



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE

ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

Apunte de cátedra revisado y actualizado por:

Ing. Liliana M. Zeoli
Ing. M. Alejandra Ferreyra
Ing. Sabina Fanelli

AÑO 2018

1. CARRETERAS

1.1. Generalidades

El **transporte carretero** se integra con la infraestructura que provee la vía de circulación (camino, carretera o calle), y los vehículos (principalmente automotores) que actúan como medio circulante.

El **camino** resulta entonces una franja de terreno modificada por el hombre para dotarla de características y condiciones adecuadas para la circulación de los vehículos. El objetivo de esta modificación es convertirlo en un medio destinado a satisfacer demandas de la población en cuanto a comunicación, traslado de bienes y personas, comercialización, desarrollo, defensa, integración y turismo.

En general se reserva el nombre de **camino** o **carretera** para toda facilidad vial ubicada en zona rural, denominándose **calle** a aquéllas que corresponden a zonas urbanas, aunque no tengan cordones, aceras o cunetas pavimentadas.

1.2. Clasificación de las carreteras rurales

Por clasificación de caminos se entiende el agrupamiento de los mismos de acuerdo a que sirvan similares demandas o tengan funciones semejantes.

1.2.1. Clasificación técnica

La clasificación de tipo técnico considera la demanda a la que se dará servicio y la economía en la ejecución del camino, a través del tránsito (factor operacional) y de la topografía (factor económico).

Las normas de diseño geométrico de carreteras rurales de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) categorizan los caminos en función del tránsito vehicular probable al final de su vida útil, discriminándolos, a su vez, en función de la topografía en la que estarán insertos.

Tabla 1

| CATEGORÍA DEL CAMINO | TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL (*) TMDA (veh/día) | TOPOGRAFÍA | | |
|----------------------|--|------------|----------|-----------|
| | | LLANURA | ONDULADA | MONTAÑOSA |
| ESPECIAL | > 15.000 | LLANURA | ONDULADA | --- |
| I | 5.000 A 15.000 | LLANURA | ONDULADA | MONTAÑOSA |
| II | 1.500 A 5.000 | LLANURA | ONDULADA | MONTAÑOSA |
| III | 500 A 1.500 | LLANURA | ONDULADA | MONTAÑOSA |
| IV | 150 A 500 | LLANURA | ONDULADA | MONTAÑOSA |
| V | < 150 | LLANURA | ONDULADA | MONTAÑOSA |

(*) El volumen de tránsito medio diario anual de diseño deberá corresponder al tránsito probable a los 25 años.

Por otra parte, y en función de la categoría y topografía, se pueden clasificar en **carreteras principales y secundarias**. En el cuadro anterior, las categorías y topografías con fondo blanco corresponden a caminos principales, y las que se indican con fondo gris corresponden a caminos secundarios.

1.2.2. Clasificación funcional

La clasificación funcional considera el servicio que brinda el camino a través de los conceptos de **movilidad y acceso**. En función de la importancia relativa entre estas características, los caminos pueden clasificarse en:

- **Arteriales:** con preponderancia del tránsito de paso.
- **Colectoras:** con equilibrio entre el tránsito de paso y el de acceso.
- **Locales:** con preponderancia del tránsito que accede a las propiedades adyacentes al camino.

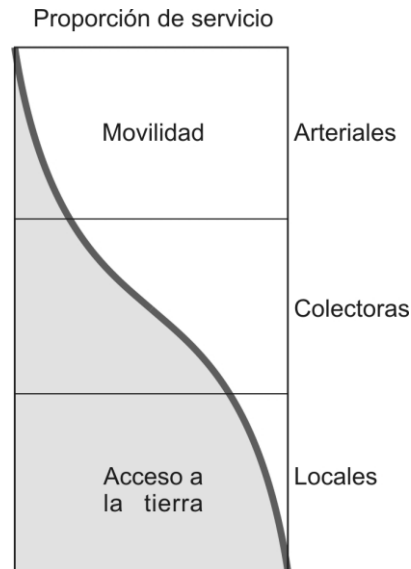


Fig. 1

La accesibilidad de un camino estará dada por el control de accesos que se le ha asignado. Se entiende por control de accesos a la condición por la cual la posibilidad de ingresar o salir de una facilidad vial es total o parcialmente restringida por las autoridades competentes, dándose los siguientes casos:

- **Control total de accesos:** los ingresos y salidas de una carretera están sólo previstos en cruces con determinados caminos principales, impidiéndose totalmente los cruces a nivel y el acceso directo de los propietarios frentistas en toda la longitud de la facilidad. Estas carreteras reciben el nombre de autopistas.
- **Control parcial de accesos:** además de los cruces a distinto nivel previstos en las intersecciones con caminos principales, pueden permitirse algunos cruces a nivel y ciertos accesos de caminos secundarios. Pertenecen a este grupo las denominadas carreteras expresas, semiautopistas o autovías.
- **Sin control de accesos:** no existen restricciones en cuanto a la accesibilidad de la facilidad, salvo limitaciones de orden técnico concernientes al diseño de la carretera. Son los caminos rurales bicarriles y las calles urbanas.

El control de accesos parcial o total se implementa generalmente por medio de caminos laterales auxiliares que actúan como colectores del tránsito, conduciéndolo hasta los lugares de ingreso, es decir, intersecciones a nivel o intercambiadores según corresponda.

El control de accesos establecido por las normas de diseño geométrico de la DNV para las carreteras de las distintas categorías es el siguiente:

Tabla 2

| CATEGORIA DEL CAMINO | CONTROL DE ACCESOS |
|----------------------|-----------------------|
| ESPECIAL | TOTAL |
| I | TOTAL o PARCIAL |
| II | PARCIAL |
| III | PARCIAL o SIN CONTROL |
| IV | SIN CONTROL |
| V | SIN CONTROL |

1.3. Diseño geométrico de carreteras

Los caminos poseen características invisibles para los usuarios (resistencia, valor soporte, grado de compactación, etc.) y otras visibles a sus ojos (anchos, pendientes, curvaturas, etc.).

El **diseño geométrico** es el proceso mediante el cual se relaciona, a través del diseño de sus componentes visibles, el camino con las leyes del movimiento, las características operativas de los vehículos, y la capacidad, comportamientos y psicología de los conductores.

El crecimiento del tránsito y el aumento de la velocidad desarrollada por los vehículos hicieron necesario profundizar las investigaciones y experiencias relativas al comportamiento de los conductores, y al mejoramiento de las condiciones de seguridad y confort de los caminos.

Mediante el diseño geométrico debe procurarse predisponer a los conductores a mantener velocidades sensiblemente uniformes, evitar la ocurrencia, o al menos disminuir las consecuencias, de los incidentes viales, y lograr una conducción libre de sorpresas y tensiones.

Los criterios de diseño geométrico están basados sobre expresiones matemáticas racionales de las características físicas y de operación de los vehículos, y sobre el comportamiento de los conductores. Entre las primeras se pueden citar, entre otras, peso, tamaño, velocidad, capacidad de aceleración y de frenado de los vehículos. El tiempo de reacción de los conductores y las distancias de visibilidad se relacionan con las conductas humanas.

Estos criterios para el diseño generalmente se agrupan en **normas de diseño**, las cuales pueden ser precisas, detalladas y de riguroso cumplimiento, o generales, razonadas y con amplio margen para el ejercicio de la labor creativa del proyectista.

2. ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

2.1. Generalidades

La sección transversal de un camino es su intersección con un plano vertical perpendicular a la proyección horizontal del eje.

Se denomina **zona de camino** al área total de la facilidad vial entre líneas frontales de propiedad, afectado a la vía pública.

La DNV recomienda los siguientes anchos mínimos de zona de camino, según la categoría del mismo:

Tabla 3: Ancho zona de camino recomendado

| CATEGORÍA DEL CAMINO | ANCHO MÍNIMO DE ZONA DE CAMINO (m) | |
|----------------------|------------------------------------|--|
| | Zona previsiblemente rural | Zona previsiblemente urbana, suburbana o muy dividida (**) |
| Especial | 150 | 180 |
| I | 120 | 150 |
| II | 100 | 130 |
| III | 70 | 100 |
| IV | 70 | 100 |
| V | 50 (*) | 70 (*) |

Nota: (*) ancho a utilizar en casos excepcionales
(**) incluye zona para calles colectoras

Se entiende por **coronamiento del camino** la parte de la carretera, incluyendo banquetas, destinada al uso vehicular. También suele recibir la denominación de plataforma del camino.

El coronamiento del camino puede desarrollarse totalmente por sobre el terreno natural, denominándose **en terraplén**, o totalmente por debajo del terreno natural recibiendo el nombre de **en desmonte**. Si parte del coronamiento está en terraplén y parte en desmonte se lo denomina **mixto o a media ladera**.

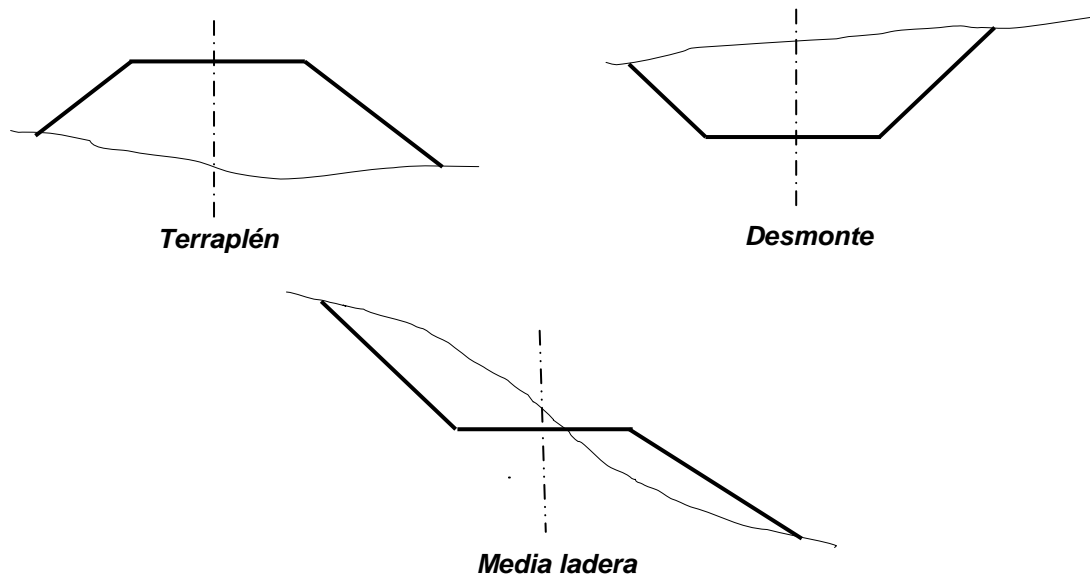


Fig. 2: Tipos de coronamiento

Se define como **calzada** a la parte del coronamiento destinada exclusivamente a la circulación de los vehículos. **Carril** es la parte de la calzada destinada al tránsito de sólo una fila de vehículos.

Las carreteras pueden ser de calzadas indivisas (dos o más carriles) o de calzadas separadas mediante canchales centrales (cuatro o más carriles en total).

Se denomina **cota de rasante** a la cota en el eje del perfil transversal, en el caso de calzada indivisa bicarril. Cuando se trata de calzadas separadas, se la define en el borde interno de cada calzada (canteros centrales angostos), o en el eje de cada calzada (canteros centrales anchos).

La **banquina** es la parte del coronamiento adyacente a la calzada, destinada a la ubicación de vehículos en casos de emergencia o detenciones breves, proveyendo además un espacio adicional libre de obstáculos que mejora la fluidez en la circulación vehicular y aumenta la capacidad de la calzada.

El cuerpo del camino queda complementado por dos planos inclinados, denominados **taludes**, que unen los bordes del coronamiento con el fondo de las cunetas, o con el terreno natural si éstas no existieran. Los taludes son utilizados como soporte del núcleo del terraplén, además de proveer condiciones de seguridad ante eventuales pérdidas del control vehicular dentro del coronamiento del camino.

La **cuneta** queda definida por otro plano inclinado, llamado **contratalud**, que une su solera con el terreno natural. Se denomina solera al plano casi horizontal que, entre talud y contratalud, forma el fondo de la cuneta.

Las **veredas** son franjas laterales de reserva, ubicadas junto a los límites de la zona de camino, para alojar servicios públicos o privados (gasoductos, líneas eléctricas, fibra óptica, etc.), facilitar tareas de mantenimiento, funcionar como caminos de servicio para maquinaria agrícola y favorecer el desarrollo paisajístico.

Las intersecciones entre los planos de banquetas, taludes, soleras de cunetas, contrataludes y terreno natural, deben ser redondeadas de manera de obtener una mayor identificación entre los mismos. Esto, además de lograr un favorable aspecto estético, mejora las condiciones de desagüe de las aguas pluviales, reduciendo los procesos erosivos y las tareas de mantenimiento.

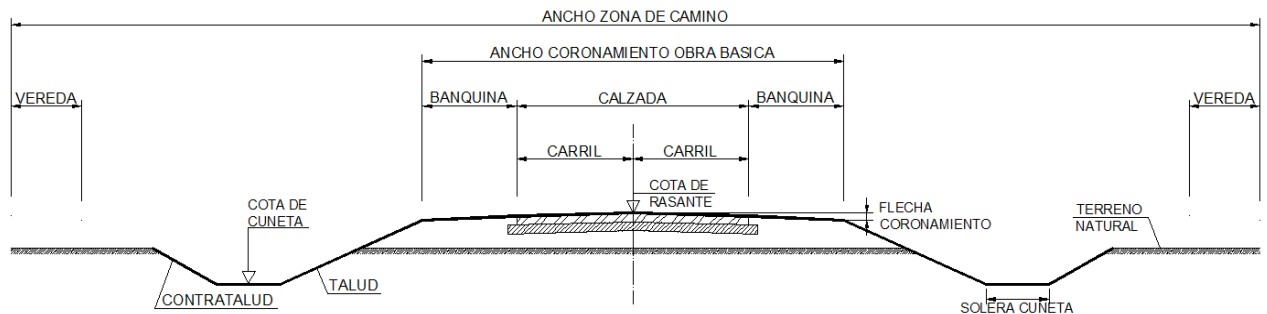


Fig. 3: Perfil tipo rural (calzada bicarril indivisa)

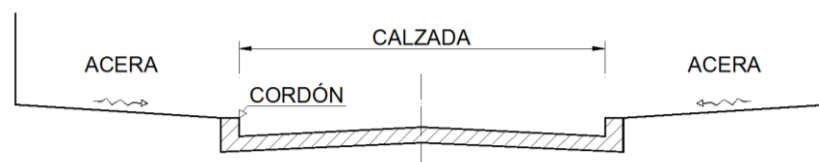


Fig. 4: Perfil tipo urbano

2.2. Calzada

2.2.1. Tipo de superficie. Pendiente transversal

La elección del tipo de superficie para la calzada no es una decisión del área del diseño geométrico, pero tiene gran importancia su consideración en cuanto a la textura superficial, ya

que ella provee las necesidades de fricción entre el neumático y la calzada, elemento básico en la definición de las normas del diseño geométrico.

Por otra parte, a mayor rugosidad de la calzada se producirá un retardo en el escurrimiento de las aguas pluviales, con el consiguiente peligro de deslizamiento (hidroplaneo) para los vehículos circulantes, y riesgo de infiltración en el paquete estructural. Debe, por lo tanto, proveerse a la calzada de una pendiente transversal mínima acorde al tipo de superficie.

Los valores máximos de pendiente transversal de la calzada quedan limitados por los problemas de deslizamiento transversal de los vehículos, y la incomodidad que pueda sufrir el conductor al circular sobre esos planos inclinados.

Además es de importancia, en cuanto a la circulación vehicular, la capacidad de la calzada para mantener su lisura, textura y dimensiones. Pequeños asentamientos en la base provocan deformaciones en la superficie de rodamiento que afectan el confort y la seguridad del tránsito, y dificultan el desagüe superficial. Roturas prematuras en los bordes de la calzada provocan una reducción en su ancho útil, situación que se agrava en caso de mantenimiento deficiente.

En general se presentan tres categorías de calzadas:

Tabla 4: Pendientes transversales mínimas de las calzadas

| CATEGORÍA DE LA CALZADA | TIPO DE SUPERFICIE | PENDIENTE TRANSVERSAL MÍNIMA |
|-------------------------|--|------------------------------|
| SUPERIOR | HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND | 1% - 2% |
| | CONCRETO ASFÁLTICO | |
| INTERMEDIA | TRATAMIENTO BITUMINOSO SUPERFICIAL (Simple, Doble, Triple) | 2% - 3% |
| INFERIOR | RIPIO | 2% - 4% |
| | SUELO | |

Los pavimentos de categoría superior se justifican para elevados volúmenes de tránsito, para los cuales se requiere una superficie con excelente lisura y adherencia bajo cualquier condición climática.

En los pavimentos de categoría intermedia se exigen mayores valores de pendiente. Si bien las velocidades de diseño suelen ser similares a las de las calzadas de tipo superior, la menor calidad de la superficie de rodamiento y su textura más rugosa, hacen necesario emplear un mayor coeficiente de seguridad en relación al escurrimiento del agua.

Los pavimentos de categoría inferior requieren una mayor pendiente transversal pues son calzadas sin sellado superior, presentando notables irregularidades en la superficie y una gran facilidad para que el agua se infiltre.

2.2.2. Forma del perfil

Para evacuar el agua de lluvia que cae sobre la calzada y facilitar la limpieza de la misma, es necesario adoptar perfiles inclinados.

Los perfiles en alineamientos horizontales rectos pueden adoptar las siguientes formas:

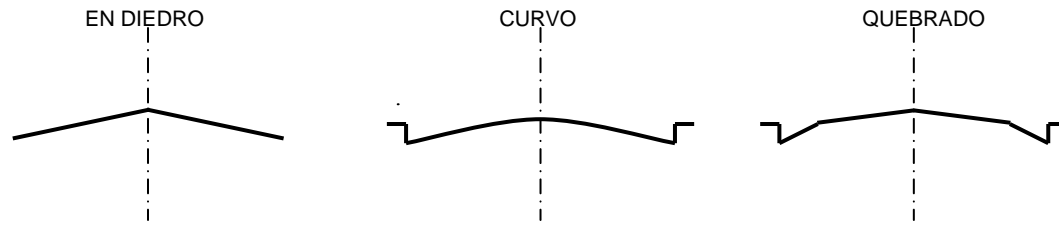


Fig. 5: Perfiles calzadas indivisas

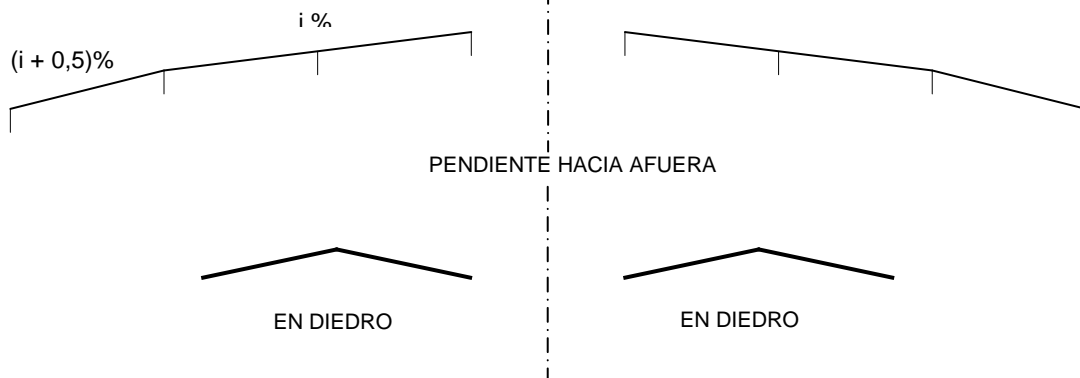


Fig. 6: Perfiles calzadas separadas

En los alineamientos rectos de caminos de carriles indivisos de zonas rurales, normalmente se adopta el perfil en diedro ("a dos aguas"), con pendiente uniforme en cada semiancho y una arista en la parte central que es conveniente redondear con un arco de curva para suavizar su cruce en las maniobras de sobrepaso.

En los caminos de calzadas separadas, cada calzada puede tener inclinación hacia afuera, o en diedro, según sea el sistema de evacuación del agua superficial. Cuando la calzada posee pendiente hacia afuera y cuente con varios carriles, puede aumentarse en 0.5% la pendiente transversal de los carriles externos.

En las calles y avenidas de las zonas urbanas se emplean, preferentemente, los perfiles curvos. Al concentrarse el agua en el borde de la calzada el tránsito no es perturbado y se facilita a los peatones el cruce del reducido espejo de agua. Estos perfiles suelen tener el inconveniente de fuertes pendientes en puntos alejados del eje, lo que puede provocar que el tránsito no mantenga su debida trayectoria y tienda a marchar por la parte central.

Por razones constructivas, los perfiles curvos se hacen en calzadas de hormigón.

Los perfiles en diedro quebrado, habituales en pavimentos asfálticos urbanos con cordón cuneta de hormigón, son una simplificación de los perfiles curvos.

2.2.3. Ancho de carril

El ancho de carril es el elemento de la sección transversal que mayor influencia tiene sobre la seguridad y el confort en la circulación vehicular. El ancho de la calzada (cantidad y ancho de carriles) queda definido en base a la velocidad de diseño, el volumen de tránsito de diseño, y las condiciones del diseño geométrico.

Los anchos de carril más usados oscilan entre 3,05 m y 3,95 m, pudiéndose considerar el valor de 3,65 m como el promedio tipo y el más apto para carreteras principales. Un ancho

de 3,05 m se considera adecuado en caminos con bajos volúmenes de tránsito, donde las operaciones de sobrepaso son infrecuentes y el porcentaje de vehículos pesados es bajo. ⁽¹⁾

En carreteras con calzadas separadas de dos carriles por sentido de circulación, los anchos de cada calzada quedan limitados a un máximo de 8,00 m, ya que anchos mayores pueden alentar operaciones en tres filas simultáneas de vehículos, con el consiguiente riesgo potencial de accidente.

En caminos de baja categoría con superficies de tipo inferior, la calzada se construye en todo el ancho del coronamiento, con valores entre 8,00 m y 11,00 m.

Aunque los anchos de carril de 3,65 m son deseables tanto en vías rurales como urbanas, hay circunstancias en que se proyectan carriles menores.

En zonas urbanas, donde el ancho entre líneas de edificación y el desarrollo urbano existente constituyen fuertes limitaciones, es aceptable el uso de carriles de 3,35 m.

Los carriles de 3,05 m se utilizan para vías de baja velocidad. En zonas residenciales, y calles con bajo volumen de tránsito, son adecuados los carriles de 2,75 m.

Dado que la función principal de una vía urbana es el movimiento de los vehículos, es deseable restringir el estacionamiento en la calle, ya que el mismo disminuye la capacidad, dificulta el flujo de tránsito, y aumenta el potencial de accidentes. Sin embargo, el importante uso del suelo requiere la previsión del estacionamiento al lado del cordón.

Para los carriles de estacionamiento, en zonas comerciales e industriales se recomienda un ancho de 2,75 m a 3,05 m, mientras que en zonas residenciales dicho ancho puede reducirse a valores comprendidos entre 2,20 m y 2,40 m.

Es de suma importancia demarcar claramente los límites de los carriles, tanto de circulación como de estacionamiento, mediante una adecuada *señalización horizontal*.

2.3. Banquinas

Las banquetas cumplen múltiples funciones, detallándose a continuación las más importantes:

- Brindan lugar para detención fuera del carril de tránsito en caso de desperfectos mecánicos, ya que un vehículo detenido sobre la calzada es un factor de riesgo de accidente.
- Proveen espacio para salida fuera del carril de tránsito en caso de emergencia.
- Proporcionan un espacio lateral libre de obstáculos que contribuye a mejorar el flujo de tránsito sobre la calzada y la apariencia estética del coronamiento.
- Ofrecen un ancho adicional para operaciones de mantenimiento de la carretera, y para la colocación de las defensas y postes guía.
- Proveen un soporte lateral a la estructura del pavimento.
- Aumentan la distancia visual en caso de curvas cerradas en secciones en desmonte.

2.3.1. Tipo de banquina

El tipo de superficie de las banquetas debe ser altamente contrastante con el de la calzada a fin de desalentar su uso como carril de tránsito.

Las banquetas deben ser diseñadas para soportar las cargas de los vehículos que eventualmente hagan uso de ellas bajo cualquier condición climática.

⁽¹⁾ Según conversión de unidades del sistema inglés al métrico realizado por AASHTO en el año 1994 (1 pie = 0,30 metro), los carriles de 10, 11 y 12 pies corresponden a 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m respectivamente.

Deben tener una pendiente transversal, función del tipo de superficie, que asegure el correcto desagüe del coronamiento, y presentar condiciones favorables para resistir posibles procesos erosivos. A su vez, la pendiente máxima está limitada por la incomodidad que pueda provocar en el conductor la inclinación del vehículo.

Las banquetas adyacentes a calzadas con cordones admiten menores pendientes, ya que el desagüe de la calzada no se realiza por encima de ellas.

A continuación se detallan distintos tipos de recubrimiento de banquetas y los valores de pendientes transversales mínimos recomendables:

Tabla 5: Pendientes transversales mínimas de las banquetas

| TIPO DE BANQUINA | PENDIENTE TRANSVERSAL | |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| | CALZADA SIN CORDÓN | CALZADA CON CORDÓN |
| TRATAMIENTO BITUMINOSO SUPERFICIAL | 3% - 5% | 2% |
| ESTABILIZADO GRANULAR | 4% - 6% | 2% - 4% |
| CÉSPED | 8% | 3% - 4% |

En calzadas de tipo superior se utilizan las banquetas con tratamiento superficial bituminoso sobre una base de estabilizado granular. Este tipo de banquetas puede alentar su uso, por parte de los conductores, como carril de tránsito. Esto se evita diseñando la superficie con un adecuado contraste de color y textura con respecto a la calzada. El contraste visual es evidente si la calzada es de hormigón, pero si ésta es de concreto asfáltico debe utilizarse un agregado pétreo de tono diferente al del pavimento, complementándola con una adecuada demarcación horizontal.

Las banquetas con césped sobre un estabilizado granular requieren poco mantenimiento, son de agradable apariencia, realizan una buena demarcación de la calzada, y desalientan su uso como carril de tránsito. Tienen la desventaja que el césped mojado es resbaladizo a menos que esté muy corto.

Las banquetas de estabilizado granular dan excelente resultado pero tienen el inconveniente, en zonas de clima seco, de perder el material fino integrante de la mezcla, produciéndose nubes de polvo que reducen la visibilidad.

En los bordes de la calzada adyacentes a banquetas no tratadas es frecuente la formación de huellas en las cuales se acumula el agua de las lluvias, destruyendo el borde del pavimento. Tanto el ahuellamiento como la rotura del borde de la calzada reducen la seguridad en la circulación vehicular.

En calzadas de tipo inferior las banquetas reciben el mismo tratamiento que la superficie de rodamiento, constituyendo una unidad en todo el ancho del coronamiento.

Todos los tipos de banquetas deben construirse y mantenerse perfectamente a nivel con la superficie pavimentada de la calzada.

2.3.2. Ancho de banquina

Se define como **ancho teórico** de banquina a la longitud medida desde el borde de la calzada hasta la intersección del plano de la banquina con el plano del talud. Se denomina **ancho útil** al ancho real que puede ser usado por un vehículo durante una emergencia.

Las banquetas y los taludes se identifican entre sí mediante una curva de redondeo (en general de 1,00 m de longitud) de manera de eliminar el quiebre. Cuando la pendiente del talud no supera 1:4 el ancho útil coincide con el ancho teórico, ya que el redondeo no produce un

descenso apreciable del borde de la banquina. Si la pendiente del talud es mayor, el ancho útil se mide hasta el comienzo de la curva de identificación.

El ancho de la banquina debe mantenerse a lo largo de toda la carretera, a fin de lograr la continuidad de las condiciones de flujo vehicular y seguridad.

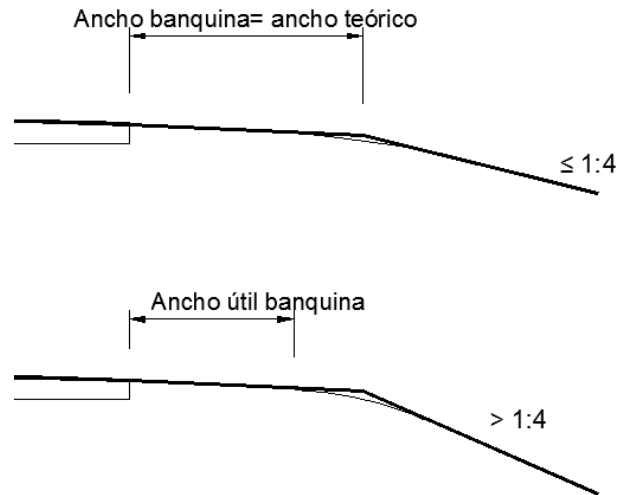


Fig. 7: Anchos de banquina

Para definir el ancho necesario de banquina se tiene en cuenta que un vehículo detenido sobre la misma debe estar alejado del borde de la calzada por lo menos 0,30 m. Además debe proveerse un espacio mínimo de 0,60 m para poder operar sobre dicho vehículo en caso de reparación. Estas consideraciones determinan un ancho útil deseable de banquina de 3,00 m a 3,40 m.

Donde se prevea colocar barandas de defensa o postes-guía debe ensancharse la banquina, en un ancho mínimo de 0,50 m, a fin de empotrar estos elementos sin reducir el ancho útil de la misma.

El ancho de las banquetas en autopistas y autovías depende del número de carriles y según se trate de la banquina exterior-derecha o interior-izquierda. Para un buen diseño, se recomienda banquetas pavimentadas continuas en ambos lados de las dos calzadas.

- **Externa-Derecha.** El ancho total mínimo será de 3,00 m, de los cuales, por lo menos 2,50 m serán pavimentados para dos carriles en un sentido. Cuando se dispongan barandas de defensa, se mantendrán los 3,00 m de ancho libre, con el sobrecancho del coronamiento necesario para la ubicación de la defensa y su adecuado empotramiento.
- **Interna-Izquierda.** El ancho total mínimo será de 3,00 m, de los cuales, por lo menos 1,00 m será pavimentado.

En carreteras principales es común adoptar un ancho mínimo de 3,00 m. En carreteras secundarias puede adoptarse como ancho mínimo 1,20 m, si bien son deseables anchos entre 1,80 m y 2,40 m.

2.4. Coronamiento en zona de curva horizontal

En tramos de carretera en curva horizontal, se modifica la calzada dándole una única pendiente transversal (peralte) hacia el interior de la curva. El valor del peralte queda determinado por una relación entre la velocidad de diseño y el radio de la curva. Los valores del peralte varían entre un mínimo, determinado por requerimientos de orden hidráulico, y un máximo limitado por razones de fricción en el sistema neumático-calzada (vehículos que circulan a bajas velocidades, especialmente en calzadas heladas o nevadas).

En lo que respecta a las banquetas, deben proyectarse modificaciones en su pendiente transversal de manera de adaptarla al peralte de la calzada.

La banquina externa, en este caso, tiene pendiente contraria a la de la calzada, no desaguando sobre ésta. Por lo tanto pueden utilizarse los valores de pendientes de banquetas adyacentes a calzadas con cordón.

La banquina interna de la curva se diseña con la pendiente normal si ésta es mayor que el peralte, sino toma el mismo valor que el peralte.

Para minimizar el quiebre entre la calzada y la banquina externa se suele proyectar sobre ésta, un tramo horizontal de 0,50 m de ancho o una curva vertical de redondeo entre ambos planos.

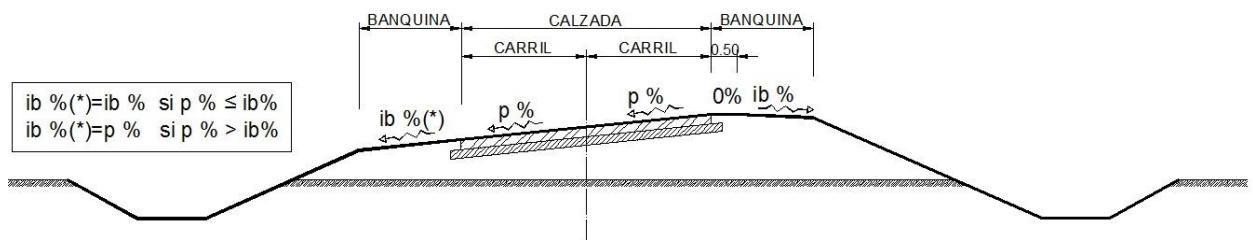


Fig. 8: Coronamiento en zona de curva horizontal

2.5. Taludes y contrataludes

Los taludes deben ser lo más tendido posible a fin de proporcionar un efectivo control de la erosión, un bajo costo de mantenimiento, adecuadas condiciones de seguridad, y un favorable aspecto estético de la carretera.

El talud máximo es aquél compatible con la estabilidad del suelo, pero esto no significa que sea el que produce el mínimo costo de construcción y mantenimiento. La terminación y el perfilado del talud, el estabilizado (en caso de suelos finos no cohesivos con baja estabilidad natural) y el sembrado de césped, obligan a pendientes del orden de 1:3 (1:2 como límite máximo) para que puedan ser ejecutados con los equipos viales corrientes en forma económicamente razonable.

Los taludes con pendiente de hasta 1:4 presentan favorables condiciones de seguridad, ya que sobre dicha pendiente puede circular un vehículo en emergencia sin que el conductor pierda el control del mismo, no necesitando barandas de defensa, cualquiera sea la altura del terraplén. En caso que el ancho de la zona de camino no permita taludes tan tendidos, o razones de economía en el movimiento de suelos obliguen a taludes más empinados, se debe prever barandas de defensa en aquellos sitios con alturas elevadas. Esta altura se mide desde el borde externo de banquina hasta el fondo de la cuneta, o intersección del talud con el terreno natural si no existiera la cuneta.

Resulta conveniente realizar un estudio económico comparativo entre el costo de colocación y mantenimiento de las barandas de defensa y los mayores costos del movimiento de suelos debido al uso de taludes más tendidos, a fin de adoptar la solución menos gravosa. Cabe destacar que estos taludes producen menores gastos de mantenimiento, dado que atenúan los procesos erosivos.

No es conveniente colocar barandas de seguridad en tramos cortos de camino ya que, por razones de seguridad y estética, es conveniente mantener la continuidad en las características del coronamiento.

Los contrataludes pueden tener pendientes mayores que las requeridas para los taludes pues, al estar más alejados del coronamiento, los requerimientos en cuanto a la

seguridad son menores, pudiéndose llegar a adoptar pendientes compatibles con la estabilidad del suelo in situ.

Cuando el ancho de la zona de camino es restringido, o cuando las laderas son demasiado abruptas, no pueden utilizarse los taludes y contrataludes normales. En estos casos se deben proyectar muros de sostenimiento, ubicados ladera arriba del coronamiento, conteniendo el empuje del pie de la ladera, o en la zona de abajo, soportando el empuje del terraplén, o en ambos lados. En ningún caso la ubicación del muro debe reducir el ancho del coronamiento.

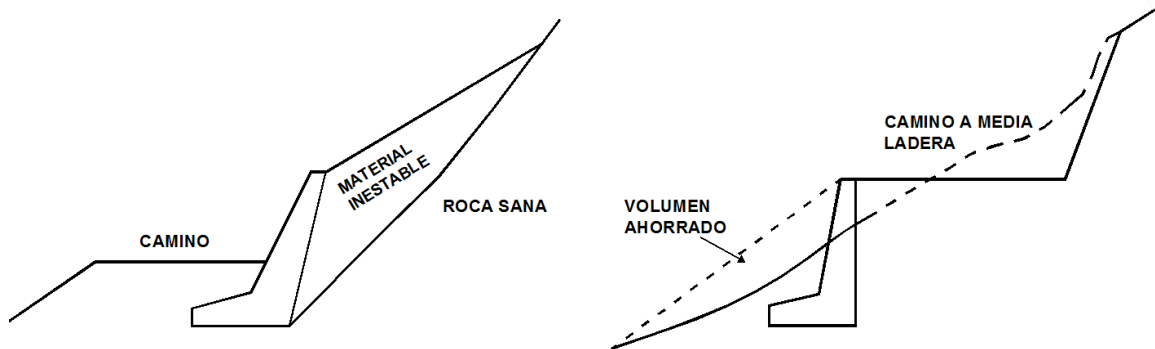


Fig. 9: Muros de sostenimiento

2.6. Cunetas

Las cunetas cumplen la función de coleccionar y evacuar las aguas pluviales de la carretera y zonas adyacentes, según las cuencas de aporte correspondientes. Para ello deben satisfacer dos condiciones básicas: no provocar procesos erosivos ni permitir acumulación de sedimentos.

También tienen la función adicional de proporcionar suelo proveniente de su excavación para ser usado en la construcción de los terraplenes.

Por lo tanto el ancho de las soleras de las cunetas varía desde un mínimo exigido por las condiciones hidráulicas, hasta un máximo compatible con el ancho de la zona de camino, cambiando a lo largo del camino de acuerdo a las necesidades de suelo para la formación de los terraplenes.

Por otra parte, y desde el punto de vista constructivo, para que el trabajo de los equipos viales en la excavación de las cunetas sea económicamente rentable, el ancho de las soleras debe ser compatible con las dimensiones del equipo excavador, siendo este ancho, en general, superior al mínimo exigido por condiciones hidráulicas.

La pendiente longitudinal de las cunetas habitualmente no coincide con la de la rasante, en especial en zonas llanas donde el cumplimiento de los requerimientos hidráulicos puede presentar dificultades en el proyecto de los desagües. Por otra parte, el eje planimétrico de las cunetas no suele ser paralelo al eje de la carretera.

Debe procurarse que las cunetas no sean muy profundas, a fin de lograr una completa visibilidad de las mismas por parte de los conductores. La pérdida visual de las cunetas provoca sensación de inseguridad en los usuarios del camino. Asimismo, cunetas profundas pueden requerir que el coronamiento lleve baranda de defensa.

2.7. Barandas de defensa y postes-guía

Las barreras longitudinales se utilizan para proteger a los conductores de los peligros naturales o artificiales al costado del camino. Ocasionalmente se usan para separar al tránsito de peatones, ciclistas.

Se proyectan **barandas de defensa** en aquellos lugares en los cuales los vehículos que salgan de la calzada por causa de accidente o pérdida de control, estén sometidos a un riesgo mayor que el que les provocaría impactar contra dichas barandas. Por ejemplo, donde los terraplenes son elevados y sus taludes tienen fuertes pendientes, o donde se presentan obstáculos cerca de la calzada (estribos de puentes, desmontes en roca, etc.).

Las barandas de defensa deben ser diseñadas de manera de resistir el impacto de los vehículos y desviar su trayectoria sobre su costado, de manera de obtener una detención progresiva. En ningún caso deben diseñarse defensas que provoquen la súbita detención del vehículo, ya que ello es causa principal de accidentes fatales.

Según su capacidad de deformación durante un choque, los sistemas de barreras se clasifican en:

- Rígidos
- Semirrígidos
- Flexibles

- **Sistemas rígidos:** incluyen cualquier estructura suficientemente rígida como para no deformarse sustancialmente frente al impacto de un vehículo de la clase para la cual fue diseñada. En algunos casos se combinan un elemento inferior de hormigón y un elemento superior de acero y en otros se construyen totalmente de hormigón o de acero.

Típicamente tienen una altura mínima de 0,80 m; puede aumentarse según las características de los eventuales vehículos que los impactarán, y de las condiciones del emplazamiento.

Dado que su deflexión es prácticamente nula, estos sistemas son la solución de preferencia para los cancheros centrales de sección reducida, puentes y muros de contención de suelos y túneles, donde sea esencial minimizar las deflexiones.

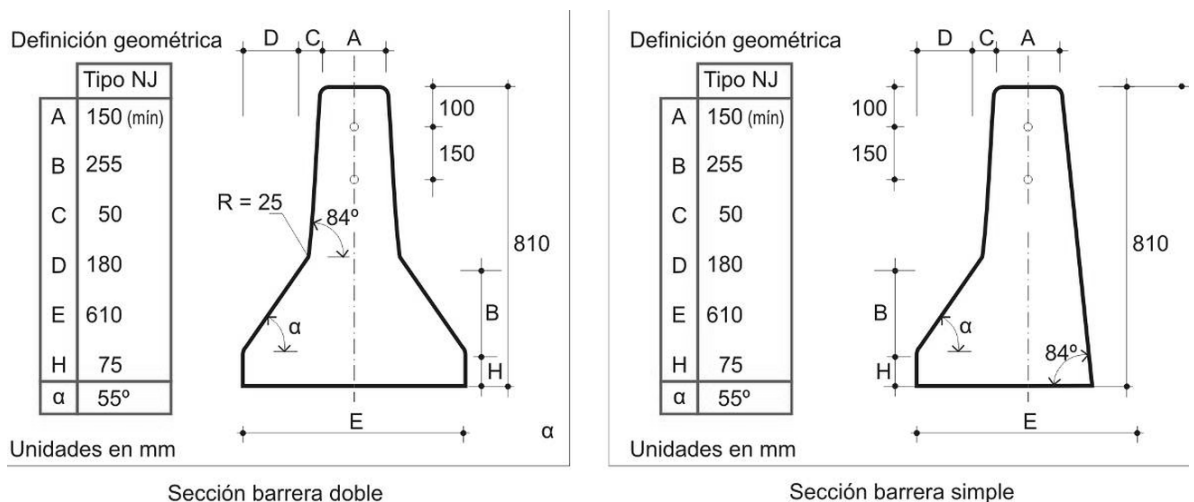


Fig. 10: Barreras rígidas (Tipo New Jersey)

- **Sistemas semirrígidos:** controlan y redireccionan a los vehículos que los impactan, disipando la energía mediante la deformación de los postes y viga. Consisten generalmente en barreras metálicas formadas por:

- Perfil metálico doble o triple onda
- Poste de acero o madera
- Pueden o no contar con un bloque separador de madera o plástico

Los postes se empotran en el terreno y se espacian a distancias variables entre 0,90 m y 1,90 m, en función del grado de rigidez que se desee obtener.

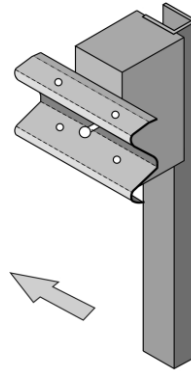


Fig. 11: Barrera semirrígida con separador

- **Sistemas flexibles:** en general son los más deformables al ser chocados, y absorben así gran parte de la energía lateral. Los sistemas más comunes se construyen de cables de acero o vigas metálicas de perfil W con postes débiles. Transforman la energía lateral del vehículo en trabajo de deformación de la viga o cables de acero. Los postes débiles tienen como única función mantener constante la altura del elemento longitudinal, y no colaboran en la contención. El sistema de sujeción del poste con la viga o cables, es colapsable, lo que permite el desenganche de los postes durante el choque.

El espaciamiento de los postes debe ser tal que permita mantener el elemento resistente a una altura constante. La instalación puede ser mediante hincado en terreno, o vainas prefabricadas. El anclaje del poste no es importante ya que colapsará sin oponer resistencia.

Para su correcto funcionamiento, las barreras flexibles requieren estar ancladas al inicio y fin. Para deflexionar, la barrera requiere detrás una zona lateral despejada de aproximadamente 3,00 m.

Los **postes-guía** cumplen la función de indicar los bordes del coronamiento en aquellos tramos de camino donde las condiciones geométricas reducen la seguridad en la circulación. Por ejemplo, donde se producen cambios forzados en el ancho de banquina, en aproximaciones a estructuras, en sectores de terraplenes altos sobre largos alineamientos curvos, etc., o en zonas sujetas a nieblas frecuentes.

El diseño de los postes-guía debe ser resuelto de manera de no provocar fuertes impactos con los vehículos que, fuera de control, colisionen con ellos.

Tanto las barandas de defensa como los postes-guía deben ubicarse a una separación constante del borde de la calzada, por lo general en el borde exterior de la banquina, la cual se debe ensanchar en 0,50 m para posibilitar el empotramiento de los postes sin reducir su ancho útil. Ambos elementos se complementan con superficies o delineadores reflectantes colocados sobre los lados visibles por los conductores.

Es conveniente que los extremos de la sección de baranda de defensa se diseñen con una transición planialtimétrica. Esta aparición gradual disminuye el riesgo de un posible impacto directo con los elementos terminales de la baranda y mejora la apariencia estética del coronamiento del camino.

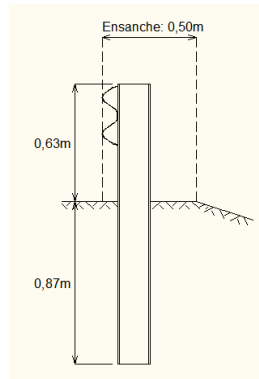


Fig. 12: Baranda de defensa

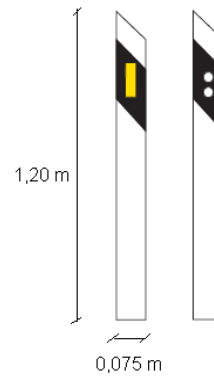


Fig. 13: Poste guía

2.8. Cordones

Los cordones cumplen múltiples funciones, pudiendo destacarse entre otras las siguientes:

- Delinean las entradas y salidas de los carriles auxiliares de tránsito.
- Demarcan el borde de la calzada.
- Controlan el desagüe superficial.
- Protegen los bordes del pavimento.
- Separan el tránsito peatonal del vehicular.
- Mejoran la apariencia estética.

Se presentan dos tipos generales de cordones:

- **Cordones perdidos:** tienen como única finalidad la protección del borde del pavimento, y se utilizan generalmente en los puntos de encuentro de calzadas de tipo superior con aquéllas de menor categoría.

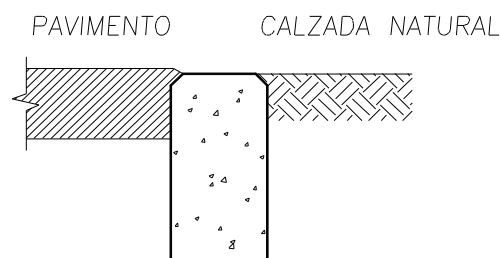


Fig. 14: Cordón perdido

- **Cordones barrera:** pueden construirse como elemento separado de la calzada o como parte integral de la misma (en calzadas de hormigón), aunque en ningún caso se considera su ancho como integrante de la calzada.

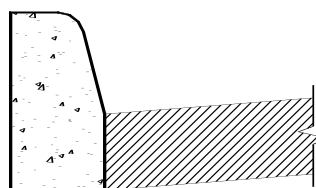


Fig. 15: Cordones barrera

A los efectos de que sean fácilmente visibles, especialmente de noche y en áreas expuestas a nieblas y lluvias frecuentes, se construye su capa superior con cemento blanco, utilizándose también marcas y botones reflectantes.

Los cordones de tipo emergente se pueden clasificar en:

- * *Cordones barrera*: son relativamente altos (altura menor de 20 cm, para evitar el choque con las puertas y defensas de los vehículos) y de caras empinadas (pendiente menor de 3:1), a los efectos de impedir o, al menos, desalentar que los vehículos los crucen.

Se los utiliza en calles urbanas, cancheros centrales, isletas para refugio de peatones, etc. Los más altos son utilizados en puentes, como defensa de las aceras.

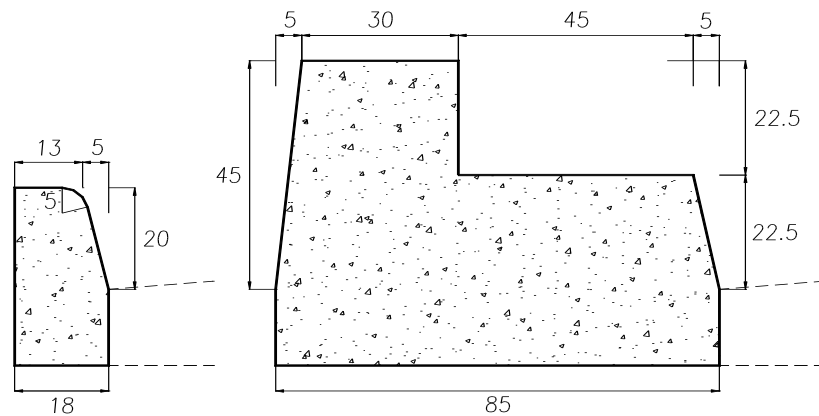


Fig. 16: Cordones barrera

- * *Cordones montable*: son diseñados para que puedan ser cruzados eventualmente por vehículos en situación de emergencia, siendo por lo tanto bajos (altura menor de 15 cm), de caras con suaves pendientes (menor de 1:1) y con aristas redondeadas.

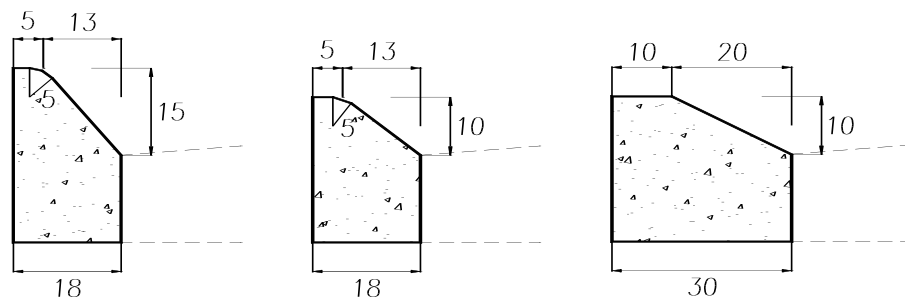


Fig. 17: Cordones montables

- * *Cordones cuneta*: son cordones diseñados con una solera. Tienen un ancho de desagüe entre 0,30 m y 1,00 m con pendiente transversal de hasta 8%, y longitudinal no menor del 0,2%.

En general, por razones de economía, no se diseña la sección de desagüe del cordón cuneta de manera de contener el total del escurrimiento máximo, previendo en esos casos una momentánea inundación parcial de la calzada.

Cuando la diferencia de pendientes transversales entre calzada y solera del cordón cuneta no supere 6%, el ancho de la solera puede ser considerado como parte de la calzada.

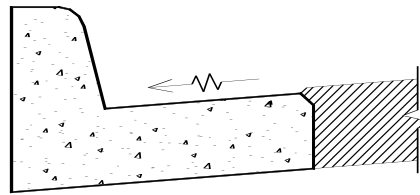


Fig. 18: Cordón cuneta

En general, los cordones montables situados en el borde de los carriles de tránsito no afectan a la circulación de los vehículos, ya que sus caras bajas e inclinadas no producen, al parecer, ningún efecto restrictivo sobre los conductores.

En cuanto a los cordones barrera, la separación lateral que adoptarán los conductores estará supeditada a la altura e inclinación de sus caras, a la existencia de otras obstrucciones por fuera del cordón (árboles, postes de alumbrado, etc.), y a la longitud del tramo con cordón, requiriendo por lo tanto un ancho adicional de carril. La introducción de un cordón barrera debe ser hecha en forma gradual, variando su posición en forma planialtimétrica.

2.9. Cantero central

El cantero central cumple funciones como separador de corrientes vehiculares que circulan en sentidos opuestos. A este fin debe ser totalmente contrastante con los carriles de tránsito, altamente visible bajo cualquier condición climática, y lo suficientemente ancho como para proveer adecuadas condiciones de seguridad en la circulación.

Habitualmente el ancho de los canteros centrales varía desde un mínimo de 1,20 m, para lograr una adecuada separación física de los flujos de tránsito, hasta valores del orden de 18,00 m o más. Anchos de canteros inferiores a 4,50 m pueden permitir su desagüe sobre la calzada, mientras que valores superiores obligan a prever un sistema de drenaje dentro del separador.

En general se emplean canteros centrales con cordones en áreas urbanas y suburbanas, reservando las secciones más anchas y sin cordones para zonas rurales.

Los canteros centrales angostos, hasta 4,50 m de ancho, deben delimitarse con cordones, montables o barrera, con una cubierta de césped para anchos mayores de 1,80 m. Los de anchos menores se pavimentan ya que no permiten una adecuada seguridad en el sembrado y mantenimiento de la cobertura vegetal. El desagüe de las aguas pluviales se realiza por sobre la calzada, para lo cual se le debe dar un perfil con cierto abovedamiento.

En áreas urbanas donde se puedan producir giros por sobre el cantero central en situaciones de emergencia, puede usarse un cantero angosto, hasta 1,80 m de ancho, pavimentado, sin cordones y fuertemente abovedado (flecha de 8 a 10 cm), contrastante con los carriles de tránsito. A la inversa, si no se quieren permitir los giros, puede utilizarse una baranda de defensa central, requiriéndose un cantero con un ancho mínimo de 2,40 m a los efectos de proveer un adecuado espaciamiento entre el borde del carril de tránsito y la baranda.

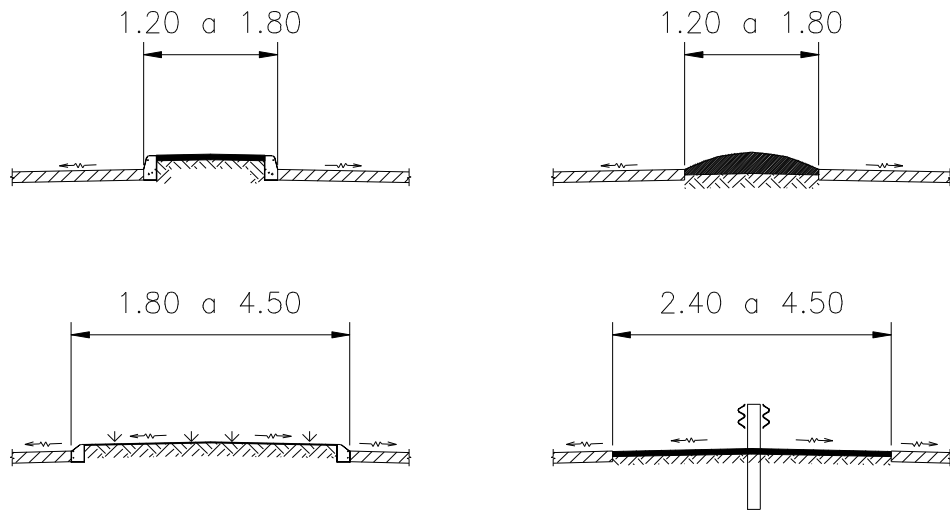


Fig. 19: Canteros centrales angostos

Con anchos superiores a 4,50 m se reemplaza el cordón delineador por una faja de banquina, realizándose el desagüe dentro del cantero. Anchos superiores a 9,00 m permiten la ubicación de dos carriles auxiliares en caso de una futura ampliación de las calzadas. Además, facilitan la plantación de arbustos para proteger el encandilamiento y mejorar las condiciones estéticas de la carretera. Se debe prever una cuneta de desagüe interna, de suficiente profundidad como para evitar el cruce indebido de vehículos sobre el mismo.

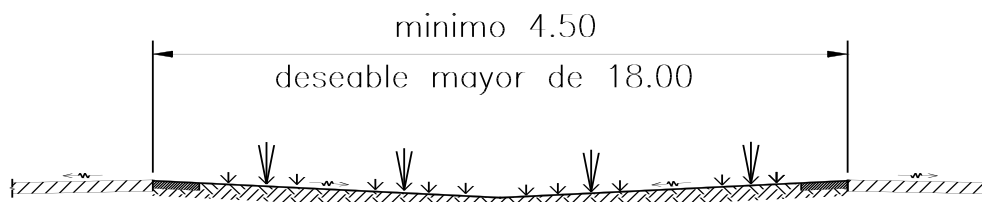


Fig. 20

Cuando las dos calzadas se desarrollan en forma independiente, planimétrica y alimétricamente, el cantero central estará constituido por el terreno natural, siendo su ancho mayor y variable. Esta solución se utiliza en áreas rurales donde el costo de la tierra no es excesivo.

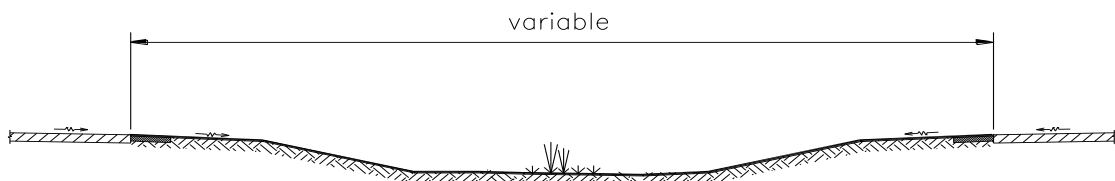


Fig. 21

2.10. Vías peatonales y de ciclistas

Las vías de circulación para peatones reciben el nombre de **senderos** si están ubicadas dentro de la zona de camino, reservándose el nombre de **aceras o veredas** a las correspondientes al ejido urbano.

Los senderos para ciclistas, denominados **ciclovías o bicisendas**, tienen gran utilización en áreas urbanas y suburbanas industriales servidas por autopistas o carreteras expresas; ubicados a ambos lados de las calzadas principales y entre éstas y las calles colectoras. Se los diseña con un ancho función del volumen promedio diario de ciclistas a servir y con gálibo con pendiente transversal adecuada para el correcto desagüe de las aguas pluviales.

En terrenos llanos los senderos peatonales y para ciclistas pueden alejarse suficientemente de la calzada principal como para no interferir en la circulación del tránsito vehicular. Pero donde el ancho de la zona de camino es reducido o el terreno tiene fuerte pendiente transversal, se los debe ubicar cercanos a los carriles de tránsito obligando a la colocación de defensas entre las banquetas y los senderos.

2.10.1. Senderos peatonales y aceras

En general, los senderos peatonales quedan reservados para autopistas y carreteras expresas, en zonas densamente pobladas, ya que el reducido movimiento peatonal no justifica su diseño en carreteras rurales. Se los ubica en los laterales, lo más alejado posible de los carriles de circulación, debiéndose prever cruces peatonales a distinto nivel. Si bien no hay normas establecidas al respecto, se los diseña con un ancho de 2,00 m.

En cuanto a las aceras en ejidos urbanos, su diseño depende en general si se ubican en zona residencial o comercial, de acuerdo a la normativa municipal o local. En zona residencial, el ancho puede variar entre 3,60 m y 6,00 m, con una tercera parte de superficie pavimentada o embaldosada y el resto recubierto con césped; en zona comercial el ancho varía entre 2,40 m y 3,60 m, dependiendo evidentemente de la demanda peatonal, y su superficie es totalmente pavimentada.

Las aceras desaguan hacia la calzada por encima de los cordones, con una pendiente transversal que asegure el correcto escurrimiento de las aguas pluviales (2% al 4%), debiendo evitarse pendientes mayores pues valores de 6% ya causan discomfort en los peatones.

2.10.2. Ciclovías

En el diseño de la ciclovía se debe tener en cuenta el espacio necesario para que opere la bicicleta. Se considera que el gálibo vertical libre deseable es de 2,50 m. Cuando la ciclovía se diseña contigua a un carril de estacionamiento, se debe dejar una distancia libre deseable de 0,80m por la apertura de puertas de los vehículos.

El ancho de carril depende si es de uso exclusivo o compartido, de la velocidad, del volumen, de la presencia de elementos de borde y del confort. En general, AASHTO aconseja los valores que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 6

| | EN CALZADA | ANCHO [m] | OBSERVACIONES |
|------------------------------------|---|-------------|-------------------------------------|
| Un sentido de circulación | Deseable operativo | 1,50 | |
| | Entre carriles de circulación y estacionamiento | 1,50 a 1,80 | |
| | Con carriles de circulación | 1,20 a 1,50 | Depende si hay cordón, baranda |
| | Con carril de estacionamiento angosto (2,10 m) | 1,80 a 2,10 | |
| | Con altos volúmenes de ciclistas | 1,80 a 2,40 | Permite sobrepasos |
| Dos sentidos de circulación | Con bajos volúmenes de ciclistas | 2,40 | Alineamientos con buena visibilidad |
| | Con altos volúmenes de ciclistas | 3,00 a 4,20 | O compartido con otros usuarios |

Para ciclovías adyacentes a calzadas, la pendiente longitudinal prácticamente coincide con la de dicha calzada. Pendientes longitudinales superiores al 5% no son deseables, ya que, si son ascendentes se dificulta la circulación, y en caso de ser descendentes, provocan aumento de velocidad produciendo incomodidad a los usuarios.

En calzadas sin pavimentar se aconsejan pendientes de hasta el 3%. Se deben evitar pendientes longitudinales inferiores al 0,50% porque no garantizan el escurrimiento superficial.

La pendiente transversal del 1%, proporciona buen drenaje superficial. Una única pendiente transversal de la superficie, en vez de un perfil en diedro, colabora con el drenaje y simplifica la construcción.

La iluminación puede mejorar la visión de la ciclovía y de las intersecciones, especialmente de noche o en condiciones de falta de luz por nubosidad o tormenta. La provisión de iluminación debería ser considerada donde se espera un intenso uso nocturno (estaciones, escuelas, universidades, zonas comerciales, áreas de empleo, etc.). Caso contrario, mínimamente convendría iluminar los cruces peatonales y lugares inseguros.

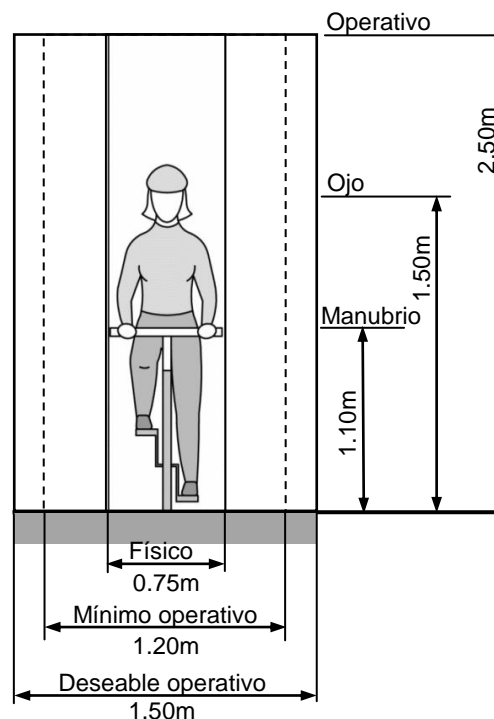
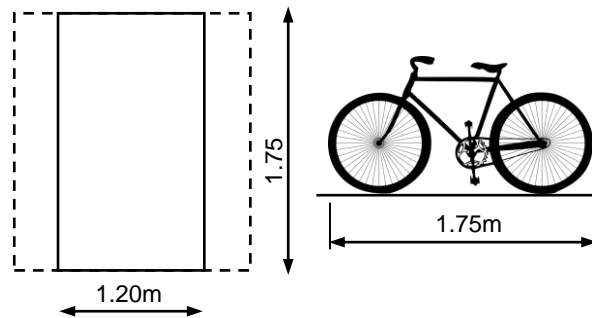


Fig. 22: Dimensiones para la operación de la bicicleta

2.11. Valores usuales de diseño

En la tabla siguiente se detallan los valores reglamentarios referidos a los anchos de calzada y banquetas y pendientes de taludes según las "Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales" de la DNV.

Tabla 7

| CATEGORÍA DEL CAMINO | TOPOGRAFÍA | NÚMERO DE CARRILES | ANCHO DE CORONAMIENTO [m] | | | | TALUDES DEL TERRAPLÉN S/ALTURA [m] | | | |
|----------------------|------------|--------------------|---------------------------|----------|-----------------|---------|------------------------------------|-------------|-------------|--------|
| | | | CALZADA | BANQUINA | CANTERO CENTRAL | TOTAL | 0 A 1,50 | 1,50 A 3,00 | 3,00 A 5,00 | > 5,00 |
| | | | | | | | SIN BARANDA | | CON BARANDA | |
| ESPECIAL | LLANURA | > 2+2 | 7,50 | 3,50 | ≥ 11,00 | ≥ 33,00 | 1:6 | 1:4 | 1:3 | 1:2 |
| | ONDULADA | | 7,50 | 3,50 | ≥ 11,00 | ≥ 33,00 | 1:6 | 1:4 | 1:3 | 1:2 |
| I | LLANURA | 2+2 | 7,50 | 3,00 | ≥ 4,00 | ≥ 25,00 | 1:6 | 1:4 | 1:2 | 2:3 |
| | ONDULADA | | 7,50 | 3,00 | ≥ 4,00 | ≥ 25,00 | 1:6 | 1:4 | 1:2 | 2:3 |
| | MONTAÑOSA | | 7,00 | 3,00 | ≥ 1,00 | ≥ 21,00 | 1:3 | 2:3 | 2:3 | 2:3 |
| II | LLANURA | 2 | 7,30 | 3,00 | --- | 13,30 | 1:4 | 1:4 | 1:2 | 2:3 |
| | ONDULADA | | 7,30 | 3,00 | --- | 13,30 | 1:4 | 1:4 | 1:2 | 2:3 |
| | MONTAÑOSA | | 6,70 | 2,00 | --- | 10,70 | 1:2 | 2:3 | 2:3 | 2:3 |
| III | LLANURA | 2 | 7,30 | 3,00 | --- | 13,30 | 1:4 | 1:4 | 1:2 | 2:3 |
| | ONDULADA | | 6,70 | 3,30 | --- | 13,30 | 1:3 | 1:3 | 1:2 | 2:3 |
| | MONTAÑOSA | | 6,70 | 1,50 | --- | 9,70 | 1:2 | 2:3 | 2:3 | 2:3 |
| IV | LLANURA | 2 | 6,70 | 3,30 | --- | 13,30 | 1:4 | 1:3 | 1:2 | 2:3 |
| | ONDULADA | | 6,70 | 3,30 | --- | 13,30 | 1:2 | 1:2 | 2:3 | 2:3 |
| | MONTAÑOSA | | 6,00 | 1,25 | --- | 8,50 | 2:3 | 2:3 | 2:3 | 2:3 |
| V | LLANURA | 2 | 6,00 | 1,50 | --- | 9,00 | 1:2 | 1:2 | 2:3 | 2:3 |
| | ONDULADA | | 6,00 | 1,50 | --- | 9,00 | 1:2 | 1:2 | 2:3 | 2:3 |
| | MONTAÑOSA | | 6,00 | 1,00 | --- | 8,00 | 2:3 | 2:3 | 2:3 | 2:3 |

NOTAS:

- * En caso de llevar baranda de seguridad el ancho de las banquetas se aumentará en 0,50 m.
- * En zonas onduladas con gran porcentaje de excavación en roca, los taludes del terraplén serán los que correspondan a caminos de zona montañosa de la misma categoría. En zonas montañosas sin apreciable porcentaje de excavación en roca, los taludes del terraplén serán los que correspondan a caminos de zona ondulada de la misma categoría. Si por naturaleza de los suelos algunos de los taludes fijados en la planilla no pudieran mantenerse, podrán aceptarse taludes más tendidos. En caso de excepción y por causas fundadas podrán proyectarse taludes más empinados, siempre que la naturaleza de los suelos lo permita.

En cuanto a las cunetas y contrataludes, su ancho y pendientes pueden establecerse a partir de las siguientes tablas:

Tabla 8: Anchos mínimos de solera de cuneta

| ANCHOS MÍNIMOS DE SOLERA DE CUENTA | | | | |
|---|--------------------------|--------------------|------------|--------|
| CAMINOS PRINCIPALES | LLANURA y ONDULADA | TERRAPLÉN | 3,00 m | |
| | MONTAÑOSA | DESMONTE | d ≤ 2,00 m | 3,00 m |
| | | | d > 2,00 m | 1,00 m |
| CAMINOS SECUNDARIOS | | EXCAVACIÓN COMÚN | 1,00 m | |
| | | EXCAVACIÓN EN ROCA | 0,50 m | |

Tabla 9: Pendiente de contratalud

| CONTRATALUDES | | | |
|------------------------|------------|-------------------|-----|
| CAMINOS PRINCIPALES | d ≤ 3,00 m | 1:2 | |
| | d > 3,00 m | SUELO COMÚN | 1:2 |
| | | SUELO CONSOLIDADO | 1:1 |
| | | ROCA DESCOMPUESTA | 3:1 |
| | | ROCA SANA | 5:1 |
| CAMINOS SECUNDARIOS | | SUELO COMÚN | 1:2 |
| | | SUELO CONSOLIDADO | 1:1 |
| | | ROCA DESCOMPUESTA | 3:1 |
| | | ROCA SANA | 5:1 |

NOTA:

d: profundidad de la excavación, medida desde la solera de la cuneta hasta el terreno natural.

3. BIBLIOGRAFIA

- A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS
American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO 2004.
- ESTUDIO DE SEGURIDAD DE TRÁNSITO. NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS.
Dirección Nacional de Vialidad – 1980.
- GUÍA PARA EL DISEÑO DE LOS COSTADOS DEL CAMINO
ROADSIDE DESIGN GUIDE – AASHTO 1989 – Traducción del Ing. Francisco J. Sierra –
Escuela de Graduados Ingeniería de Caminos – U.B.A. – 1996.
- GUIDE FOR THE PLANNING, DESIGN, AND OPERATION OF BICYCLE FACILITIES.
American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO 2010.
- NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CAMINOS RURALES
Ing. Federico G.O. Rühle – Dirección Nacional de Vialidad – 1967.
- PROYECTO DE NORMAS DNV 2010. CAPÍTULO 3 “DISEÑO GEOMÉTRICO”
Dirección Nacional de Vialidad – 2010.

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. CARRETERAS | 2 |
| 1.1. Generalidades | 2 |
| 1.2. Clasificación de las carreteras rurales | 2 |
| 1.2.1. Clasificación técnica | 2 |
| 1.2.2. Clasificación funcional | 3 |
| 1.3. Diseño geométrico de carreteras | 4 |
| 2. ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL | 4 |
| 2.1. Generalidades | 4 |
| 2.2. Calzada | 6 |
| 2.2.1. Tipo de superficie. Pendiente transversal | 6 |
| 2.2.2. Forma del perfil | 7 |
| 2.2.3. Ancho de carril..... | 8 |
| 2.3. Banquinas | 9 |
| 2.3.1. Tipo de banquina..... | 9 |
| 2.3.2. Ancho de banquina..... | 10 |
| 2.4. Coronamiento en zona de curva horizontal..... | 11 |
| 2.5. Taludes y contrataludes..... | 12 |
| 2.6. Cunetas | 13 |
| 2.7. Barandas de defensa y postes-guía | 13 |
| 2.8. Cordones..... | 16 |
| 2.9. Cantero central..... | 18 |
| 2.10. Vías peatonales y de ciclistas | 19 |
| 2.10.1. Senderos peatonales y aceras..... | 20 |
| 2.10.2. Ciclovías | 20 |
| 2.11. Valores usuales de diseño | 21 |
| 3. BIBLIOGRAFIA..... | 24 |