inmediatamente antes de que termine la fase con luz verde, serán tratados como si se recibieran con luz roja.
- C) Intervalo permitido entre accionamientos que es afectado por el tiempo de espera de vehículos en otra fase. Este ajuste determinará el valor mínimo a que se reducirá la extensión de tiempo en la fase con luz verde y el tiempo que transcurra después del primer accionamiento en la calle transversal, antes de que se alcance dicho valor.
- D) Intervalo permitido entre accionamientos que es afectado por el número de vehículos que esperan en otra fase. Este ajuste tendrá el mismo efecto que el anterior, con la diferencia de que la extensión de tiempo no se reduce por el tiempo transcurrido, sino de acuerdo con el número de vehículos que esperan.
- E) Lapso permitido entre vehículos consecutivos y número de accionamientos por cada 10 segundos que lo afecta. Estos ajustes permitirán al control reaccionar según aumenten los lapsos entre el paso de vehículos consecutivos que avanzan con la indicación de luz verde. Estos dos valores determinarán el límite inferior al que se reducirá la extensión de tiempo para una fase y la frecuencia de accionamientos en la misma fase que dará lugar a dicha reducción.

F) Efecto de agrupamiento. Este ajuste aumentará el tiempo según el número de vehículos detenidos con luz roja y el porcentaje seleccionado de accionamientos que se reciba en la fase precedente y servirá para reducir la extensión de tiempo de la fase opuesta en luz verde más rápidamente, dando prioridad así a la primer calle durante periodos de tránsito intenso.

G) Interruptor de regreso de fase de densidad de tránsito. Difiere del que se describió en el inciso SEM-5.3.9 en que el derecho de paso volverá a la calle que se seleccione, sólo cuando el lapso entre vehículos consecutivos exceda del tiempo de recorrido del detector a la raya de parada de la fase opuesta.

Cabe señalar que los controles de más de dos fases del tipo de densidad del tránsito, tienen algunos pero no todos los ajustes antes enumerados.

SEM-5.3.12 Variaciones de los ajustes para controles adaptables a la densidad del tránsito

Todos los controles adaptables a la densidad del tránsito, están provistos de los mecanismos de ajuste especiales de los tiempos necesarios para su funcionamiento. Las variaciones de los ajustes para cada fase de un control de esta clase, para dos circulaciones se indican en la página siguiente.

SEM-5.3.13 Equipo especial de control

Los ajustes normales de los controles accionados por el tránsito, pueden no ser los más adecuados para algunas condiciones especiales; algunas veces, estas condiciones se podrán adaptar interionalmente y, en otras, se usará un control auxiliar. Algunos de estos casos son los siguientes:

- A) La necesidad de intervalos para peatones con indicación de luz verde y para despeje de la intersección, cuando se dispone de semáforos para peatones.
- B) La necesidad de un intervalo con indicación de luz roja en todas las direcciones inmediatamente después del intervalo normal con indicación para despeje, como puede ser en intersecciones o en tramos donde la circulación se restringe a un solo sentido.
- C) La conveniencia de utilizar una fase que alterne con determinadas combinaciones de accionamientos, esto puede suceder cuando se tienen circulaciones con vuelta a la izquierda, no contradictorias, durante la misma fase y cuando el resto del tránsito está detenido; sin embargo, cuando no se presenta una de estas circulaciones en vuelta, es factible permitir la circulación que pudiera estar en conflicto con la vuelta, lo que se puede lograr por medio de un control de circulación auxiliar en el sentido principal, o de relevadores especiales.
- D) La conveniencia de dejar inoperantes ciertos detectores durante algunas fases; en estos casos, al tránsito que circula de frente se le permite continuar en la fase de vuelta a la izquierda durante el ciclo correspondiente a dicha vuelta, si no hay demanda de circulación en la misma. A menos que los detectores para el tránsito de frente dejen de funcionar durante la fase de vuelta hacia la izquierda, sus accionamientos afectarán falsamente la proporción de tiempo asignada a la fase de circulación de frente.

VARIACIONES DE LOS AJUSTES PARA CONTROLES ADAPTABLES A LA DENSIDAD DEL TRANSITO

Ajustes	Variación de los ajustes.
Período mínimo de luz verde.	5 a 60 segundos.
Número de accionamiento antes de que el período mínimo de luz verde empiece a aumentar.	5 a 35 accionamientos.
Período adicional en luz verde para cada accionamiento.	1 a 20 segundos.
Tiempo de recorrido del detector a la línea de parada.	5 a 15 segundos.
Intervalo permitido entre accionamientos que es afectado por el tiempo de espera de vehículos en otra fase.	10 a 1 segundos.
Tiempo de espera que afecta al tiempo anterior.	10 a 90 segundos.
Intervalo permitido entre accionamientos que es afectado por el número de vehículos que esperan en otra fase.	10 a 1 segundos.
Número de vehículos detenidos que afecta al intervalo anterior.	10 a 75 vehículos.
Intervalo permitido entre accionamientos que es afectado por la separación entre vehículos al arrancar.	10 a 1 segundos.
Número de accionamientos que afecta el intervalo anterior por cada 10 seg.	10 a 75 accionamientos.
Efecto de agrupamiento de vehículos.	10 a 90%.
Límite en extensión.	10 a 90 segundos.
Intervalo para despeje.	Hasta 10 segundos.
Interruptor de regreso de fase.	ENCENDIDO-APAGADO.
etcétera.	

- E) Para prever interconexiones cuando un semáforo accionado por el tránsito queda dentro de un sistema progresivo de semáforos no accionados por el tránsito.
- F) Para prever características de emergencia como las que se pueden necesitar en coordinación con cruce de ferrocarril, vehículos de emergencia, etcétera.

SEM-5.3.14 Ubicación de controles

En la instalación de semáforos y controles de sistemas no accionados y accionados por el tránsito, se aplican las mismas consideraciones comunes a todos los tipos de semáforos; sin embargo, debido a que frecuentemente se efectúan ajustes de controles en el campo, será conveniente ubicar el control en un sitio con clara visibilidad de los accesos y la puerta de la unidad de control al lado opuesto de la intersección.

SEM-5.4 CONTROLES DE SEMAFOROS PARA PASOS PEATONALES

SEM-5.4.1 Controles en zonas de alto volumen peatonal

El control de las indicaciones de los semáforos para peatones, se puede efectuar con el mecanismo de tiempo que normalmente se emplea en los semáforos de vehículos, en cuyo caso, la fase o indicación para peatones se dará en un punto predeterminado durante cada ciclo; o bien, el control podrá ser accionado por los peatones a través de botones o teclas para introducir la fase o indicación, de acuerdo a las necesidades de los mismos.

Por regla general, debe evitarse la instalación de semáforos para peatones en puntos fuera de las intersecciones; sin embargo, cuando los semáforos se hacen necesarios debido a condiciones especiales, el tipo de control que se deberá emplear es el accionado por los peatones, coordinado con los semáforos adyacentes.

SEM-5.4.2 Controles en zonas escolares

El tipo de control es similar al utilizado en los semáforos de destello y su descripción se indica en el SEM-5.5.

SEM-5.5 CONTROLES PARA SEMAFOROS DE DESTELLO

Deberá usarse un dispositivo de encendido intermitente, generalmente instalado en un gabinete separado, retirado del semáforo, sólo para suministrar iluminación de destello a la lente o lentes del semáforo. Las partes que componen el control son:

- A) Unidad de destello. Generalmente es electrónica de estado sólido con capacidad de carga máxima de 10 amperes en sus circuitos de salida con un voltaje de alimentación de 115 volts, C.A., 60 ciclos.

- B) Tablero. Sirve de enlace entre la unidad de destello y las luces de los semáforos, consta de un interruptor de apagado y encendido, un portafusible para proteger la unidad de destello y una tira de terminales para conectar la alimentación y los conductores que van a las luces de los semáforos.
- C) Aditamento especial. Interruptor de llave externo, montado en la puerta del gabinete para poder encender o apagar el control sin tener que abrir el gabinete.

SEM-5.6 CONTROLES DE SEMAFOROS PARA REGULAR EL USO DE CARRILES

Los controles podrán funcionar en forma automática y manual.

El mecanismo deberá permitir que se ilumine la luz roja en ambos sentidos en los carriles donde la circulación se puede invertir. La posibilidad de una indicación errónea con luz verde en ambas direcciones en el mismo carril, deberá evitarse mediante un dispositivo que permita la luz verde en un sentido únicamente cuando el otro este en rojo.

Por la importancia que tiene el encendido de las lámparas en la seguridad, es necesario que en cada lente existan dos fuentes luminosas (lámparas), para que en caso de que se funda una, la otra entre en operación automáticamente, para lo cual deberá adicionarse un dispositivo especial.

SEM-5.7 CONTROLES DE SEMAFOROS PARA PUENTES LEVADIZOS

Los controles utilizados para este tipo de semáforos serán similares a los que se usan para los semáforos no accionados por el tránsito, equipados con un aditamento especial que permita su manejo manual.

Cuando sea necesaria la instalación de un semáforo de destello adicional anticipado o cuando se instale un semáforo para el control de los accesos a un cruce ferroviario cercano al puente levadizo, el control deberá ser del tipo no accionado por el tránsito con mecanismos de sincronización para intersecciones aisladas, equipado con el dispositivo de sincronización adecuado para que en el momento de accionar el control manualmente, los semáforos auxiliares funcionen coordinadamente.

SEM-5.8 CONTROLES DE SEMAFOROS PARA MANIOBRAS DE VEHICULOS DE EMERGENCIA

En intersecciones semaforizadas, son propiamente los controles para regular el tránsito de vehículos, pero con una adaptación tal que permite la introducción de una fase especial al mecanismo de sincronización en el caso de los no accionados o a los módulos de operación y control en el caso de los accionados, para que dé la prioridad de paso al vehículo de emergencia en el acceso a la intersección en que lo requiera. En este caso, debe tenerse un cuidado especial para establecer la secuencia de intervalos necesaria que permita desalojar la intersección, para lo cual se hará un estudio de tiempos de recorrido en las diferentes horas del día en que se presenten variaciones del tránsito.

Cuando se ubiquen semáforos para maniobras de vehículos de emergencia en intersecciones que no cumplan los requisitos para la instalación de otro tipo de semáforos, el control será del tipo no accionado por el tránsito con mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas, el que deberá estar provisto de un relevador interconectado a un control maestro que al recibir la señal del detector accionado por el vehículo de emergencia cambie su funcionamiento a destello, volviendo a su funcionamiento normal después de que haya pasado el vehículo de emergencia. Para este caso, también deberá realizarse un estudio de tiempos de recorrido para determinar el intervalo necesario que permita desalojar la intersección.

Si el semáforo para maniobras de vehículos de emergencia se ha instalado en la entrada y salida a los edificios donde prestan sus servicios, el control será del tipo no accionado por el tránsito sin mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas, que deberá contar con un aditamento especial que permita su manejo manualmente además de un relevador interconectado a un control maestro, para que los cambios en las indicaciones del semáforo se ajusten al accionamiento manual dentro del edificio o al accionamiento del detector a través del control remoto instalado en el vehículo de emergencia.

SEM-5.9 CONTROLES DE SEMAFOROS Y BARRERAS PARA INDICAR LA APROXIMACION DE TRENES

Este tipo de controles generalmente actúan automáticamente, pero también pueden ser accionados manualmente cuando los semáforos se encuentran cercanos a la estación del ferrocarril.

Las características de operación y funcionamiento de estos controles serán similares a los controles para semáforos de destello; las partes que los componen son, la unidad de destello y el tablero.

A diferencia de los controles para semáforos de destello, estos controles funcionarán cuando sean accionados por el ferrocarril a través de los detectores instalados en la vía, suspendiendo su funcionamiento cuando la parte posterior del tren haya salido del cruce.

En los cruces de la vía del ferrocarril con la carretera en zona rural, los controles generalmente tienen su fuente de energía por medio de baterías especiales que deberán reemplazarse con la frecuencia que lo requieran, evitando con ello el riesgo de que el semáforo esté fuera de funcionamiento en el instante en que se aproxime el tren.

En zona urbana, la energía para activar el control podrá ser tomada de las instalaciones eléctricas existentes en el lugar, pero deberá instalarse un transformador debido al bajo voltaje con que operan los dispositivos del control.

Si el cruce de la vía del ferrocarril con la calle se encuentra adyacentes a una intersección regulada por semáforos, los controles de ambos sistemas deberán estar sincronizados de tal forma, que cuando se aproxime el ferrocarril al cruce, las indicaciones en la intersección eviten el acceso de los vehículos a la calle que cruza la vía del ferrocarril con el fin de no ocasionar congestionamientos.

Cuando se instalen barreras, éstas deberán tener un mecanismo conectado al control para que en el momento en que comience a funcionar el semáforo se accione dicho mecanismo y la barrera inicie su movimiento descendente hasta llegar a su posición horizontal. En el instante en que la parte posterior del tren haya salido del cruce, la barrera se accionará nuevamente para que regrese a la posición vertical.

SEM-6 DETECTORES

SEM-6.1 ASPECTOS GENERALES

SEM-6.1.1 Definición

Un detector es cualquier dispositivo capaz de registrar y transmitir los cambios que se producen o los valores que se alcanzan, en una determinada característica del tránsito.

SEM-6.1.2 Uso

Los detectores normalmente forman parte integral de los semáforos accionados por el tránsito, que difieren de los no accionados en que estos últimos no necesitan unidades detectoras. Sin embargo, existen también detectores que tienen una aplicación especial como los utilizados para peatones, vehículos de emergencia y el ferrocarril.

SEM-6.1.3 Clasificación

Los detectores de uso común para semáforos accionados por el tránsito son de presión, magnéticos y de radar, existiendo otros tipos que se han usado en grado limitado como ópticos, acústicos, de rayos infrarrojos, ultrasónicos y neumáticos. Cada uno de estos tipos tienen sus ventajas y desventajas y la elección se debe hacer sólo después de haber tomado en consideración todas las condiciones geométricas y del tránsito en la intersección.

Los detectores especiales para peatones, para vehículos de emergencia y para indicar la aproximación de trenes, tienen cada uno de ellos características particulares.

SEM-6.2 DETECTORES PARA EL CONTROL DEL TRANSITO DE VEHICULOS

SEM-6.2.1 Detectores de presión

El detector de presión se instala en la calle o carretera y funciona mediante la presión ejercida por las ruedas del vehículo, se puede comparar a un interruptor eléctrico cuyo circuito se cierra por la presión de la rueda. Pueden ser accionados por vehículos que viajan con velocidades hasta de 100 km/h, pero resultan inoperantes si el vehículo se detiene sobre el detector.

SEM-6.2.2 Detectores magnéticos

Los detectores magnéticos son accionados por la alteración de un campo magnético causado por el paso de un vehículo y son de dos tipos: no compensados y compensados. Ambos sólo

registran vehículos en movimiento y en consecuencia, no se vuelven inoperantes o de operación continua cuando hay vehículos estacionados o algunos objetos fijos de metal dentro de su zona de influencia. Los dos tipos requieren de unidades auxiliares para amplificar los muy bajos voltajes que se generan en sus bobinas por el paso de los vehículos.

- A) Detectores no compensados. Tienen una zona de influencia ajustable hasta 3.00 m más allá de cada extremo del detector. Al aumentar esa distancia, la sensibilidad respecto de los vehículos que se mueven despacio, disminuye, de tal manera que a la distancia máxima de 3.00 m sólo son registrados los vehículos que viajan a más de 20 km/h. Los detectores no compensados son inapropiados en sitios donde se necesita una delimitación precisa, o que estén sujetos a influencias externas electromagnéticas, como las que causan tranvías, trolebuses y líneas de energía eléctrica.
- B) Detectores compensados. Los detectores de este tipo tienen dos circuitos magnéticos y están proyectados de manera que su funcionamiento no resulte afectado por influencias extrañas electromagnéticas. Están contruidos para instalarse en el pavimento y se caracterizan por estar bien definida su zona de influencia, la que generalmente se extiende únicamente 15 cm más allá de cada extremo del detector. Los buenos detectores de este tipo alcanzan un alto grado de sensibilidad para registrar los sentidos de circulación y, por tanto, podrán usarse eficazmente en calles angostas.

SEM-6.2.3 Detectores de radar

El detector de radar está proyectado para ser instalado sobre la calle o carretera y es accionado por el paso de un vehículo al través del campo de energía de microondas que emite. Tiene capacidad limitada para registrar los sentidos de circulación y responde sólo a vehículos que se mueven a más de 3 km/h. No lo afectan los vehículos estacionados ni las influencias electromagnéticas comunes. Cada detector incluye su unidad amplificadora. Tienen una zona ajustable de influencia transversal que varía desde 2.75 m hasta 10.50 m, a la altura normal de instalación.

SEM-6.2.4 Ubicación de detectores de vehículos para controles diferentes a los adaptables a la densidad del tránsito

SEM-6.2.4.1 Ubicación longitudinal

La ubicación de los detectores de vehículos, respecto de la raya de parada, se deberá determinar después de efectuar un estudio cuidadoso, tomando en consideración todos los factores que intervienen, inclusive tipo y características de funcionamiento del control, velocidades de acceso de los vehículos, pendientes y anchura de la calle o carretera, visibilidad, entradas de vehículos y carriles exclusivos en las vueltas. Para equipo de control parcial y totalmente accionado por el tránsito, se podrá usar la siguiente tabla como guía.

Si la intersección tiene un acceso canalizado y carriles especiales para vueltas, algunos de los espaciamientos de los detectores a veces tendrán que ser relativamente cortos; debido a las limitaciones impuestas por la longitud de los carriles para las vueltas, por las velocidades menores en ellos y por la necesidad de evitar accionamientos falsos.

**UBICACION DE DETECTORES PARA EQUIPO DE CONTROL PARCIAL Y
TOTALMENTE ACCIONADO POR EL TRANSITO**

Velocidad que comprende el 85% del tránsito en el acceso (km/h)	Distancia a la raya de parada* m	Período inicial mínimo aproximado seg	Extensión de tiempo mínimo aproximado ** seg
Menor de 32	34	11	4
32 a 48	43	15	4
49 a 64	52	18	4
Mayor de 64	64 o mayor	23	4

*Distancias para accesos de uno y de dos carriles a nivel. Para anchuras mayores y con visibilidad no restringida, las distancias se pueden aumentar del 10 al 15%.

**La suma del período inicial más una extensión de tiempo, es el período mínimo con indicación de luz verde.

Las dos últimas columnas de la tabla, indican el tiempo mínimo a que se debe fijar el disco de control para diversas distancias entre el detector y la raya de parada. Estos períodos mínimos sirven para que los vehículos que accionan el detector, reciban la indicación de luz verde hasta el límite máximo para el intervalo de luz verde en el acceso correspondiente. Un espaciamiento corto entre el detector y la línea de parada permitirá usar valores menores con reacciones más rápidas del control. Un espaciamiento mayor, por otra parte, le permitirá al control reaccionar con respecto de un vehículo más distante y a veces evitar una parada innecesaria mediante un período adicional de luz verde o una extensión del período normal, antes de que el vehículo llegue a la raya de parada.

Si existen entradas de vehículos a predios comerciales cerca de un detector, a veces resulta conveniente apartarse un poco de las distancias dadas por la tabla. Sin embargo, si la entrada está relativamente cerca de la raya de parada, conviene instalar un detector especial por el que tengan que pasar los vehículos que salen del predio. Este deberá ser un detector de advertencia que funcione únicamente cuando hay luz roja. Este arreglo permitirá al control funcionar normalmente con el detector de advertencia y a la vez asegurar que el tránsito de la salida comercial pueda pedir el derecho de paso cuando no haya otra circulación.

SEM-6.2.4.2 Ubicación transversal

Los detectores de presión y los magnéticos compensados, se deberán colocar transversalmente en la calle o carretera de manera que una o más ruedas de todos los vehículos que se aproximan a la intersección pasen sobre ellos. Los primeros se colocarán al ras del pavimento, mientras que los segundos se instalarán en ductos bajo la superficie de rodamiento a una profundidad que variará entre 15 y 30 centímetros.

El detector de presión más cercano al eje del camino, se deberá localizar con un extremo aproximadamente a 90 cm del eje. En accesos con varios carriles o en vías de un solo sentido por lo general, será necesario colocar un detector en cada carril con una distancia libre entre detectores no mayor de 1.20 m. Debe hacerse notar que los controles adaptables a la densidad del tránsito, en algunos casos podrán funcionar eficazmente por medio de detectores instalados únicamente en el carril que se seleccione de cada acceso (Figura 7.23).

La ubicación de un detector magnético compensado, será aproximadamente la misma que la del detector de presión; pero se deberá tomar en cuenta que la sensibilidad del primero se extiende alrededor de 15 cm por fuera de cada extremo.

El detector magnético no compensado, cuando se ajusta para su mayor alcance, no tiene un punto bien definido hasta el cual se extiende su sensibilidad, a menos que se necesite un alcance muy amplio; la ubicación recomendable es de 15 a 30 cm, debajo del pavimento, en la línea por la que normalmente viajan las ruedas derechas del vehículo. Este tipo de detector es inapropiado para registrar vehículos en un solo carril.

El detector de radar se podrá instalar a la altura correspondiente al gálibo mínimo permitido, generalmente de 5.00 m, hasta un máximo de 5.50 m. Mientras más precisión se requiera, menor deberá ser la altura.

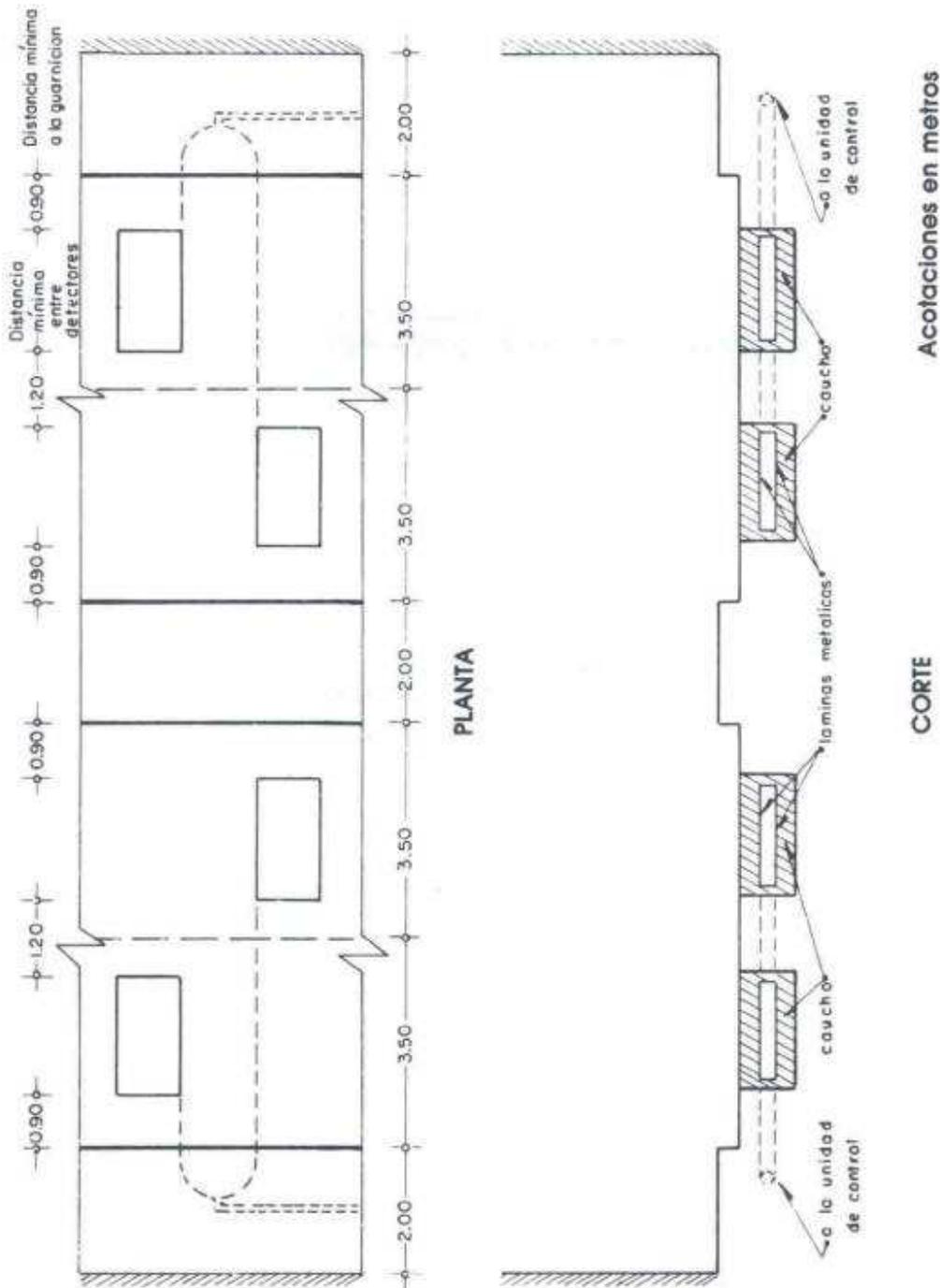
SEM-6.2.5 Ubicación de detectores de vehículos para controles adaptables a la densidad del tránsito

En los controles de densidad de tránsito será indispensable dejar distancias relativamente grandes entre el detector y la raya de parada, puesto que en ese tipo de control, gran parte de su eficacia depende de su capacidad para recibir la información del tránsito que se aproxima, con la mayor anticipación posible. Para las condiciones normales, las distancias que aparecen en la siguiente tabla han resultado satisfactorias. Si se necesita una mayor separación de grupos de vehículos, los espaciamientos podrán aumentarse en un 20%.

UBICACION DE DETECTORES PARA CONTROLES DE DENSIDAD DE TRANSITO

Velocidad que comprende el 85% del tránsito en el acceso km/h	Distancia a la raya de parada m
32 a 48	73
49 a 64	82
65 a 80	96
Mayor de 80	114 o mayor

FIGURA 7.23 UBICACION TRANSVERSAL DE LOS DETECTORES DE PRESION



SEM-6.3 DETECTORES DE PEATONES

Además de los detectores para registrar la demanda de vehículos que se aproximan a una intersección, es necesario en muchos casos, disponer de un medio para registrar la demanda del tránsito de los peatones. Para este propósito se usarán botones o teclas para ser accionados por los peatones.

SEM-6.3.1 Ubicación de detectores de peatones

Los detectores de peatones se deben instalar sobre postes, localizados cerca de cada extremo del cruce a una altura sobre la banqueta de 1.00 a 1.20 m. Señales permanentes explicando su propósito y uso se deberán colocar por encima de o junto con los detectores. Cuando dos cruces de peatones orientados en diferentes sentidos terminan cerca del mismo lugar, la ubicación de las teclas o botones indicará con claridad a cuál de los cruces corresponde. Las teclas para usos especiales que deben manejar exclusivamente personas autorizadas, se cerrarán bajo llave, para impedir que sean accionados por el público, no necesitándose en este caso las señales complementarias.

SEM-6.4 DETECTORES PARA VEHICULOS DE EMERGENCIA

Estos detectores deberán ser especialmente diseñados, para que únicamente respondan al accionamiento de los vehículos de emergencia a través de un control remoto instalado en estos vehículos.

Por tratarse de detectores especiales, los tipos que pueden adaptarse a las necesidades de los vehículos de emergencia, serán aquellos que actúan con ondas de radio equipados con un receptor de alta frecuencia y un condensador de frecuencia fija preestablecida, con un dispositivo que convierta la señal emitida desde el vehículo de emergencia, en pulsaciones eléctricas y las transmita a la unidad de control. Será necesario que el equipo que se instale contenga el filtro o filtros necesarios para evitar interferencias.

El control remoto que se instale en los vehículos de emergencia será un aparato emisor de alta frecuencia capaz de transmitir ondas de radio con una frecuencia fija preestablecida que con el solo accionar de un botón transmita dichas ondas.

La distancia con respecto a la intersección a la que deberán quedar instalados los detectores, se determinará de acuerdo a los resultados del estudio de tiempos de recorrido. Quedarán debidamente protegidos de las diferentes condiciones climáticas así como del vandalismo.

SEM-6.5 DETECTORES PARA INDICAR LA APROXIMACION DE TRENES

Generalmente son del tipo magnético, accionados por el ferrocarril. Su diseño dependerá de las condiciones físicas de cada lugar, así como de las correspondientes de operación, debiendo preverse que su instalación se realice de tal forma que inicie el funcionamiento de los semáforos antes de la llegada del ferrocarril al cruce con la calle o carretera. En donde existan diferencias importantes entre las velocidades de los trenes, el detector se ubicará de manera que permita ajustar los tiempos a sus velocidades de operación.

SEM-7 INSTALACION DE SEMAFOROS

Después de efectuados los estudios necesarios de ingeniería de tránsito que determinaron la justificación de la instalación de semáforos y de acuerdo al proyecto elaborado, se procederá a realizar la obra civil e instalación eléctrica necesarias para el buen funcionamiento de los mismos.

SEM-7.1 OBRA CIVIL

En base a las características geométricas de cada intersección se realizará la obra civil en forma de "U", para que haya comunicación de cada semáforo a su unidad de control local a través de bases, ductos y registros. Para lograr lo anterior, la obra consistirá en:

- A) Excavación de cepas.
- B) Tendido de ductos.
- C) Elaboración de registros.
- D) Elaboración de bases.

SEM-7.1.1 Excavación de cepas

Las especificaciones de excavación de acuerdo al ducto que se coloque aparecen en la Tabla 7.A y Figura 7.24.

SEM-7.1.2 Tendido de ductos

- A) Los ductos de concreto serán de 10 cm de diámetro y llevarán un revestimiento interior asfáltico de 2 mm como mínimo.
- B) Los ductos no deberán ser discontinuos ni estar estrellados, rotos ni obstruidos.
- C) Las juntas de los ductos deberán ser herméticas, selladas con mortero de cemento y arena en una proporción de 1:4 y en el caso de ductos de P.V.C., o Negro cédula 40, deberán ser ahogados en concreto de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.
- D) En los ductos se dejará una guía de fierro galvanizado AWG-12 con reserva de 50 cm en los registros.
- E) Los ductos que cruzan la calzada serán dobles y cuando en el terreno se encuentran obstáculos como son losas de concreto o roca fija, la profundidad para alojar los ductos podrá variarse siempre y cuando no sea menor de 70 cm del nivel del pavimento (Figura 7.25).

TABLA 7.A ESPECIFICACIONES DE EXCAVACION PARA CEPAS

TIPO DE TUBO \ NUMERO DE VIAS	1		2		4	
	BANQ m	CALZADA m	BANQ m	CALZADA m	BANQ m	CALZADA
CONCRETO	0.60 x 0.50	0.60 x 1.10	0.60 x 0.50	0.60 x 1.10	0.60 x 0.75	0.60 x 1.30
P V C	0.30 x 0.40	_____	0.30 x 0.40	_____	0.40 x 0.55	_____
NEGRO Ced. 40	_____	0.30 x 0.40	_____	0.30 x 0.40	_____	0.40 x 0.55

SEM-7.1.3 Registros

- A) Los registros se colocarán a cada 30 m como máximo y se usarán también en los cambios de dirección del ducto (Figura 7.26).
- B) Las uniones del ducto con los registros, deberán ser emboquilladas con cemento, dándoles un acabado pulido corriente.
- C) Registro sencillo. Será una caja rectangular de 80 x 60 cm de base y una altura de 63 cm, de concreto armado con varilla de 9.5 mm (3/8"). Tendrá una tapa del mismo material con dimensiones de 78 x 58 cm (Figura 7.27).
- D) Los registros dobles de paso, se formarán con dos registros sencillos, uno con marco y el otro sin marco (Figura 7.27).

SEM-7.1.4 Bases

Las características de construcción de las bases de concreto para los postes de semáforos y de la unidad de control, se detallan en la Figura 7.28.

SEM-7.1.5 Recomendaciones de construcción

- A) Para acelerar la excavación de zanjas, principalmente cuando haya concreto hidráulico, se recomienda utilizar sierras circulares especiales.
- B) Para no afectar la circulación de los vehículos cuando la obra se realice sobre la calzada, es conveniente que ésta se lleve a cabo por carril y de preferencia por la noche, con la instalación de los señalamientos necesarios para lograr una buena protección.
- C) La ubicación del control local se deberá definir en el sitio para su debida protección, verificando que se encuentre cerca de la acometida de la Comisión Federal de Electricidad.

FIGURA 7.24 CANALIZACION DE DUCTOS

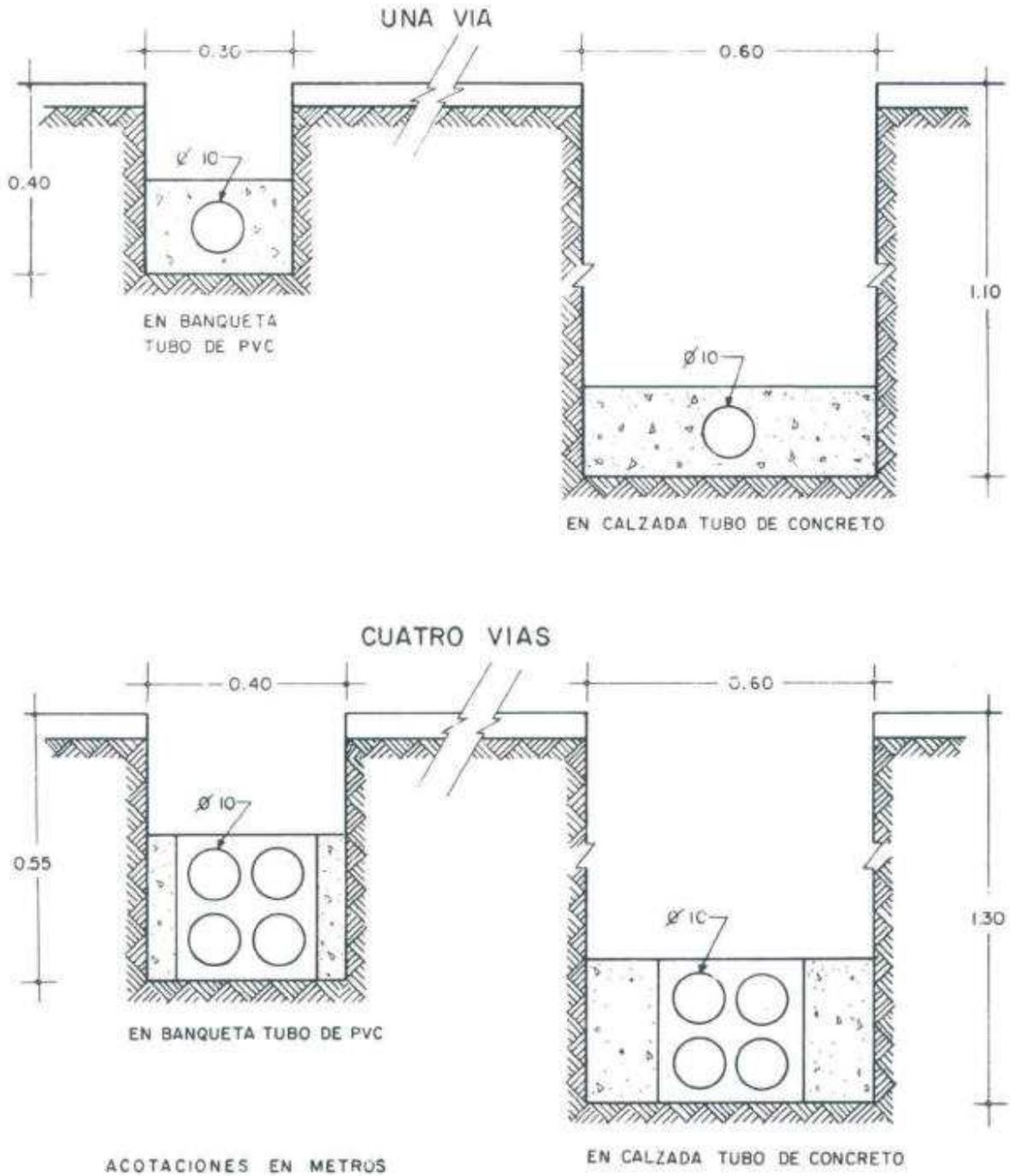


FIGURA 7.25 DUCTOS Y REGISTROS

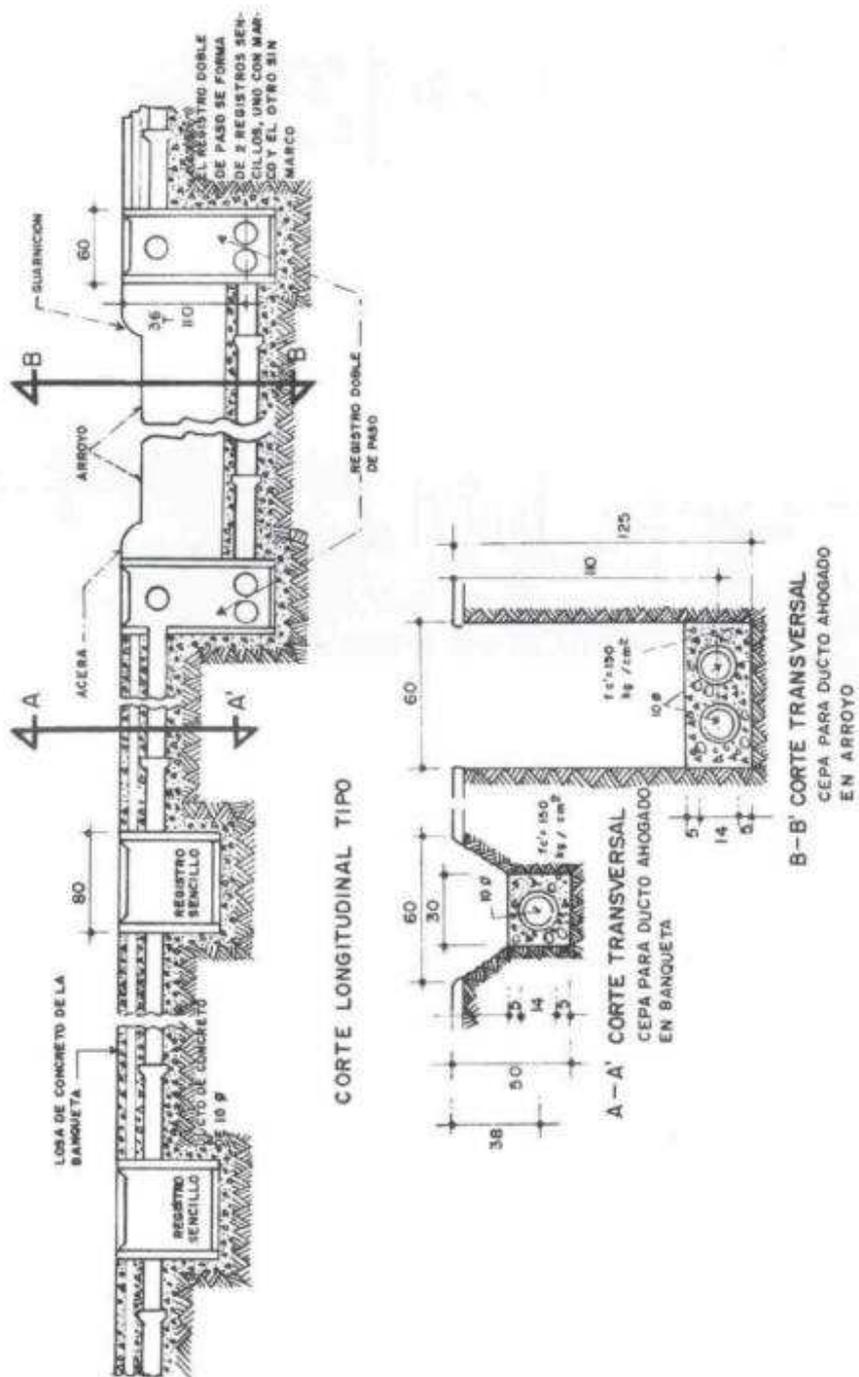
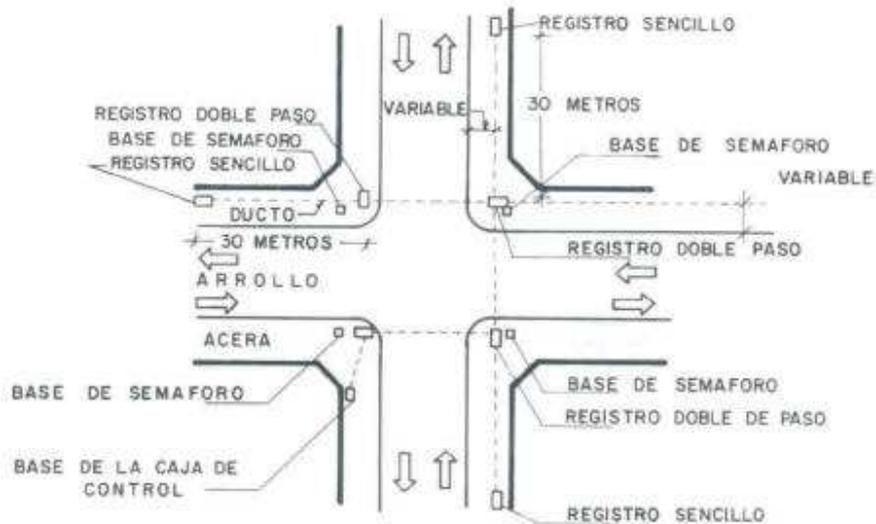
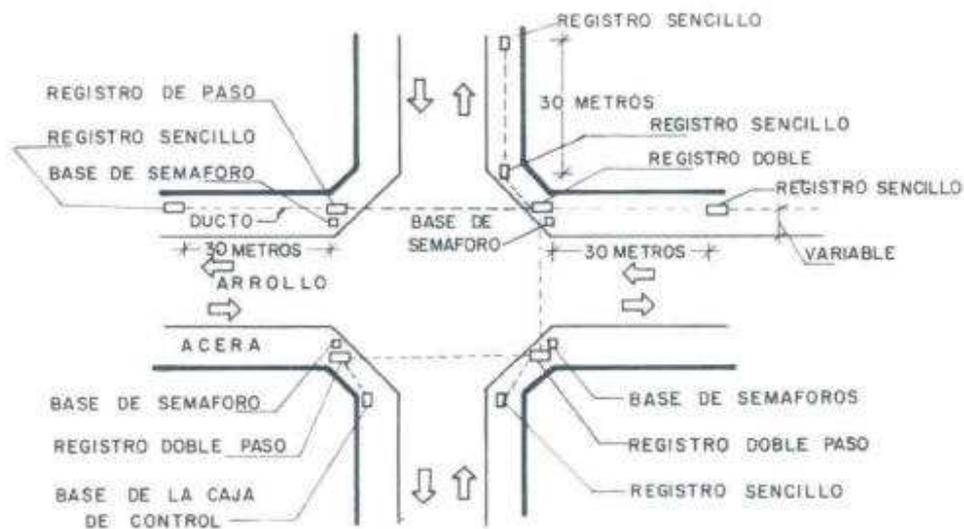


FIGURA 7.26 PROYECTO DE SEMAFOROS OBRA CIVIL



PLANTA DE UNA INTERSECCION DE
ESQUINAS CIRCULARES



PLANTA DE UNA INTERSECCION
DE ESQUINAS EN PANCOUPE

FIGURA 7.27 REGISTROS

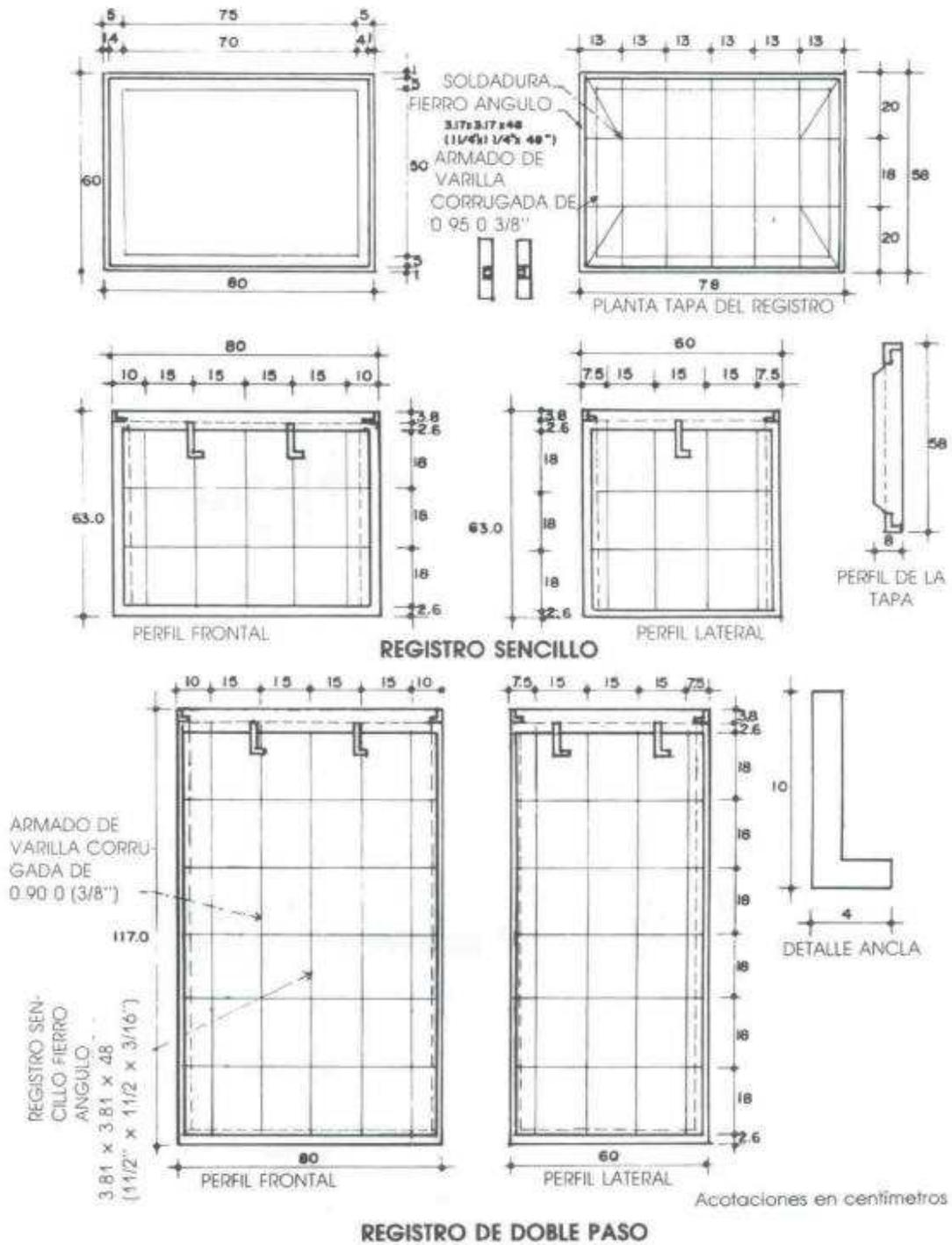
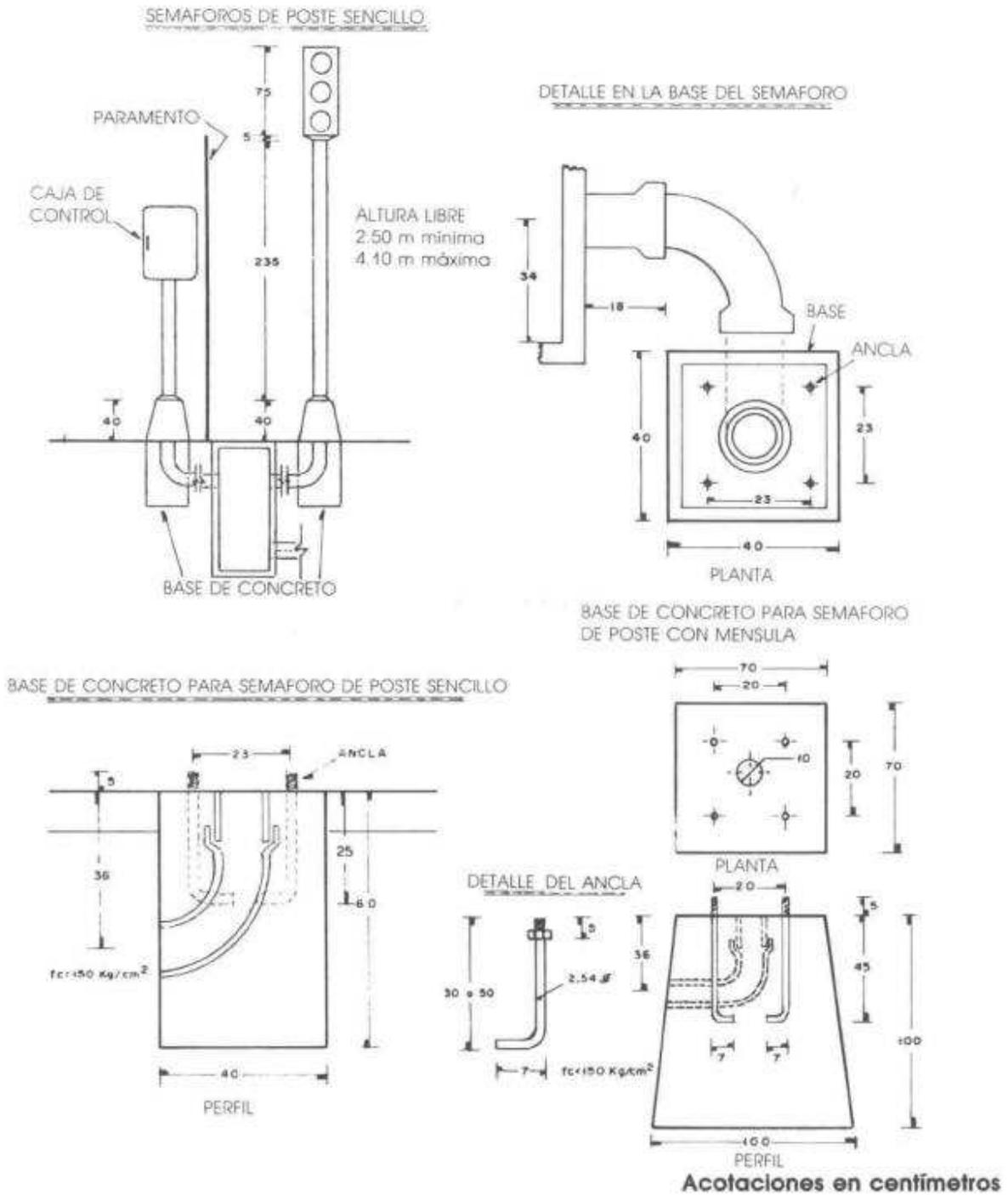


FIGURA 7.28 BASES PARA SEMAFOROS



SEM-7.2 INSTALACION ELECTRICA

Cuando la obra civil tenga como mínimo un 70% de avance se deberá iniciar la instalación eléctrica, que consistirá en:

- A) Cableado de la unidad de control a los semáforos.
- B) Montaje del equipo.
- C) Alambrado de la unidad de control y de los semáforos.
- D) Conexiones a la acometida de la Comisión Federal de Electricidad.
- E) Pruebas finales.

SEM-7.2.1 Cableado de la unidad de control a los semáforos

Se desarrollará conforme al proyecto del cableado elaborado previamente.

Consiste en introducir en los ductos, a través de los registros, el cable de luces aprovechando la guía de fierro galvanizado que se encuentra dentro de los mismos para este fin. En cada registro se deberá dejar una reserva de 1.5 m de cable, para que en caso de falla se puedan realizar los empalmes correspondientes (Figuras 7.29 y 7.30).

Deberá utilizarse cable de fabricación especial para el sistema de semáforos de 5, 7 y 9 conductores de cobre sólido de calibre No. 14 tipo AWG, aislados cada uno con una cubierta de polietileno de diferentes colores para operar en baja tensión (600 volts de C.A. en forma continua). El cable deberá tener una cubierta protectora de P.V.C.

Para el cableado de los semáforos será necesario cumplir con las siguientes indicaciones:

- A) Para alimentar un semáforo de tres luces, se deberá utilizar un cable de cinco conductores.
- B) Para alimentar un semáforo de cuatro luces, se deberá utilizar un cable de siete conductores para tener reserva.
- C) Para alimentar un semáforo de tres luces y otro de dos luces en un mismo poste, se podrá utilizar un cable de nueve conductores.
- D) Para alimentar tres semáforos de tres luces cada uno en un mismo poste, se podrán utilizar tres cables de cinco conductores cada uno o bien un cable de cinco conductores y otro de siete.

SEM-7.2.2 Montaje del equipo

Consistirá en unir entre sí todas las partes que forman el semáforo (bases, postes, cabezas, etc.) y la unidad de control; se realizará conforme a las especificaciones del equipo.

FIGURA 7.29 CONEXION DEL CABLE DE LUCES AL TABLERO DE CONTROL

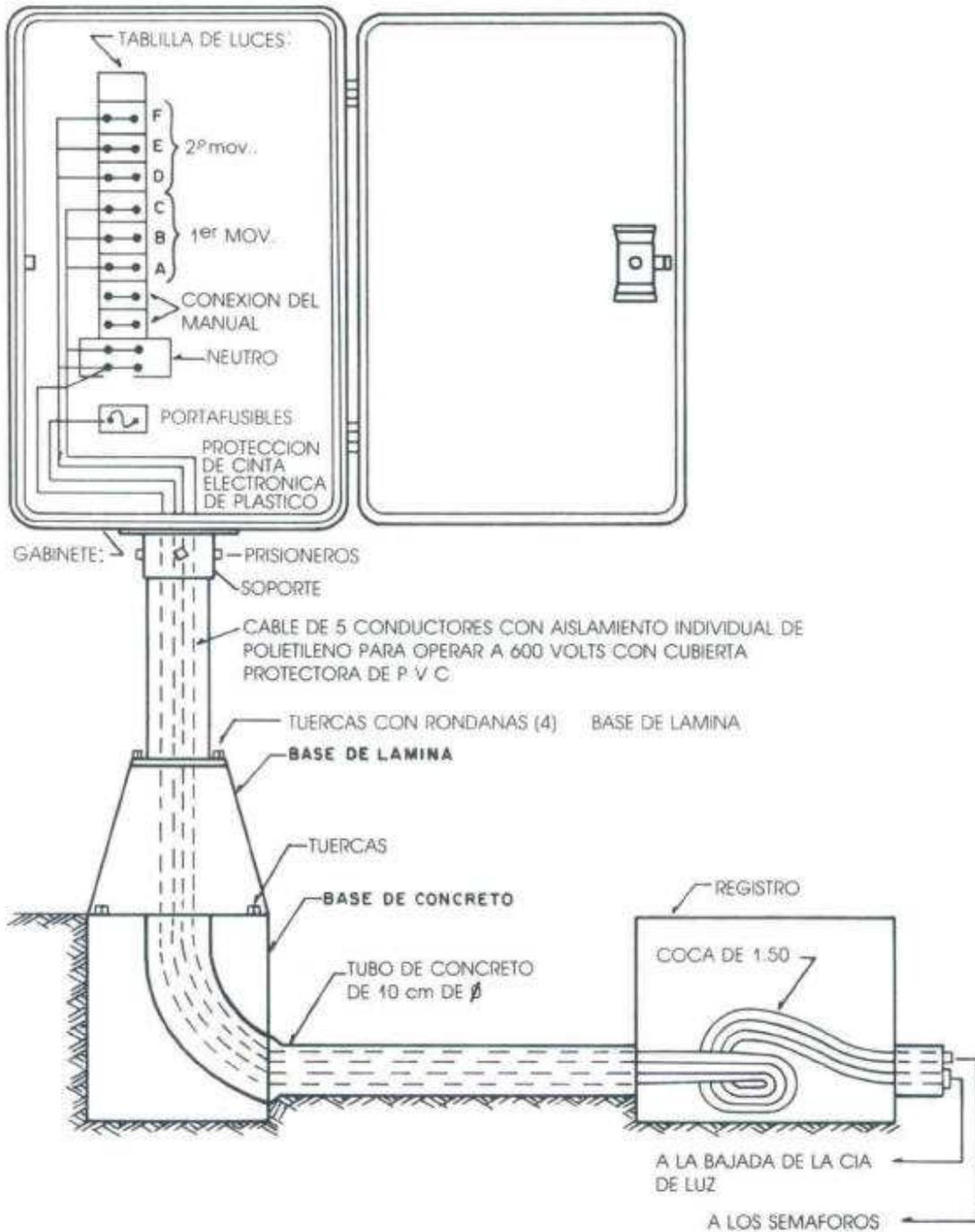
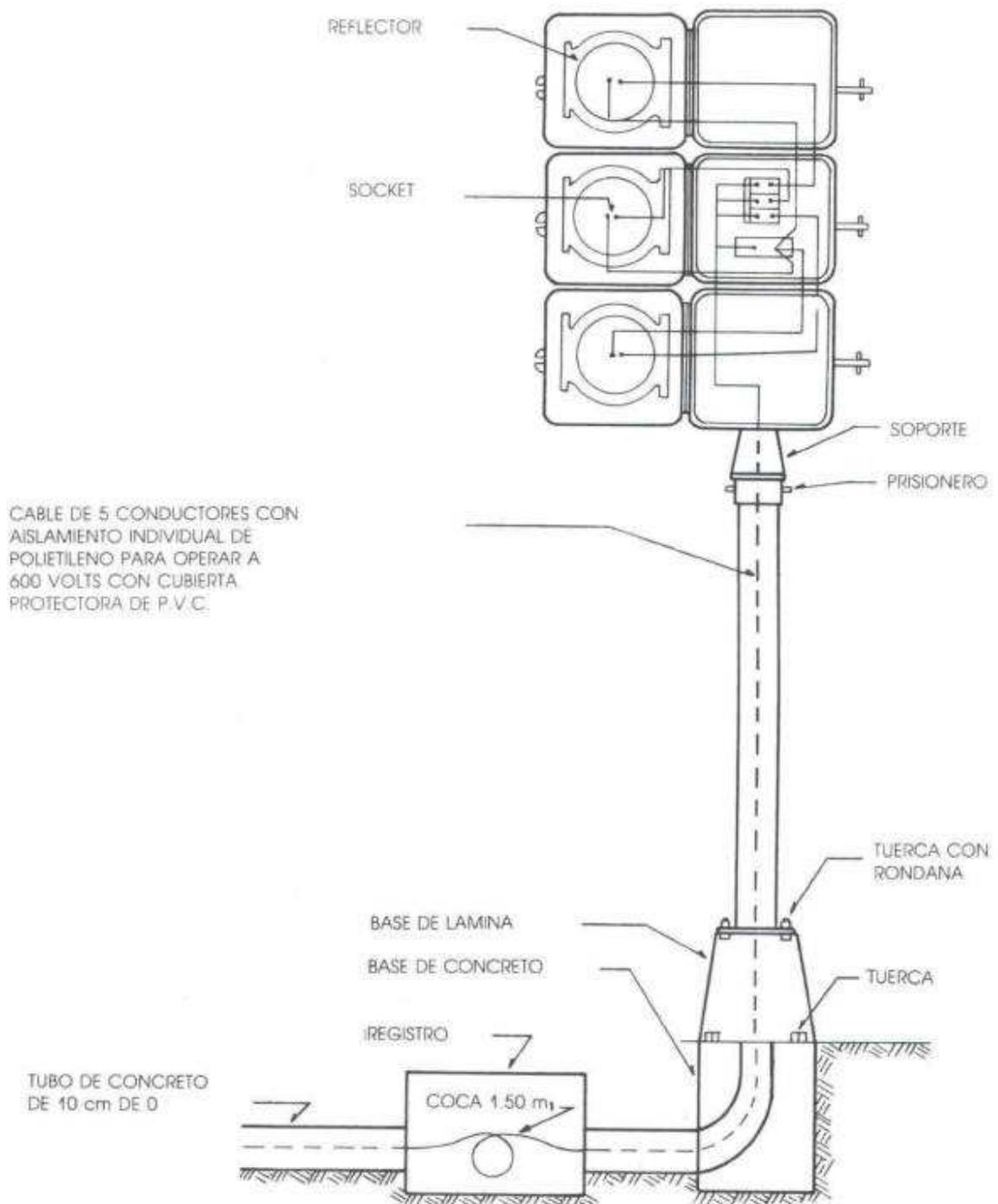


FIGURA 7.30 CONEXION DEL CABLE DE LUCES A LA CABEZA DEL SEMAFORO



SEM-7.2.3 Alambrado de la unidad de control y de los semáforos

Se efectuará de acuerdo con los planos de cableado proyectados y al código de colores de los conductores para lograr uniformidad en todas las conexiones, facilitando así la localización de los hilos de cada cable conectado, dando oportunidad de que el mantenimiento preventivo y correctivo sea rápido y efectivo. El código de colores utilizados se incluye en la Tabla 7.B.

SEM-7.2.4 Conexiones a la acometida de la Comisión Federal de Electricidad

Estas conexiones podrán ser de dos tipos, aéreas y subterráneas, debiendo utilizarse dos conductores de calibre No. 10 AWG, para 600 volts de C.A., con aislamiento individual de P.V.C.

Cuando la alimentación sea aérea se utilizará una mufa seca de material aislante unida a un tubo conduit de pared gruesa galvanizado de 31.8 mm (1 1/2") de diámetro sujeto por abrazaderas al poste de la Comisión Federal de Electricidad y una sección de codo de 90° ligada al registro que se encuentra en la banqueta (Figura 7.31).

Cuando la alimentación sea subterránea se usará una mufa normal tipo botella, y en las puntas salientes se conectarán los dos cables del No. 10 que van a la unidad de control. (Figura 7.32).

SEM-7.2.5 Pruebas finales

- A) Prueba de continuidad en todos los hilos.
- B) Prueba de aislamiento.
- C) Verificación de las conexiones por medio de los planos del cableado y su código de colores.

TABLA 7.8 CODIGO DE COLORES DE LOS CABLES PARA LA INSTALACION ELECTRICA DE SEMAFOROS

COLOR	CONEXION
CABLE DE LUCES DE CINCO CONDUCTORES	
Negro Verde Blanco Rojo Naranja	Común Verde calle principal Ambar calle principal Rojo calle principal Reserva
Negro Verde Blanco Naranja Rojo	Común Verde calle secundaria Ambar calle secundaria Rojo calle secundaria Reserva
CABLE DE LUCES DE SIETE CONDUCTORES	
Negro Verde Blanco Rojo Azul Amarillo Naranja	Común Verde calle principal Ambar calle principal Rojo calle principal Verde calle secundaria Ambar calle secundaria Rojo calle secundaria
CABLE DE LUCES DE NUEVE CONDUCTORES	
Negro Verde Amarillo Rojo Azul Blanco Naranja Gris y café	Común Verde calle principal Ambar calle principal Rojo calle principal Verde calle secundaria Ambar calle secundaria Rojo calle secundaria Vueltas izquierdas

FIGURA 7.31 CONEXION DE LA ACOMETIDA DE LA C.F.E. A LA TABLILLA DEL GABINETE DEL CONTROL LOCAL INSTALACION AEREA

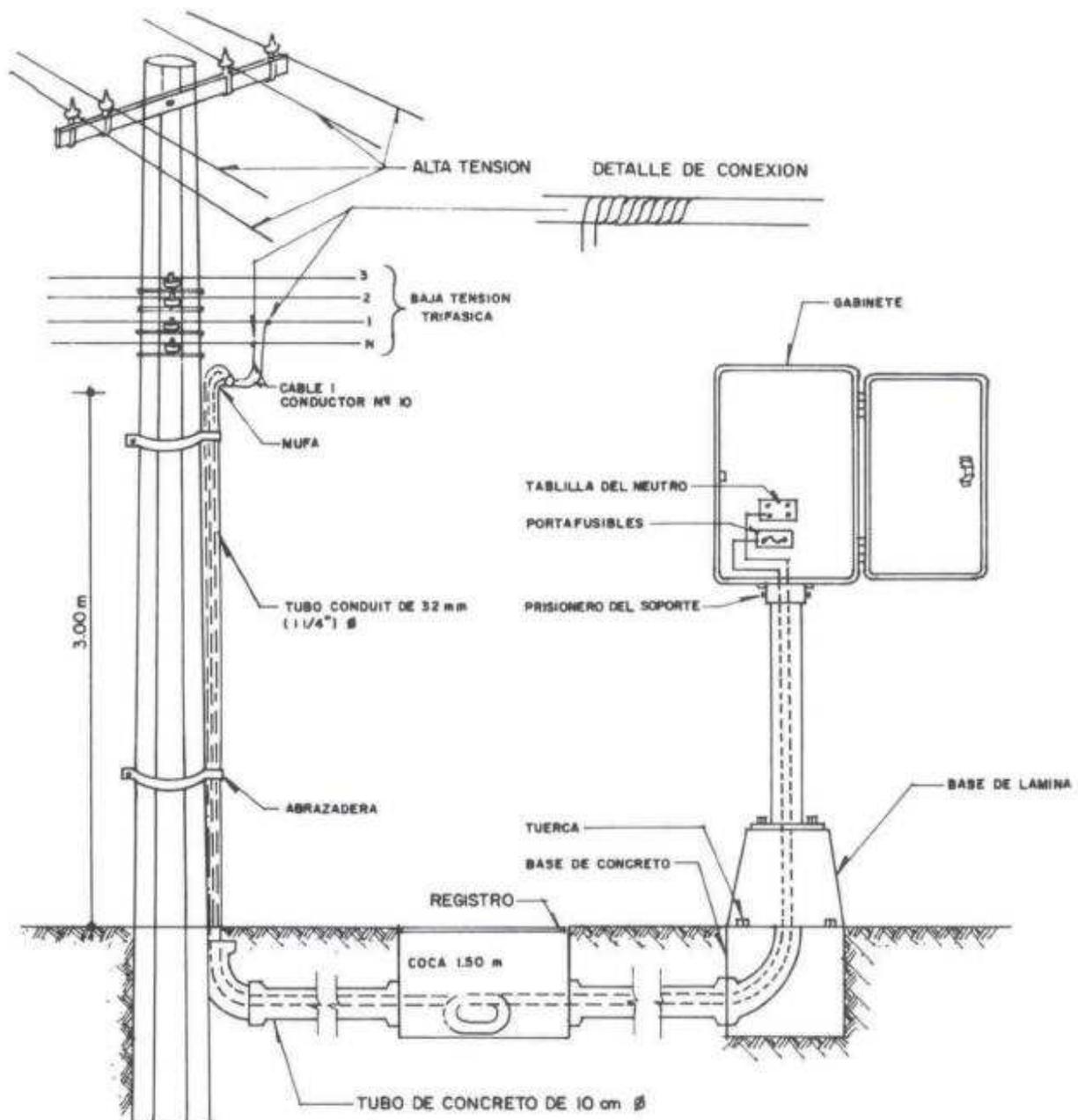


FIGURA 7.32 CONEXION DE LA ACOMETIDA DE LA C.F.E. A LA TABLILLA DEL GABINETE DEL CONTROL LOCAL INSTALACION SUBTERRANEA

- 1.- Cable de alimentación de la Cia. de Luz.
- 2.- Mufa tipo botella propiedad de la Cia. de Luz.
- 3.- Empalme del cable de la Cia. de Luz con cable de semáforos.
- 4.- Aislamiento de cinta impermeable y cinta eléctrica de plástico.
- 5.- Dos cables del calibre N° 10 para la alimentación de 110 volts. del control de semáforos.
- 6.- Portafusibles de porcelana para protección del control.
- 7.- Conexión del hilo neutro de la alimentación de la tablilla del gabinete de control.
- 8.- Tubo de concreto de 10 cm de Ø.

