

LIBRO: PRY. PROYECTO

TEMA: CAR. Carreteras

PARTE: 6. PROYECTO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

TÍTULO: 01. Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares

CAPÍTULO: 002. Características Generales de Proyecto

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene criterios para la determinación de las características generales necesarias para el diseño de puentes y estructuras similares a que se refiere la Norma N·PRY·CAR·6·01·001, *Ejecución de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares*.

B. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas N·PRY·CAR·6·01·001, *Ejecución de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares* y N·PRY·CAR·6·01·003, *Cargas y Acciones*, así como el *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*, publicado por la Secretaría.

C. GÁLIBO HORIZONTAL O ESPACIO LIBRE HORIZONTAL

Cuando se trate de un puente o de una estructura que tenga por objeto cruzar una carretera o una vía férrea, el gálibo horizontal, es decir, el espacio libre horizontal definido por la distancia entre los paramentos de los estribos, entre los paramentos de un estribo y una pila, entre los paramentos de dos pilas o columnas contiguas, entre los ceros de los conos de derrame o entre los ceros de un cono de derrame y el paramento de una pila, medida normalmente al eje longitudinal del cuerpo de agua, la carretera o vía férrea que se cruce, cumplirá con lo siguiente:

C.1. PARA ESTRUCTURAS QUE CRUCEN UNA CARRETERA

Cuando se trate de pasos inferiores vehiculares (PIV), de ferrocarril (PIF), peatonales (PIP) y ganaderos (PIG), así como pasos superiores vehiculares (PSV), puentes canal y puentes ducto, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, el gálibo horizontal o espacio libre horizontal debe ser, como mínimo, igual que el ancho total de la calzada de la carretera que se cruce más sus acotamientos y adicionado preferentemente por uno coma dos (1,2) metros a cada lado, con el propósito de colocar defensas de protección que disten como mínimo sesenta (60) centímetros del paramento del estribo o de la pila.

C.2. PARA ESTRUCTURAS QUE CRUCEN UNA VÍA FÉRREA

Como se muestra en la Figura 2 de esta Norma, cuando se trate de pasos superiores de ferrocarril (PSF), si la vía férrea es sencilla, el gálibo horizontal o espacio libre horizontal debe ser, como mínimo, de tres coma cinco (3,5) metros a cada lado del eje de la vía, o si es doble, igual o mayor que la distancia entre los ejes de ambas vías más tres coma cinco (3,5) metros a cada lado. Cuando la vía férrea tenga un trazo en curva y si la deflexión del trazo en el sitio donde se ubique la estructura es mayor de 3°, el espacio libre horizontal se aumentará en diez (10 %) por ciento.

C.3. PARA PUENTES

Tratándose de un puente, los gálibos horizontales o espacios libres horizontales entre los paramentos de los apoyos, deben ser como mínimo, los que se determinen con base en las longitudes mínimas de los claros que establezca el estudio hidráulico-hidroológico correspondiente. Si el puente cruza una vía navegable federal, dichos gálibos deberán ser sometidos a la aprobación de la Secretaría de Marina.

D. GÁLIBO VERTICAL O ESPACIO LIBRE VERTICAL

Cuando se trate de un puente o de una estructura que tenga por objeto cruzar una carretera o una vía férrea, el gálibo vertical, es decir, el espacio libre vertical definido por la distancia mínima vertical entre el intradós o cara inferior de la superestructura y cualquier punto de la superficie de la calzada y de sus acotamientos, la parte superior del riel más alto, o el nivel de aguas de diseño (NADI) de la corriente, cumplirá con lo siguiente:

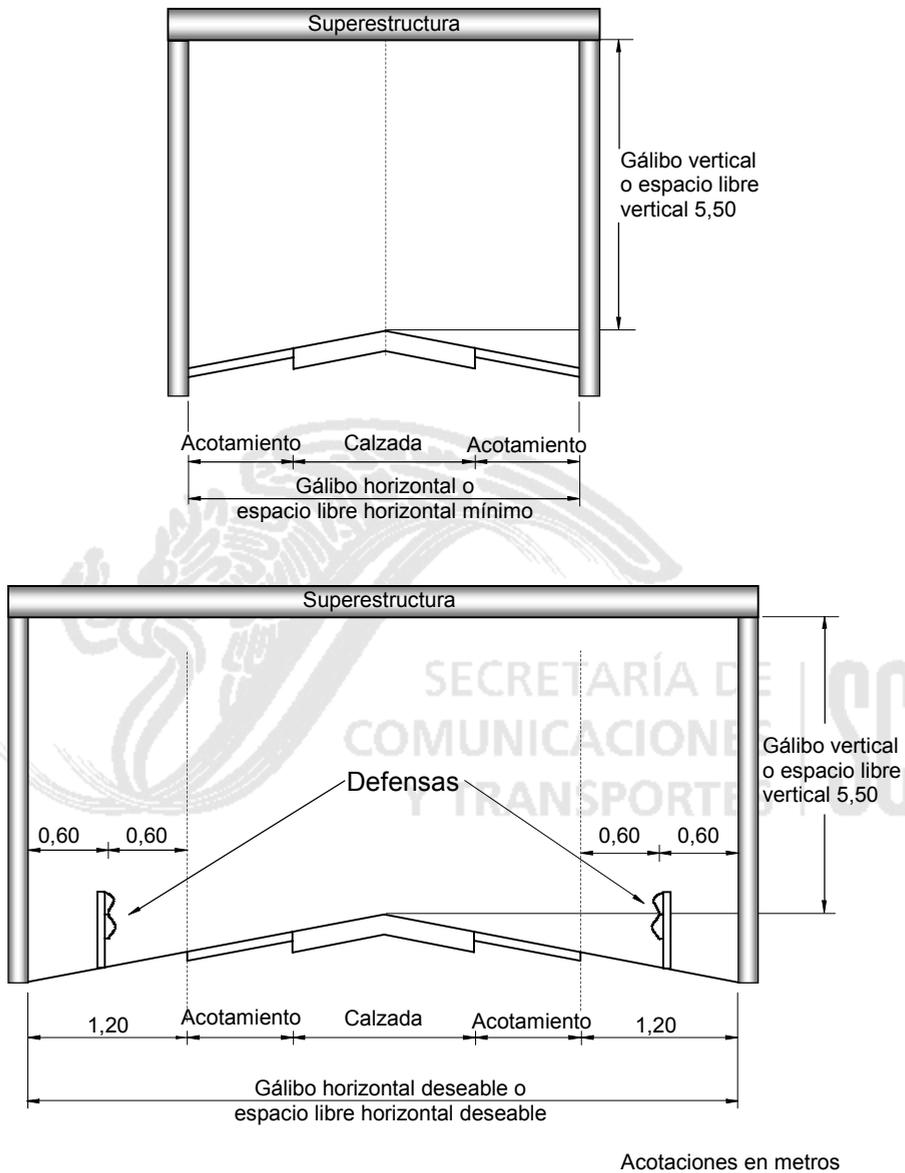


FIGURA 1.- Gálbos o espacios libres vertical y horizontal para estructuras que crucen una carretera

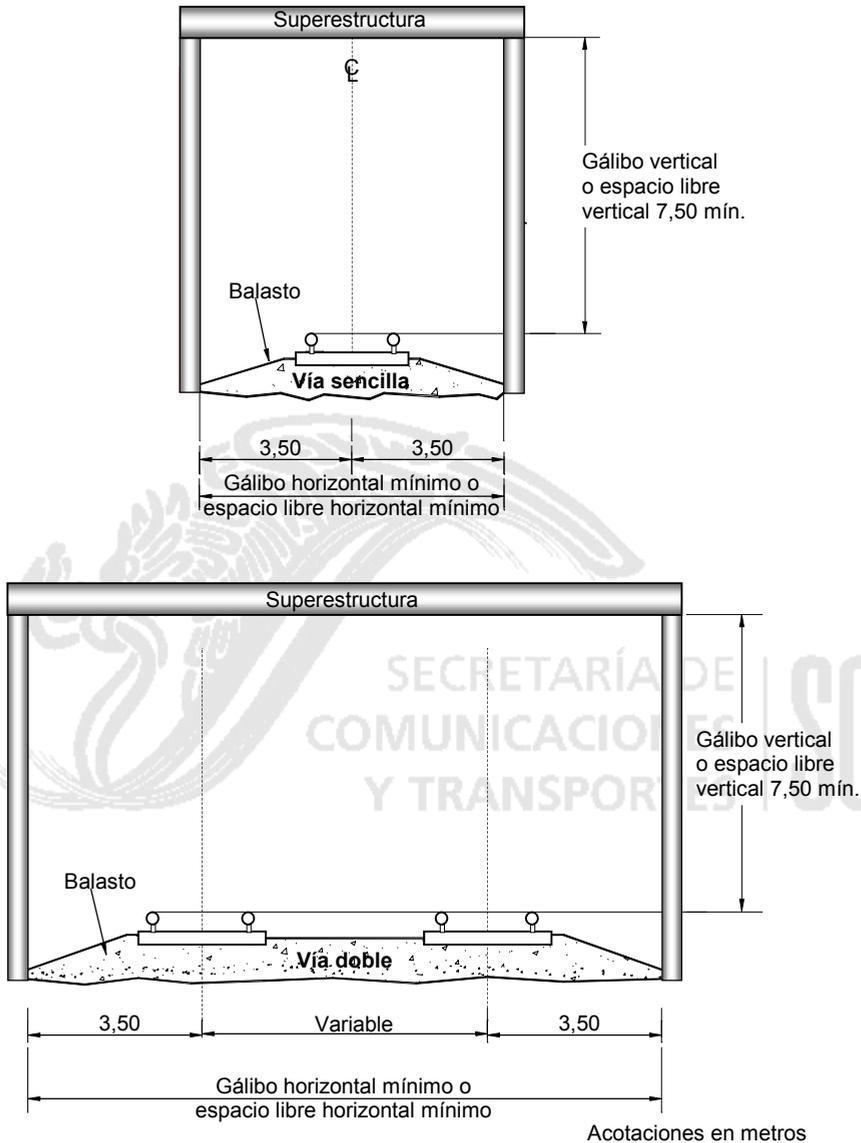


FIGURA 2.- Gálbos o espacios libres horizontal y vertical para estructuras que crucen una vía férrea.

D.1. PARA ESTRUCTURAS QUE CRUCEN UNA CARRETERA

Cuando se trate de pasos inferiores vehiculares (PIV), de ferrocarril (PIF), peatonales (PIP) y ganaderos (PIG), así como pasos superiores vehiculares (PSV), puentes canal y puentes ducto, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, el gálibo vertical o espacio libre vertical debe ser como mínimo, de cinco coma cinco (5,5) metros. Si se prevé que no se colocarán sobrecarpetas en la carretera inferior, como es el caso de las pavimentadas con concreto hidráulico o de los caminos rurales, el gálibo vertical puede reducirse hasta a cinco (5) metros.

D.2. PARA ESTRUCTURAS QUE CRUCEN UNA VÍA FÉRREA

Cuando se trate de pasos superiores de ferrocarril (PSF), el gálibo vertical o espacio libre vertical sobre el riel más alto, debe ser como mínimo de siete coma cinco (7,5) metros, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma.

D.3. PARA PUENTES

Tratándose de puentes, el gálibo vertical o espacio libre vertical, debe ser como mínimo, el que establezca el estudio hidráulico-hidrológico correspondiente. Si el puente cruza una vía navegable federal, dicho gálibo deberá ser sometido a la aprobación de la Secretaría de Marina.

E. ANCHO DE CALZADA

Cuando la estructura dé servicio al tránsito de vehículos automotores, peatones y/o bicicletas, su ancho de calzada corresponderá al espacio libre entre las partes inferiores de las guarniciones o banquetas a que se refiere la Cláusula K., medido normalmente al eje longitudinal de la estructura. Si no existen guarniciones o banquetas, el ancho libre será la distancia mínima entre las caras interiores de los parapetos de la estructura que se indican en la Cláusula L. de esta Norma.

En la determinación del ancho de calzada se tomará en cuenta lo siguiente:

- E.1.** Para el servicio de vehículos automotores, el ancho de calzada de la estructura debe ser igual al ancho de corona de la carretera en los accesos a la estructura, es decir, al ancho de la calzada más sus acotamientos, definido en el proyecto geométrico de la carretera, en función de su tipo, según el *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*, salvo en casos especiales en los que se considerará lo siguiente:
- E.1.1.** Las estructuras para carreteras de dos carriles sin acotamientos, que se ubiquen en tangente, deben tener un ancho de calzada mínimo de siete coma cinco (7,5) metros. En el caso de que el ancho de corona de la carretera sea menor, se hará la transición necesaria en los accesos, en una longitud dependiente de la velocidad de proyecto, para pasar del ancho de corona de la carretera al ancho de calzada de la estructura.
 - E.1.2.** En caminos rurales, las estructuras de un solo carril que se encuentran en tangente, deben tener un ancho de calzada de cuatro (4) metros como máximo.
 - E.1.3.** Cuando la estructura se ubique en curva o en transición, se añadirá a su ancho de calzada la ampliación correspondiente establecida en el proyecto geométrico de la carretera, en función del grado de curvatura y de la velocidad de proyecto.
 - E.1.4.** Cuando la Secretaría lo estime conveniente, el ancho de calzada de la estructura puede ser mayor que el de la corona de la carretera, previendo su futura ampliación. En tal caso se harán las transiciones necesarias en los accesos, en una longitud dependiente de la velocidad de proyecto.
 - E.1.5.** En estructuras urbanas, el ancho de calzada debe ser el mismo que el de la calle de acceso, conservando la continuidad en los anchos de las banquetas.
- E.2.** Para pasos inferiores peatonales (PIP) y ganaderos (PIG), los anchos mínimos de calzada deben ser de uno coma cinco (1,5) y dos (2) metros, respectivamente.

F. ANCHO TOTAL DE LA ESTRUCTURA

El ancho total de la estructura es la distancia entre las caras extremas de la superestructura, medida normalmente a su eje longitudinal. Para estructuras que den servicio al tránsito de vehículos automotores, peatones y/o bicicletas, será la suma de los anchos de calzada, de las guarniciones o banquetas con los parapetos y, en su caso, de las medianas, a que se refieren las Cláusulas K. y L. de esta Norma.

G. SUPERFICIE DE RODADURA

Cuando la estructura dé servicio al tránsito de vehículos automotores, peatones y/o bicicletas, la superficie de rodadura de la calzada debe ser resistente al derrapamiento.

H. DRENAJE DE LA CALZADA

El drenaje transversal de la calzada se hace mediante el bombeo de la sección transversal de la superficie de rodadura, y el longitudinal por una contraflecha o por la pendiente longitudinal de la rasante. No se permitirá que el agua que baje por las cunetas de los accesos escurra sobre la estructura. Al efecto, al inicio de ésta deberá construirse una obra que la intercepte y capte también la del drenaje transversal. En estructuras largas el drenaje se da por medio de drenes o coladeras del tamaño y número suficiente para drenar el agua en forma apropiada. En estructuras cortas, de claros continuos, particularmente en pasos superiores vehiculares o de ferrocarril, pueden omitirse los drenes y conducirse el agua de la calzada a bajadas próximas a los extremos de la estructura. Estas bajadas deben ser rígidas, de material resistente a la corrosión, con ancho mínimo de diez (10) centímetros y con dispositivos o registros para efectuar su completa limpieza. La colocación de los drenes de la calzada y sus detalles se hace en tal forma que el agua de descarga no caiga sobre alguna parte de la estructura ni sobre el tránsito de una carretera inferior. Los voladizos de las losas de concreto deben tener un gotero cerca de su extremo para evitar que el agua escurra sobre los paramentos de la estructura.

I. SOBREVOLACIÓN

La sobrevolación de la superficie de rodadura de una estructura en curva horizontal se da de acuerdo con las especificaciones establecidas en el proyecto geométrico de la carretera, sin embargo no debe exceder del diez (10) por ciento.

En estructuras que se alojan en una tangente de transición a una curva, la sobrelevación será preferentemente constante a lo largo de la estructura.

J. JUNTAS DE EXPANSIÓN

Para permitir la expansión o la contracción de la estructura por efecto de los cambios de temperatura, se colocan juntas (holguras) en sus extremos y en otras secciones intermedias en que se requieran. Las juntas deben sellarse con materiales flexibles, capaces de tomar las expansiones y contracciones que se produzcan y ser impermeables. Si las juntas no pueden sellarse, se colocarán bajo ellas canalones para la captación y desalojo del agua.

K. GUARNICIONES, BANQUETAS Y MEDIANAS

K.1. GUARNICIONES

Las guarniciones, que son elementos de concreto colocados en las orillas de la calzada de la estructura, con el propósito de encauzar el tránsito vehicular y servir de base a un parapeto o a una defensa, tendrán una altura mínima, sobre la superficie de rodadura, de treinta (30) centímetros y un ancho mínimo en sus bases de cuarenta (40) centímetros. Las caras de las guarniciones del lado de la calzada, serán inclinadas con talud de uno a tres (1:3), horizontal a vertical, respectivamente.

En caso de que las guarniciones tengan una proyección horizontal en su base hacia la calzada, dicha proyección tendrá un ancho máximo de veinticinco (25) centímetros, medido desde el pie de la base inclinada hasta el plano vertical tangente a la cara interior de la defensa o parapeto.

En los accesos a la estructura, las guarniciones se prolongarán en una longitud mínima de veinte (20) metros y estarán provistas de defensas, excepto en zonas urbanas en las cuales deben tener parapetos. La altura de las guarniciones en los accesos puede ser igual o menor a la de la guarnición en la estructura. Los extremos de las defensas en los accesos, ancladas en el hombro o bordillo, se rematarán en forma inclinada y alabeada hacia afuera para protección del conductor.

K.2. BANQUETAS

Las banquetas, elementos de concreto contruoidos en las orillas de la calzada, cuyo objetivo es permitir, en condiciones de seguridad, el paso de peatones, tendrán un ancho libre mínimo de setenta y cinco (75) centímetros, medido horizontalmente desde el pie de la banqueta hasta el plano vertical tangente al parapeto por el lado de la calzada. En zonas urbanas, el ancho libre de las banquetas será, preferentemente, igual al de las banquetas en los accesos. La altura mínima de las banquetas sobre la superficie de rodadura será de veinticinco (25) centímetros.

K.3. MEDIANAS

Las medianas, elementos de concreto o acero que se colocan sobre la calzada de la estructura cuando la carretera es de tres o más carriles y cuenta con barreras centrales, para separar los sentidos de circulación e incrementar la seguridad de los usuarios, tendrán una altura mínima de ochenta (80) centímetros y un ancho en su base no mayor de sesenta (60) centímetros. En zonas urbanas, las medianas deben tener las mismas características que las barreras centrales de los accesos.

L. PARAPETOS

Los parapetos son sistemas de postes verticales y elementos longitudinales que se colocan sobre las guarniciones o las banquetas, a lo largo de los extremos longitudinales de la estructura, como se detalla en las Fracciones L.1. a L.3. de esta Norma, principalmente para la protección de los usuarios. Los elementos longitudinales pueden ser uno o varios y estar constituidos por vigas de concreto, tubos y perfiles metálicos, o defensas metálicas de lámina.

En las estructuras para vías rápidas urbanas, que cuenten con banquetas, se deben instalar los parapetos para vehículos automotores en las orillas interiores de éstas y en las exteriores, los parapetos peatonales.

Se deben cuidar las proporciones y el aspecto de los parapetos para que sean estéticos y armonicen con el aspecto general de la estructura.

Los materiales a emplear en la construcción de los parapetos pueden ser concreto reforzado o presforzado, acero, madera o una

combinación de ellos. Sin embargo, en parapetos para vehículos automotores no deberán emplearse materiales metálicos con un alargamiento comprobado a la falla menor que el diez (10) por ciento.

L.1. PARAPETOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

L.1.1. Los parapetos para vehículos automotores, que tienen el propósito principal de encauzar el tránsito que circula por la estructura, pueden ser como los mostrados en la Figura 3 de esta Norma.

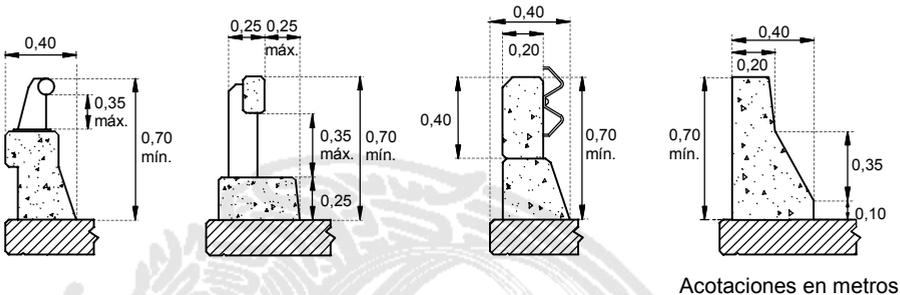


FIGURA 3.- Parapetos para vehículos automotores

L.1.2. Sus componentes se diseñarán de acuerdo con el tránsito esperado de vehículos, tomando en cuenta la protección de los ocupantes de un vehículo que choque contra el parapeto, de los vehículos próximos a la colisión, de los vehículos y peatones que circulen por un camino inferior, así como la visibilidad de los conductores y la buena apariencia del parapeto.

L.1.3. La altura mínima sobre la superficie de rodadura del parapeto para vehículos y de la guarnición subyacente, no debe ser menor que setenta (70) centímetros ni mayor de ciento cinco (105) centímetros.

L.1.4. Los parapetos para vehículos deben ser capaces de resistir cargas establecidas en la Fracción C.6. de la Norma N-PRY-CAR-6-01-003, *Cargas y Acciones*, aplicadas en todos los sitios posibles, garantizando la continuidad estructural entre todos sus elementos, incluyendo los anclajes en sus extremos. Los elementos longitudinales se colocan sobre la cara de los postes hacia el tránsito de vehículos, presentando superficies continuas y lisas. La altura libre entre el elemento

longitudinal más bajo y el plano horizontal superior de la guarnición y entre los elementos longitudinales consecutivos, debe ser de treinta y cinco (35) centímetros, como máximo. Pueden aceptarse salientes o depresiones en las juntas entre elementos longitudinales, siempre y cuando éstas no sean mayores al espesor del elemento o a un (1) centímetro, lo que sea menor.

- L.1.5. En los tramos del parapeto para vehículos, ubicados en los extremos de la estructura, se evitarán elementos longitudinales o postes sobresalientes, así como cambios bruscos en el alineamiento horizontal, disponiendo protecciones donde se requieran, tales como transiciones suaves con las guarniciones o bordillos de la carretera, para evitar colisiones directas contra el parapeto.

L.2. PARAPETOS PEATONALES

- L.2.1. Los parapetos peatonales, que se construyen en estructuras diseñadas específicamente para la circulación de personas, o en aquellas estructuras en que se estime necesaria la protección de los peatones, pueden ser como los mostrados en la Figura 4 de esta Norma.

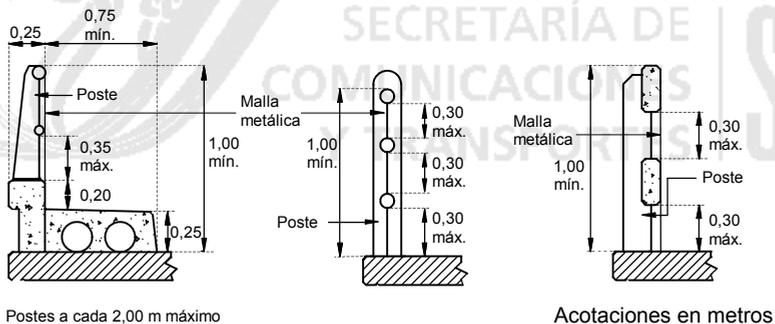


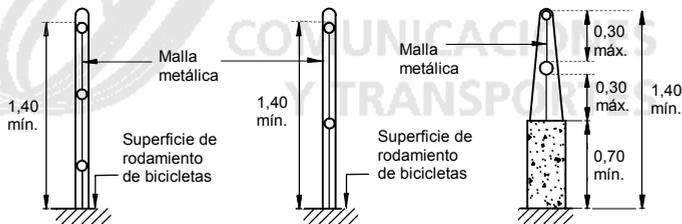
FIGURA 4.- Parapetos peatonales

- L.2.2. Sus componentes se diseñan de acuerdo con el tránsito esperado de peatones, tomando en cuenta aspectos de seguridad y de apariencia. Cuando la estructura permita el tránsito mixto de vehículos automotores y peatones, también se debe considerar la seguridad y la libre visibilidad de los ocupantes de los vehículos.

- L.2.3. La altura del parapeto peatonal no debe ser menor de un (1) metro, medido desde el nivel de la banqueta a la parte superior del elemento longitudinal más alto.
- L.2.4. Los elementos verticales y horizontales del parapeto se disponen de modo que en la banda entre la superficie de la banqueta y una línea a setenta (70) centímetros por encima de ella, no pase una esfera de quince (15) centímetros de diámetro y en la banda horizontal restante del parapeto no pase una esfera de veinte (20) centímetros. Si el sistema del parapeto emplea tanto elementos horizontales como verticales, los requerimientos de separación se aplican a unos o a otros pero no a ambos. En general los elementos longitudinales se colocan sobre la cara de los postes hacia el tránsito de peatones.

L.3. PARAPETOS PARA BICICLETAS

- L.3.1. Los parapetos para bicicletas que se construyen en estructuras diseñadas específicamente para la circulación de éstas o en aquellas estructuras en que se estime necesaria la protección de los ciclistas, pueden ser como los mostrados en la Figura 5 de esta Norma.



Acotaciones en metros

FIGURA 5.- Parapetos para bicicletas

- L.3.2. Sus componentes se diseñarán de acuerdo con el tránsito esperado de ciclistas, tomando en cuenta aspectos de seguridad y de apariencia. Cuando la estructura permita el tránsito mixto de vehículos automotores y bicicletas, también se debe considerar la seguridad y la libre visibilidad de los ocupantes de los vehículos.

- L.3.3.** La altura del parapeto para bicicletas no debe ser menor de uno coma cuatro (1,4) metros, medidos desde la parte superior de la superficie de rodadura de las bicicletas hasta la parte superior del elemento longitudinal más alto.
- L.3.4.** Los elementos verticales y horizontales se disponen de modo que por la banda longitudinal del parapeto, definida por la superficie de rodadura y una línea horizontal a setenta (70) centímetros por encima de ella, no pase una esfera de quince (15) centímetros de diámetro y en la banda longitudinal restante no pase una esfera de veinte (20) centímetros. Si el sistema del parapeto emplea tanto elementos horizontales como verticales, los requerimientos de separación se aplican a unos o a otros pero no a ambos. En general los elementos longitudinales se colocan sobre la cara de los postes hacia el tránsito de ciclistas.

M. INSTALACIONES

Es necesario que en el proyecto se diseñen los elementos que se requieran para alojar instalaciones tales como postes de alumbrado; ductos para agua, cables de electricidad, teléfono, gas o drenaje; así como postes para cables de trolebús y tranvías en zonas urbanas, entre otros.

Se prohibirá la colocación sobre una estructura de instalaciones no incluidas en el proyecto a menos que la Secretaría, a su juicio, otorgue por escrito el permiso correspondiente después de revisar el proyecto estructural que se acompañe a dicha solicitud.

N. BIBLIOGRAFÍA

American Concrete Institute, ACI 343R-95. *Analysis and Design of Reinforced Concrete Structures*. Capítulo 2.

American Association of State Highway and Transportation Officials, Inc. (AASHTO), *Standard Specifications for Highway Bridges*, 7ª Edición, Capítulo 2 (1996).

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), *Normas Técnicas para el Proyecto de Puentes*. Capítulo 1 (1984).

Cal y Mayor R. y Cárdenas. *Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones*. Alfaomega, 7ª edición (1994).

American Railway Engineering Association (AREA) Partes 8, 11 y 15 (1994)