



Índice

2.1	PRINCIPIOS GENERALES	1
2.2	FACTORES HUMANOS	1
2.3	TOPOGRAFÍA	15
2.4	VELOCIDAD	17
2.5	TRÁNSITO	21
2.6	VEHÍCULOS DE DISEÑO	24
2.7	FACTORES AMBIENTALES	27
2.8	FUNCIONES DE LOS CAMINOS	32
2.9	ADMINISTRACIÓN DE ACCESOS	35
2.10	BIBLIOGRAFIA PARTICULAR DE CONSULTA	41

2 CONTROLES DE DISEÑO

2.1 PRINCIPIOS GENERALES

El diseño de las características visibles de un camino está influido por:

- Factores humanos
- Topografía
- Velocidad
- Tránsito
- Vehículo de diseño
- Factores ambientales
- Funciones de los caminos
- Administración de accesos

Con costo anual mínimo, será un buen diseño el que tenga en cuenta simultáneamente los controles básicos, en la medida de su importancia.

Cuando el tránsito es reducido, el diseño vial estará más influido por la topografía; cuando el tránsito es intenso, las necesidades de los usuarios y las características del tránsito intervendrán más en el diseño.

2.2 FACTORES HUMANOS

2.2.1 Componentes clave del sistema de transporte vial

El sistema de transporte vial está formado por: el usuario (factor humano), el vehículo (factor dinámico) y el camino (factor estático), Figura 2.1. Cada componente contribuye a la calidad del tránsito, la cual resulta de complejas combinaciones e interacciones entre:

- *Vehículos y caminos*: descritas en varias guías técnicas usadas por los ingenieros viales;
- *Usuarios y vehículos* (interfaz humano-máquina): la industria automotriz tiene en cuenta las necesidades ergonómicas de los conductores y pasajeros;
- *Usuarios y caminos*: campo de los especialistas en factor humano; no se describen muy bien en las guías técnicas existentes.

Un enfoque deseable sería comenzar con el estudio de las capacidades y limitaciones fisiológicas y psicológicas, y usarlas como una base de la ingeniería vial y de tránsito.

Los proyectistas viales deben preguntarse por qué existen sectores donde se concentran los accidentes (*puntos negros*) en caminos construidos según las normas. Los humanos no son infalibles; por una variedad de razones cometen errores, muchos de los cuales son inducidos por defectos de las características visibles del camino. Las normas de diseño vial deben basarse en comportamientos, necesidades, capacidades y limitaciones humanas.

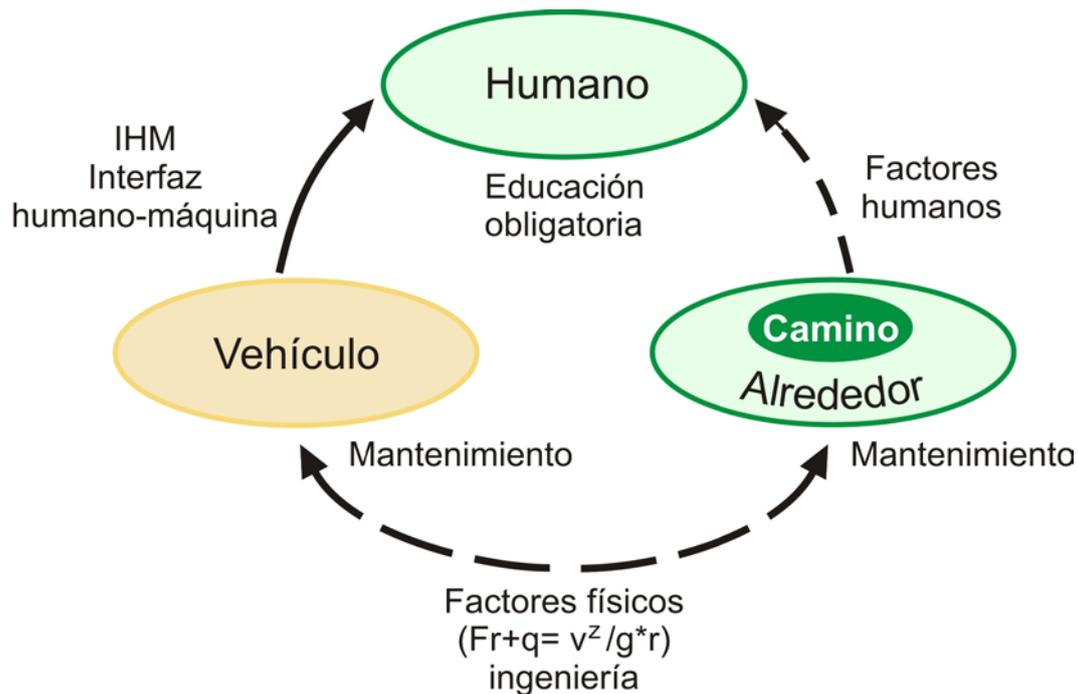


Figura 2.1 Componentes clave del sistema de transporte vial

2.2.2 Prevención de accidentes

Los factores humanos impactan fuertemente sobre el manejo de la seguridad de sistemas técnicos. Desde 1970 se desarrollaron varias normas de diseño para prevenir errores humanos en muchos campos técnicos, entre ellos la industria automotriz. Los proyectistas viales no suelen conocer lo que pasa por las mentes de los conductores.

La construcción de caminos es dominio de los ingenieros. La definición de las necesidades de los usuarios es también dominio de los psicólogos, y hay una brecha entre estas dos profesiones que es necesario cerrar para desarrollar mejores caminos autoexplicatorios, con las características necesarias para reducir eficientemente los errores de los conductores y los accidentes.

Generalmente, un accidente de tránsito es el resultado final de un proceso de múltiples pasos. Según las acciones tomadas en cualquiera de estos pasos, un accidente puede o no evitarse, Figura 2.3. Los especialistas en el factor humano buscan comprender la contribución de los conductores en los accidentes viales, para proponer soluciones que rompan la cadena que conduce a los accidentes.

Dado que los humanos cometen errores, los caminos deben diseñarse para que sean “*indulgentes*” con los errores humanos.

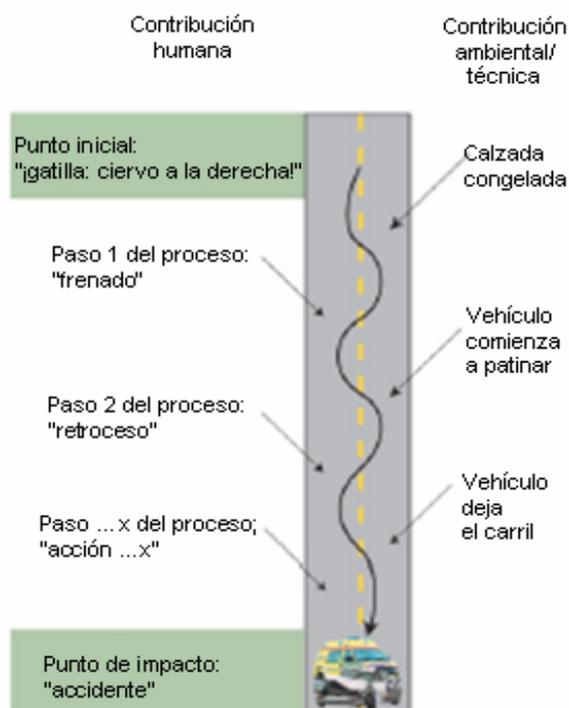


Figura 2.2 Ejemplo del proceso de múltiples pasos que conduce a un accidente

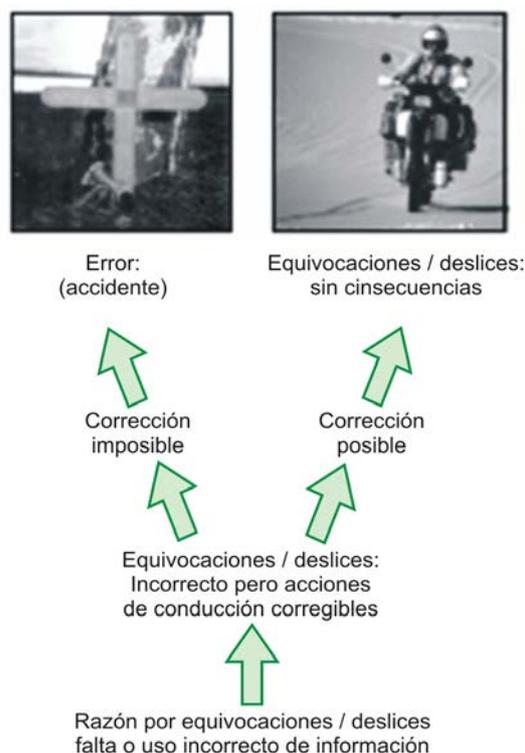


Figura 2.3 Ejemplo de acciones de conducción ante una misma situación

2.2.3 Factores humanos principales

Conductores

La apreciación del comportamiento del conductor como parte de un sistema de tránsito vial es esencial para un efectivo diseño y operación vial. Cuando un diseño resulte incompatible con las capacidades humanas del conductor y de cualquier otro usuario vial, crecen las oportunidades de errores y accidentes.

El conocimiento del comportamiento humano, de sus capacidades y características, es un elemento vital en el diseño vial.

Los usuarios viales no se comportan de la misma forma, y los diseños deben acomodar sustanciales diferencias en el rango de características humanas, y un amplio rango de respuestas.

Sin embargo, si las claves perceptuales son claras y coherentes, la tarea de adaptación es más fácil y la respuesta de los conductores será más adecuada, previsible y uniforme. Las principales respuestas a los requerimientos de los conductores se relacionan con la coherencia de diseño, considerada en [C3].

Para el diseño del camino, esto se traduce en algunos principios útiles:

- El camino debe confirmar lo que los conductores esperan, basados en la experiencia previa.
- Los conductores deben enfrentarse con claves claras acerca de lo que se espera de ellos.

Otros usuarios viales

- **Peatones.** La interacción peatón-vehículo debe considerarse cuidadosamente en el diseño vial, principalmente porque el 50 por ciento de todos los muertos viales son peatones. Las acciones de los peatones son menos predecibles que las de los conductores. Los peatones tienden a seleccionar las trayectorias más cortas entre dos puntos. También tienen una resistencia básica a cambios de pendiente o altura al cruzar caminos, y tienden a evitar usar pasos a distinto nivel no convenientes. Las velocidades de peatones varían desde una velocidad de 1,2 m/s hasta 1,8 m/s.

La edad de los peatones es un factor importante que puede explicar comportamientos que conduzcan a colisiones. Se recomienda que los peatones más ancianos sean considerados mediante diseños simples que minimicen los anchos de cruce y supongan velocidades de andar más bajas. Donde se instalen elementos complejos tales como canalización y carriles de giro separados, el proyectista debe evaluar opciones que ayuden a los peatones ancianos.

La seguridad peatonal es realizada con la provisión de:

- Isletas de refugio de mediana de ancho suficiente en las intersecciones anchas
 - Iluminación en los lugares que demanden múltiple información y procesamiento
- **Ciclistas.** El uso de la bicicleta crece y debe considerarse en el proceso del diseño vial. Mejoramientos tales como:
 - Banquinas pavimentadas
 - Carriles de tránsito exteriores más anchos (mínimo 4,2 m) si no existen banquetas
 - Rejas de tapas de sumideros seguras para las bicicletas
 - Enrase de las tapas de cámaras con la superficie de calzada

El mantenimiento de una superficie limpia para circular puede realzar la seguridad de una calle o camino y alentar el tránsito ciclista: en ciertos lugares puede ser adecuado suplementar el sistema vial existente mediante la provisión de sendas ciclistas específicamente diseñadas. Los elementos de diseño de las sendas ciclistas se tratan en el [C8].

2.2.4 Percepción

Los seres humanos sólo pueden procesar una pequeña parte de los estímulos encontrados en el entorno del camino. Lo que perciben es filtrado, seleccionado y condensado. Varios factores influyen en la percepción, incluyendo:

- Ilusiones ópticas
- Condiciones de contraste y luz
- Claves audibles/visibles
- Edad (necesidades de los conductores ancianos)

Ilusiones ópticas

Pueden conducir a estimaciones incorrectas de la velocidad, distancia, dirección, sentido, ancho de carril, radios de curva, etcétera.

- **Ilusión de ancho de carril.** La convergencia de líneas de orientación conduce a estimaciones incorrectas de los tamaños de objetos tales como ancho de carril.
- **Ilusión de distancia.** La convergencia de líneas de orientación también puede conducir a estimaciones incorrectas de distancias. En la Figura 2.4, la convergencia de una línea de árboles tiene los siguientes efectos:
 - La distancia a la curva se percibe como más larga que la real (la convergencia se interpreta como una profundidad mayor)
 - Se sobreestima la distancia lateral a los árboles
 - Los conductores llegan a la curva antes de lo esperado, lo cual puede conducir a maniobras de sobreconducción

Deben evitarse las líneas de orientación convergente (marcación, borde calzada, líneas de árboles o postes, barreras de choques).

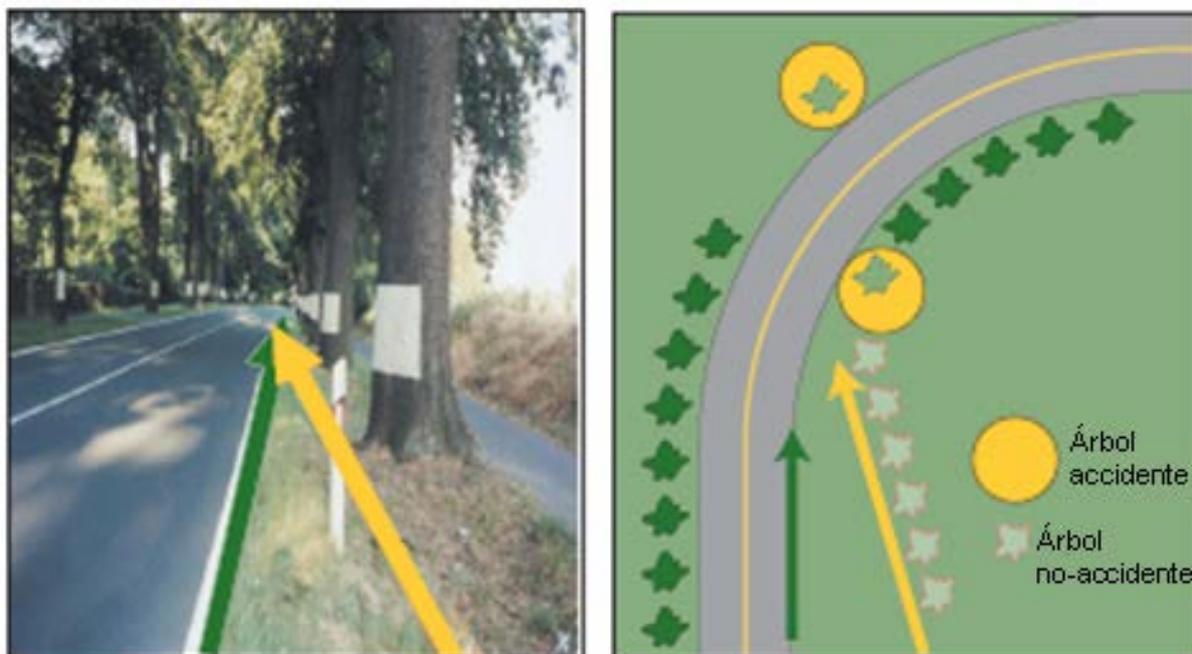


Figura 2.4 Ilusión óptica – Línea de árboles

- **Ilusión radio de curva.** La combinación de una curva horizontal con una curva vertical cóncava sugiere un radio de curva horizontal mayor que en la realidad. Esta situación es mucho más segura, Figura 2.5.

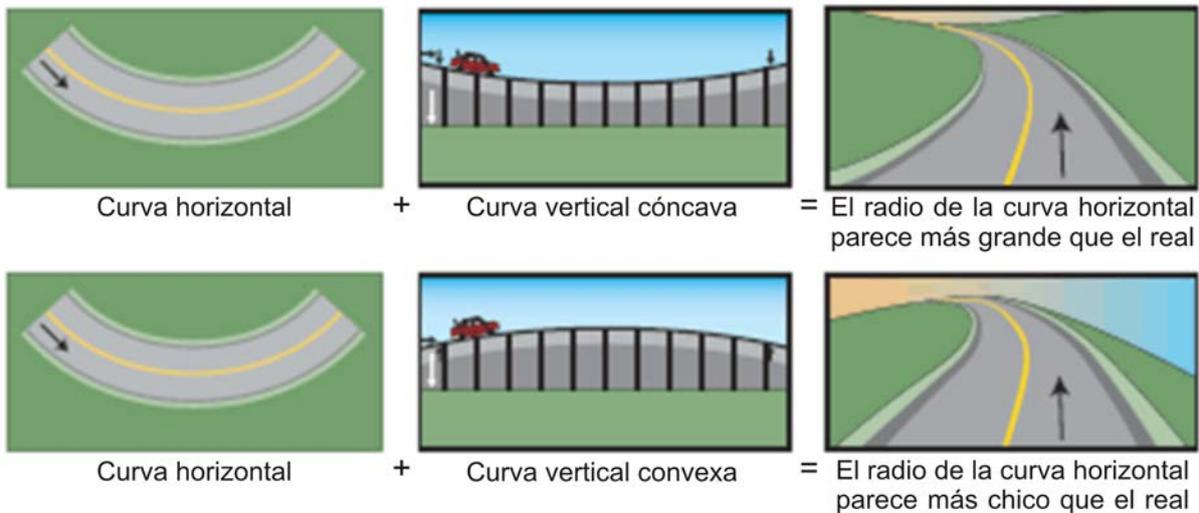


Figura 2.5 Ilusión óptica – Combinación de curvas horizontales y verticales

Condiciones de contraste y luz

- **Problema de aspecto de fondo.** La posibilidad de distinguir información de primer plano y de fondo es crítica en la detección de señales viales y dispositivos de seguridad, Figura 2.6 y Figura 2.7. Los ingenieros viales debieran estar seguros de la siempre adecuada provisión de contraste discriminativo entre las características del camino y su fondo (variaciones estacionales, salida y puesta del sol, noche).

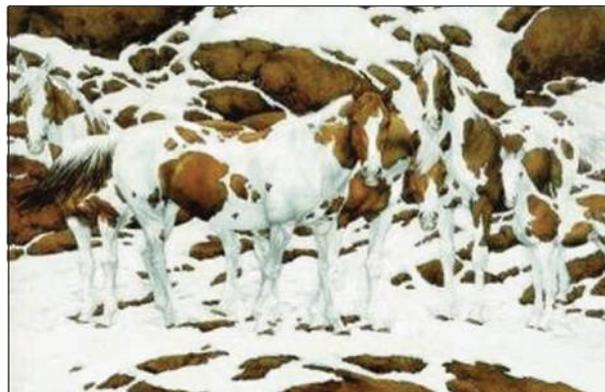


Figura 2.6 Contraste pobre entre primer plano y fondo



Figura 2.7 Mejoramiento del contraste de señales viales

De noche, los colores azul y verde son más fáciles de detectar que el rojo; La combinación de azul y blanco en las señales viales es fácil de detectar de día y de noche.

- **Intensidad y contraste de luz.** Las altas intensidades y contrastes de luz reducen el tiempo de reacción. Para superficies de calzada, la intensidad de luz moderada se correlacionó con más bajas frecuencias de accidentes.
- **Brillo.** Los rápidos cambios de brillo crean efectos estroboscópicos, que pueden molestar la visión y percepción del conductor. Deben evitarse las condiciones del camino que pueden crear tales efectos.

Claves audibles y visuales

El tiempo de reacción depende de la naturaleza del mensaje. Los conductores reaccionan más rápido a las señales audibles que a las visuales. También reaccionan más rápido a una combinación de señales audibles y visuales que a una simple señal.

Las franjas sonoras son muy efectivas para alertar a los conductores de que están dejando el carril de tránsito. Los estudios muestran que pueden reducir los accidentes hasta un 30 % por salida desde la calzada, SDC, Figura 2.8.

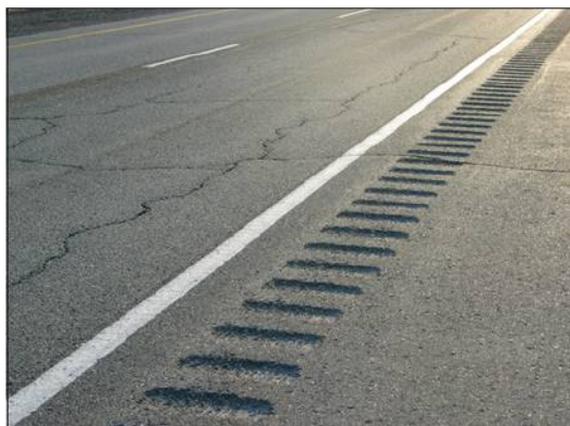


Figura 2.8 Franjas sonoras

Necesidades de los conductores ancianos

En la etapa de diseño deben tenerse en cuenta las necesidades de los conductores ancianos.

Los conductores ancianos tienen:

- Tiempos de percepción más largos
- Capacidades psicomotoras reducidas
- Capacidades visuales reducidas con problemas en:
 - Acuidad visiva
 - Campo de visión lateral
 - Sensibilidad al contraste
 - Susceptibilidad a la ceguera
 - Percepción de objetos en movimiento

2.2.5 Seguimiento del carril

La línea de movimiento óptima de un vehículo está en el medio del carril de tránsito, no cerca de su borde izquierdo o derecho. Sin embargo, los usuarios viales – conductores, ciclistas, peatones – no pueden moverse en líneas rectas. La línea real del movimiento es una senoide plana, Figura 2.9.

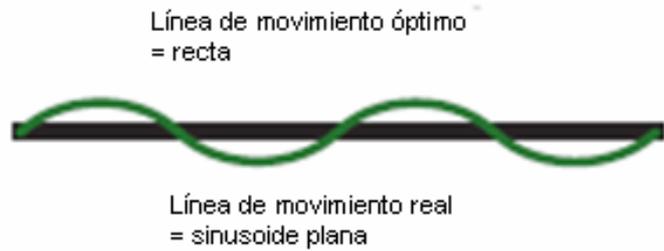


Figura 2.9 Líneas de movimientos óptimo y real

La capacidad de los conductores para mantener una buena línea de seguimiento de carril está influida por varios factores, incluyendo:

- La altura relativa de la superficie de la calzada (fenómeno rayo de equilibrio): cuanto más alta es la superficie del camino comparada con sus costados -p. ej., puente, ribera-, más difícil es mantener una buena línea de seguimiento porque los conductores tienden a moverse hacia el medio de la calzada
- La calidad de las líneas de orientación: las líneas de orientación continuas y bien contrastadas -p. ej., marcas, barreras de choque, líneas de árboles, muros-, mejoran el seguimiento de carril, Figura 2.10. Si las dificultades del seguimiento de línea se observan a la noche, influyen las condiciones de las marcas e iluminación, y dispositivos de delineación
- La presencia de características viales que requieren súbitos cambios de velocidad: la separación lateral del vehículo crece cuando los conductores tienen que reducir súbitamente la velocidad -p. ej., curvas horizontales inesperadas, cerros empinados-. Los conductores tienden a pegarse al medio de la calzada. Los árboles y barreras mejoran el seguimiento del carril

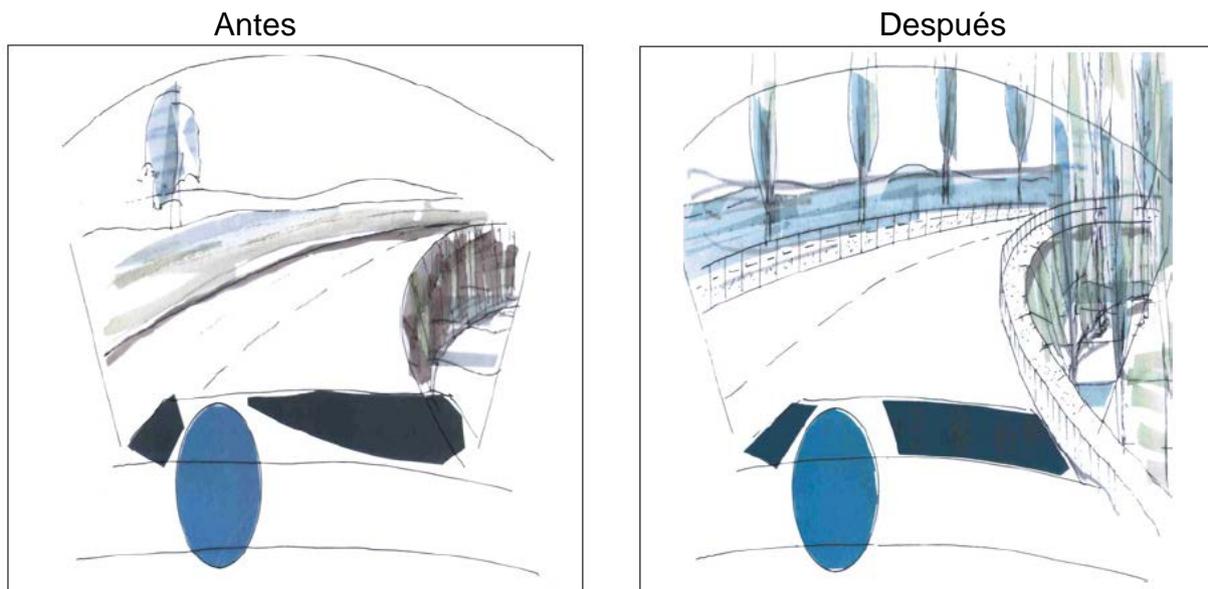


Figura 2.10 Mejoramiento de las líneas de orientación

2.2.6 Elección de velocidad

En la elección de velocidad por parte del conductor influyen varias características del entorno vial:

- Condición global del camino: los entornos que dan un sentir general de comodidad incrementan la velocidad -alineamiento generoso, carriles anchos, suave superficie de la calzada, costados despejados del camino, baja posibilidad de conflictos de tránsito
- Contraste: cuando el contraste disminuye -p. ej. lluvia, niebla-, disminuye la capacidad para estimar las velocidades y distancias -los conductores subestiman su velocidad
- Distancia focal: las distancias focales aumentan con la velocidad

Foco, visión periférica

Hay una relación entre la distancia focal y la velocidad, Figura 2.11. Cuando es necesario mantener velocidades bajas, los caminos deben diseñarse para evitar distancias focales largas, Figura 2.13.

Cuando mayor es la velocidad, más angosto es el campo visual, Figura 2.12. Esto debiera considerarse al elegir la distancia de separación lateral a las señales viales observando que sus postes no representen peligro.

En la Figura 2.13 se observa una combinación de una intersección pobremente visible con un alineamiento recto -larga distancia focal- que contribuye a aumentar las velocidades de operación. Ocurrieron varios accidentes en la proximidad de la intersección. Para reducir la distancia focal, reducir la velocidad e incrementar la visibilidad de la intersección se usaron marcas y tratamiento de la calzada.

El ancho de campo visual de un conductor está influido por su experiencia en la conducción y la naturaleza del ambiente del camino. Los ángulos óptimos de visión son:

- Verticalmente: 20° arriba y 60° abajo
- Horizontalmente: 15-20°

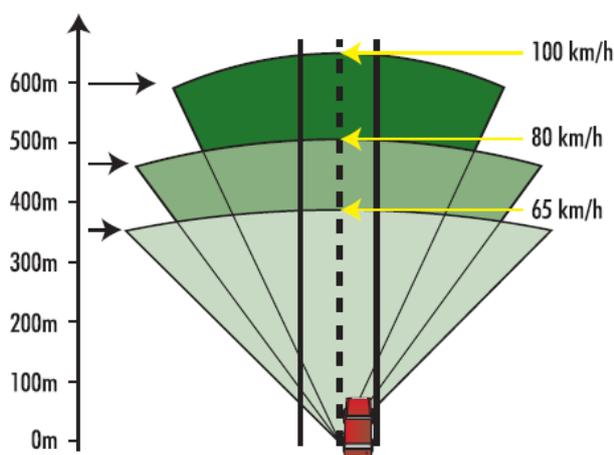


Figura 2.11 Velocidad y punto focal

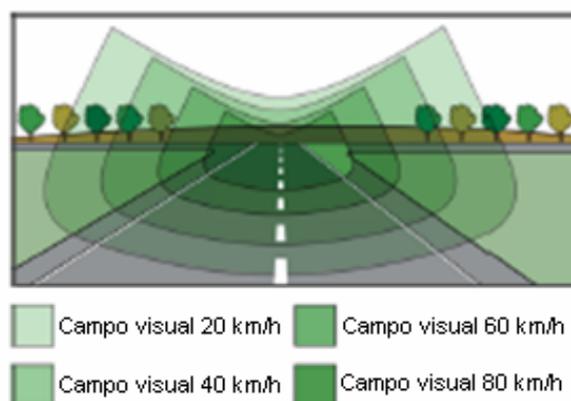


Figura 2.12 Velocidad y visión periférica

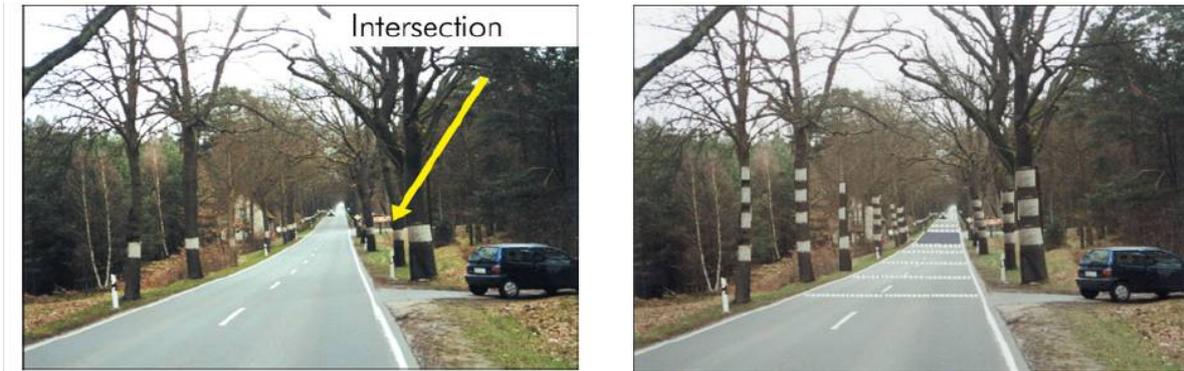


Figura 2.13 Ejemplo de reducción de distancias focales (Izq. antes – Der. después)

Estimación de velocidad

Dado que los conductores tienen dificultades para estimar las velocidades y las distancias, es necesario dar claves adecuadas para ayudarlos en estas tareas, Figura 2.14 y Figura 2.15.

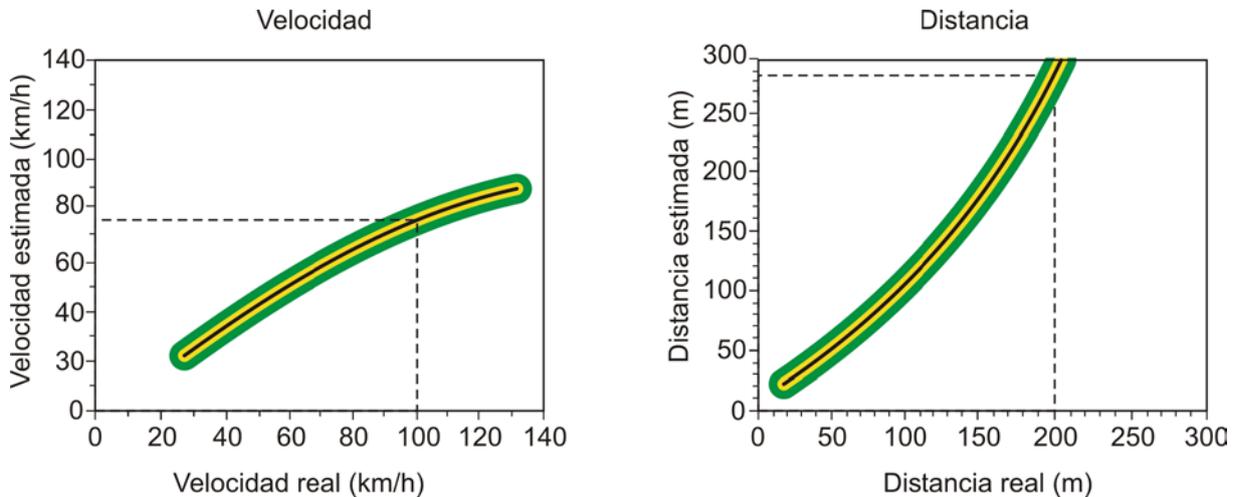


Figura 2.14 Estimación errónea de velocidades y distancias



Debido a la falta de puntos de orientación, los conductores tienen dificultades para estimar las velocidades y distancias de los otros vehículos.

La prioridad se clarificó mediante la instalación de señales y la reducción del ancho del camino secundario (continua barrera de mediana). Se redujeron las excesivas líneas visuales, y se destacó la intersección con isletas de tránsito, arbustos y árboles.

Figura 2.15 Mejoramientos en intersecciones

2.2.7 Orientación y anticipación

La orientación es la conciencia y percepción de relaciones espaciales al conducir: ¿Dónde estoy? ¿Sigo la trayectoria correcta? ¿Hacia dónde voy? ¿Quién se mueve o está detenido? ¿La persona se mueve rápida o lenta?

La anticipación es la búsqueda activa de información, y la determinación de un comportamiento de conducción después de detectar una nueva situación.

Para mejorar la orientación y anticipación es necesario cumplir dos requerimientos básicos:

- Sana categorización del sistema vial
- Respetar las expectativas de los conductores

Categorización del sistema vial

Durante un viaje, los conductores deben ser rápidamente capaces de reconocer la función principal del tránsito del camino. ¿Es un camino con función de movilidad, que debería permitir velocidades altas, o es un camino con función de acceso que requiere velocidades bajas?

En grupos, los conductores eligen señales similares y responden adoptando similar comportamiento de conducción. Cuanto más claras sean las características de una categoría de camino, más seguras, rápidas y homogéneas serán las reacciones y decisiones.

Los ingenieros viales deben usar el ingenio y recurrentes elementos geométricos, características superficiales, señales y otros elementos para cada tipo de camino del sistema de categorización. En la Figura 2.16 se muestran buenos ejemplos.



Autopista coherente con la función movilidad



Mediana ancha para peatones

Figura 2.16 Categorización de caminos – Buenos ejemplos.

Expectativas del conductor

- **Transición.** Para asegurar que los conductores tengan tiempo suficiente para adaptarse a las condiciones cambiantes, los proyectistas viales deben proveer adecuadas transiciones, Figura 2.17 a Figura 2.21.

Verificar las condiciones prevalecientes en:

- Curvas horizontales
- Transiciones entre zonas rurales y urbanas
- Intersecciones
- Cambios en las funciones del camino
- Cambios en la velocidad de diseño

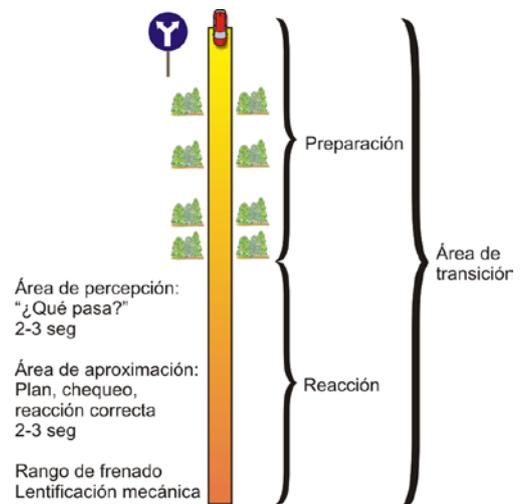


Figura 2.17 Zona de transición

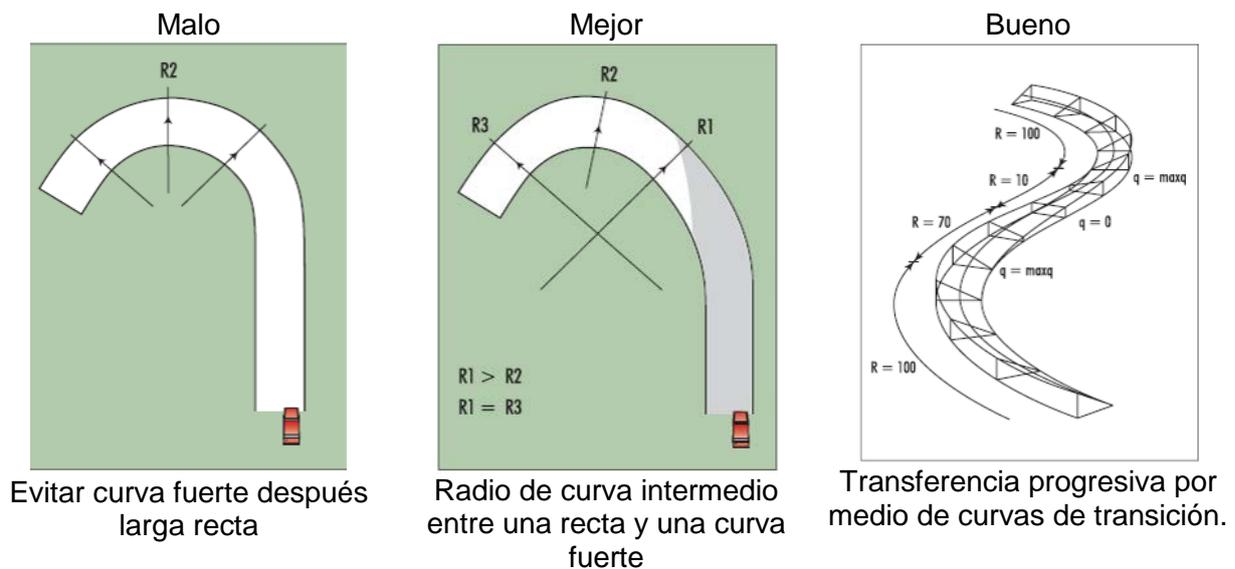


Figura 2.18 Ejemplos - Transiciones en curvas horizontales

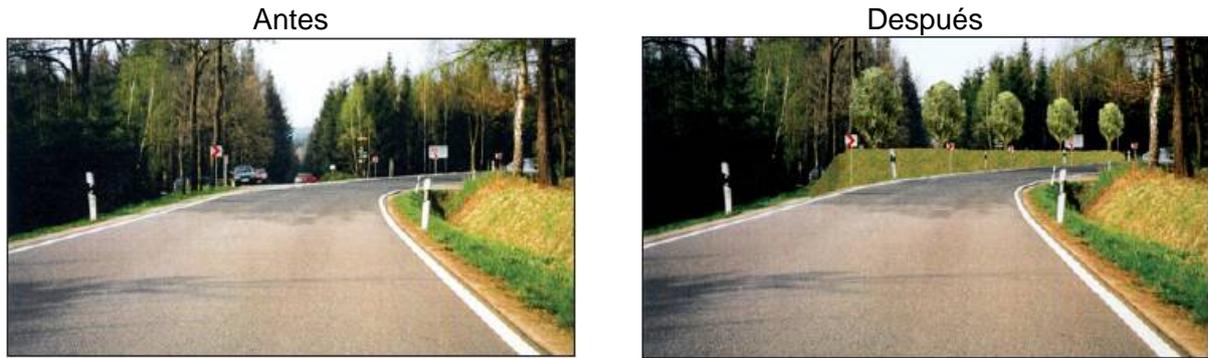
En la Figura 2.19, el camino principal parece continuar derecho adelante, pero gira a la izquierda 300 m adelante. Hay un camino secundario en la continuidad del camino principal.

Recomendaciones:

- acentuar la salida lateral de la curva horizontal (recortar árboles, delineación, marcas);
- mejorar la visibilidad de las señales de advertencia curvas;
- usar superficie de calzada especial.



Figura 2.19 Mala transición en curva horizontal



Antes
Por la presencia de una intersección, el camino principal parece ir derecho adelante. Los conductores no están preparados para cambiar de dirección

Después
Se trasladó la intersección fuera de la curva. Para ocultar el alineamiento previo se agregaron terraplén y árboles

Figura 2.20 Ejemplo – Mala transición. Intersección en curva horizontal



Antes
Camino secundario con parada ómnibus
La señal vial no es coherente con el alineamiento del camino. La presencia de un camino secundario sugiere un alineamiento recto. En la zona de curva hay una parada de ómnibus.

Después
Se modificó la señal vial. El camino secundario está oculto por arbustos. Se trasladó la parada de ómnibus fuera de la curva. Se mejoraron las marcas del pavimento.

Figura 2.21 Ejemplo – Mala transición por señalización defectuosa en curva horizontal

Transición de zona rural a urbana

En la transición entre una zona rural y otra urbana, los conductores deben contar con información suficiente como para estar seguros de reducir su velocidad al nivel que permita operaciones de tránsito seguras. Varias medidas de apaciguamiento-de-tránsito contribuyen a reducir las velocidades, Figura 2.22 y Figura 2.23 desplazamientos horizontales (chicanas), angostamiento de calzada (isleta central, marcación, material de superficie de calzada distinto), plantaciones, desplazamientos verticales (lomos de burro).

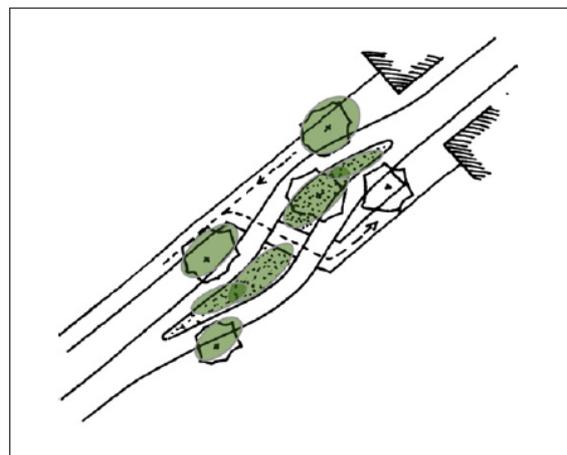


Figura 2.22 Ejemplo – Zona de transición



Figura 2.23 Ejemplo – Buenas transiciones entre ambientes rural y urbano

Conclusión

En el desarrollo de cualquier sistema técnico no puede desdeñarse la posibilidad de error, y el sistema de transporte vial no es una excepción de esta realidad. En el pasado, a menudo los conductores fueron acusados por cometer un error, adoptar un comportamiento inapropiado o tener limitadas aptitudes para conducir. Ahora, se reconoce que las soluciones efectivas al problema requieren mucho más que la simple identificación de la parte “culpable”.

Es importante comprender que las medidas tomadas sobre cada uno de los componentes básicos del sistema de seguridad (humano, ambiente del camino y vehículo), y las tomadas sobre las interfaces entre estos componentes (en particular, humano y ambiente vial), pueden tener un impacto preponderante en la reducción de los errores humanos y la ocurrencia de accidentes.

Los proyectistas viales deben desarrollar entornos del camino bien adaptados a las capacidades y limitaciones humanas. El reciente progreso alcanzado en las soluciones de apaciguamiento-de-tránsito muestra claramente cómo los cambios en la planificación tradicional vial y en las prácticas de diseño, que dependen de la adecuada consideración de las percepciones de los conductores, pueden tener un efecto positivo sobre la seguridad de los usuarios y el bienestar de la población circundante.

También es posible el progreso en zonas rurales, donde las consecuencias de SDC son a menudo agravadas por la presencia de filas de árboles. Algunas fotos en esta norma muestran claramente cómo estos árboles son peligrosos cuando maduran. La presencia de estos “pasillos” puede causar hasta cinco veces más víctimas que en caminos donde están ausentes.

En el futuro, debe esperarse la consideración de un mayor número de elementos para minimizar los errores humanos o minimizar sus efectos, conduciendo a un mejoramiento del nivel de seguridad de las redes viales.

2.3 TOPOGRAFÍA

2.3.1 Características Generales

La configuración del terreno comprende las características físicas y topográficas del terreno junto al uso de las tierras y el desarrollo de la zona atravesada. Si bien todos estos factores influyen en la elección de un trazado, la topografía del terreno junto al tránsito son las que determinan la categoría del proyecto.

Según su relieve, el terreno se clasifica en:

- Llano
- Ondulado
- Montañoso
- Muy montañoso

En zonas llanas, la topografía con sus pendientes reducidas no influye mayormente en el trazado o en el costo de un camino; en zonas montañosas las pendientes importantes del terreno influyen de manera decisiva en el trazado y en el costo del camino. Las zonas onduladas poseen características intermedias entre las dos anteriores. Esta clasificación no es rígida, ya que habrá caminos que deban desarrollarse en terrenos que no podrán encuadrarse estrictamente en la clasificación anterior o que posean secciones con topografías distintas en un mismo proyecto. La presencia de cuencas y cursos de agua, de suelos de baja calidad, de zonas inundables, de cultivos valiosos, de yacimientos de minerales utilizables, o construcciones de importancia, son otros factores que incidirán en la elección del trazado.

2.3.2 Tipos de terreno

- Llano: el eje del camino cruza entre 0 y 10 líneas de nivel de terreno de cinco metros de equidistancia, por kilómetro.
El terreno plano o suavemente ondulado con alineamientos horizontal y vertical casi sin restricciones. Raramente es necesario adoptar valores mínimos de alineamiento. En su mayor parte, los caminos seguirán las líneas de nivel del terreno y los cálculos de corte y terraplén serán pequeños.
- Ondulado: el eje del camino cruza entre 11 y 25 líneas de nivel de terreno de cinco metros de equidistancia por kilómetro.
El terreno ondulado con bajos cerros introduce moderados niveles de elevaciones y caídas con algunas restricciones en el alineamiento vertical.
- Montañoso: el eje del camino cruza más de 25 líneas de nivel de cinco metros de equidistancia por kilómetro.
Rugoso, y montañoso con sustanciales restricciones en los alineamientos horizontal y vertical.

Los costos de construcción serán mayores cuando el terreno se vuelva más dificultoso y los más altos estándares se volverán menos justificables u obtenibles comparados con topografías llanas. Los conductores deben esperar menores estándares en tales condiciones por lo que ajustarán su conducción para minimizar el riesgo de accidentes. La velocidad directriz podrá variar con el terreno a lo largo del proyecto.

2.3.3 Entorno del camino

En el diseño de un camino se estudiará su integración al paisaje y el aprovechamiento de las bellezas naturales. Los valores estéticos deberán considerarse conjuntamente con la utilidad, economía, seguridad y los factores que preocupan al planificador y al proyectista. Esta disposición adquiere mayor valor en el caso de caminos que cruzan zonas de gran belleza natural. El alineamiento planialtimétrico y la sección transversal deben guardar armonía con las condiciones del medio evitando así un quiebre de los factores ambientales.

Siempre será de primordial importancia la economía según las necesidades del tránsito; no obstante, un mayor gasto puede justificarse si se trata de preservar los recursos naturales que poseen un valor económico en sí. Para lograr los efectos deseados, deberán tenerse en consideración, entre otros, los aspectos que se enumeran a continuación:

- El trazado vial deberá ser tal que la nueva construcción proteja el ambiente natural y lo lleve por lugares que destaquen la belleza
 - El trazado y el perfil deberán acomodarse a las características del terreno para que cortes y terraplenes se reduzcan al mínimo. La implantación del alineamiento horizontal mediante el empleo de clotoides, y la suavidad de las pendientes, acordes con los requisitos de diseño, constituyen un buen medio para lograr estos objetivos
 - Es esencial evitar la destrucción de los árboles valiosos, así como proteger la vegetación en general
 - Siempre que sea factible se propenderá, entre los márgenes económicos, a buscar alineamientos curvos amplios y cantero central ancho en calzadas separadas, ya que estos elementos mejoran el aspecto del paisaje y evitan la monotonía del paralelismo
 - Ante la situación de grandes cortes y terraplenes deberá tenerse presente la posibilidad de diseñar viaductos, túneles o muros, siempre que su costo no sea excesivo
 - Las estructuras deberán ser ubicadas y diseñadas para ofrecer el mejor aspecto posible
 - Los taludes deberán alabearse y tenderse cada vez que sea posible y conveniente como una manera de disimular las líneas de construcción y permitir el arraigo de la vegetación. Eventualmente, estos tendidos pueden demostrarse económicamente convenientes para la obtención de materiales para terraplenes (préstamo de corte) o como depósito de materiales excedentes (en tendido de terraplenes, los cuales deben quedar compactados según especificaciones)
 - Los elementos de drenaje se colocarán de manera tal que la erosión, embalses y acumulación de detritos, sean eliminados cuando las condiciones de la naturaleza del lugar lo permitan
 - Las áreas de intersecciones o distribuidores deberán proyectarse de tal manera que sus formas se adapten a los contornos naturales. La apariencia se mejorará posteriormente con un estudio paisajístico adecuado y recuperando la vegetación que no ha sido destruida en la etapa de construcción
-

- Si el clima de la zona y el ancho del cantero central lo permiten, se contemplará la utilización de arbustos que, aparte del embellecimiento, servirán para evitar los deslumbramientos producidos por los focos delanteros de los vehículos que vienen por la otra calzada, contribuyendo así a la seguridad de operación del camino. Los árboles que lleguen a desarrollar troncos de más de 10 cm de diámetro y que queden desprovistos de follaje en su parte inferior, no deben admitirse por el peligro que ellos implican en el caso de colisión, además del efecto indeseable en cuanto a la intermitencia de las luces de los vehículos que circulan en sentido contrario

Los pasajes de fauna y los caminos de paso inferior pueden ayudar a aumentar el contacto del usuario con la naturaleza.



Figura 2.24 Pasajes de fauna



Figura 2.25 Relación del camino con el entorno

La relación del camino con los alrededores juega un papel principal. Todo camino importante constituye una barrera que influye enormemente sobre la gente que vive alrededor, y también sobre el hábitat y especies vegetales y animales. En la planificación vial, los intereses ambientales y ecológicos también tienen aspectos arquitectónicos, abriendo nuevas perspectivas para incluir los elementos del paisaje en un nuevo contexto.

2.4 VELOCIDAD

La velocidad es una de los más importantes factores a considerar por los conductores al seleccionar una alternativa de viaje o modos de transporte. El atractivo del valor de transporte es juzgado hoy en términos de tiempo, conveniencia y capital ahorrado. La velocidad de los vehículos en un camino no es continua sino más bien fluctúa por las siguientes razones:

- Capacidad, cultura y comportamiento del conductor
- Capacidades de operación del vehículo
- Características topográficas del camino y su entorno
- Condiciones climáticas
- Presencia de otros vehículos
- Limitaciones legales de velocidad, límites de velocidad señalizados

El proyectista debe satisfacer las demandas de los usuarios viales en forma segura y económica. El camino debe acomodar casi todas las demandas razonables (velocidad) con adecuación apropiada (seguridad y capacidad), pero no debe fracasar totalmente bajo carga severa; p. ej., las velocidades extremadamente altas o muy bajas mantenidas por un pequeño porcentaje de conductores.

Entonces, los caminos deben diseñarse para operar a una velocidad que satisfaga a la mayoría de los usuarios, no necesariamente a todos.

La relación entre el diseño vial y la velocidad es interactiva:

- El proyectista diseña los elementos del camino mediante la velocidad prevista a la cual se lo usará, estudiando los costos de construcción de los alineamientos alternativos para armonizar con la velocidad de viaje deseada
- La velocidad a la cual será usado depende en gran medida de las características de diseño elegidas

La velocidad real a la cual será usado el camino depende en gran parte de las características de diseño elegidas, sin embargo estimar estas velocidades "a priori" representa una tarea poco sencilla para el equipo de proyectistas dada la falta de mediciones de velocidades reales.

2.4.1 Definiciones

El diseño vial reconoce varias velocidades, todas las cuales están interrelacionadas:

Velocidad directriz (V)

Es la máxima velocidad a la que puede transitar con seguridad, sobre una sección de camino, un conductor de habilidad media manejando un vehículo en buenas condiciones mecánicas, bajo condiciones favorables de: flujo libre, clima, visibilidad y calzada húmeda.

Es la velocidad que define los parámetros mínimos de diseño referidos a distancias visuales, y alineamientos horizontal y vertical. Otros elementos referidos a la sección transversal como el ancho de calzada, banquetas, medianas y zona despejada de peligros están íntimamente ligados a la velocidad directriz y pueden restringirla.

Las velocidades directrices, según la topografía, varían entre los siguientes rangos:

- Muy montañosa de 25 a 50 km/h
- Montañosa: de 30 a 80 km/h
- Ondulada: de 50 a 110 km/h
- Llana: de 90 a 130 km/h.

Algunas recomendaciones relativas a la velocidad directriz:

- En el caso de desarrollarse el trazado de un camino por una zona de características topográficas aproximadamente uniformes, deberá elegirse una única velocidad directriz, según dichas características y con la categoría del camino proyectado
- Si se pasa por una determinada zona, a otra de topografía diferente, p. ej. de una región llana a otra ondulada, se justifica un cambio en la velocidad directriz, siempre que la longitud de la ruta en la zona de distintas características, sea de una magnitud apreciable, y que la propia configuración del terreno predisponga el ánimo del conductor a aceptar la variación de velocidad. En este caso es recomendable no pasar bruscamente de una velocidad directriz a otra muy diferente, sino variarla en magnitudes de 10 en 10 km/h, a medida que cambia la topografía. Una pequeña zona de distinta configuración topográfica menor a 2 km no justifica una alteración en la velocidad directriz
- De no preverse aumentos apreciables de costos, es recomendable proyectar un camino para una velocidad directriz superior a la de su categoría, prolongando su vida útil

Velocidad de operación (VO)

Velocidad a la cual se observa que los conductores operan sus vehículos durante condiciones favorables de: flujo libre, clima, visibilidad y calzada húmeda.

Se consideran condiciones favorables cuando sobre el conductor sólo influye la geometría al momento de la elección de la velocidad. Se define flujo libre cuando la separación entre los vehículos es de 5 segundos o más. En tanto la velocidad directriz es teóricamente posible, la de operación es la observada en caminos existentes, y prevista para condiciones de proyecto similares a las existentes.

Velocidad de operación (VO85)

Velocidad estadística debajo de la cual viajan el 85 por ciento de los vehículos en condiciones favorables.

El estadístico más usado para representar la velocidad de operación es el percentil 85 de la distribución de velocidades de operación.

Velocidad de marcha (VM)

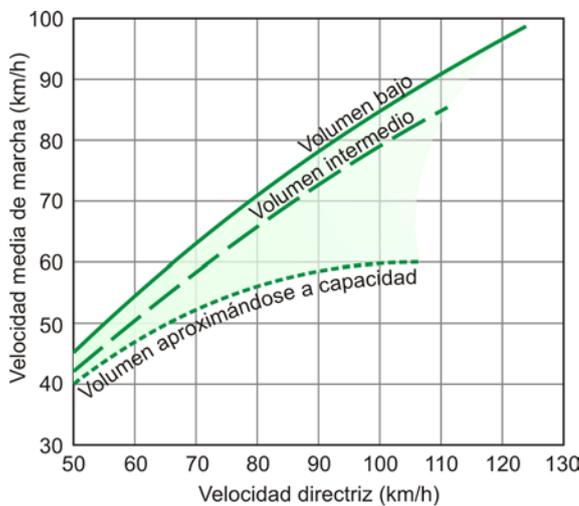
En condiciones de flujo libre, es la relación entre la longitud de una determinada sección de camino, y el tiempo real que un vehículo tarda en recorrerla, excluyendo los lapsos por demoras y detenciones originadas por causas ajenas al camino en sí (el tiempo que el vehículo está en movimiento).

Velocidad media de marcha (VMM)

En condiciones de flujo libre, es la velocidad promedio de una corriente de tránsito computada como la longitud de un segmento de camino dividida por el tiempo promedio de viaje de los vehículos que atraviesan el segmento.

Sumatoria de las distancias recorridas por todos los vehículos dividida por la sumatoria de los tiempos de marcha. También referida como velocidad media espacial, en tanto que velocidad media temporal es simplemente el promedio de las velocidades registradas.

Según AASHTO 94, la relación general entre la velocidad directriz y la VMM se encuentra influida por los distintos volúmenes de tránsito tal cual se ilustra en la Figura 2.26: cuando el volumen aumenta la VMM disminuye por la interferencia entre los vehículos.



V km/h	VMM km/h
25	25
30	30
40	40
50	47
60	55
70	63
80	70
90	77
100	84
110	91
120	98
130	105

Figura 2.26 Relación de la VMM y las condiciones de volumen

Por regresión, de la Figura 2.26 resulta una expresión de la VMM para bajo volumen de tránsito:

Para $V \leq 40$ km/h

$VMM = V$

Para $V > 40$ km/h

$VMM = 1,782V^{0,83758}$

Esta VMM se utiliza para calcular el peralte en curvas horizontales y las longitudes de los carriles de cambio de velocidad, según los [C3] y [C6].

Velocidad límite

No se debe circular a cualquier velocidad; existen límites impuestos para favorecer la seguridad de las personas según el tipo de camino y sus características. Una velocidad límite o límite de velocidad es la máxima o mínima velocidad permitida por ley, estatuto o zona de velocidad en una sección de calle o camino, comunicada a los conductores por medio de señales regulatorias u otra forma de transmitir información.

Los límites de velocidad deberían determinarse por medio de estudios de ingeniería vial y de tránsito para informar al conductor las velocidades a la cuales se espera minimizar el número y gravedad de los accidentes, según tipos de caminos y vehículos. Adecuadamente establecidos, los límites fomentan el cumplimiento voluntario y separan de la mayoría a los conductores de alto riesgo. Una velocidad máxima señalizada debería ser la más razonable y segura de operar en flujo libre cuando prevalearan buenas condiciones de tránsito y calzada.

Velocidad máxima señalizada

Prioritariamente, las limitaciones oficiales de la velocidad deben establecerse para mejorar la seguridad pública, y su racionalidad debe basarse en el hecho incontrovertible de que una velocidad irrazonable es causa de muertes, lesiones y daños materiales. Secundariamente, las regulaciones proveen una base para castigar la conducta irrazonable de algún conductor individual.

Velocidad máxima legal

En ausencia de límites de velocidad señalizados, la velocidad máxima legal es la velocidad máxima autorizada por ley, estatuto, código o reglamentación, para distintos tipos de caminos y vehículos, en las jurisdicciones nacional, provincial o municipal. Para que las velocidades máximas legales sean válidas deben poder adoptarse con seguridad y comodidad cuando las condiciones sean favorables, y los caminos deben diseñarse, construirse y mantenerse según ellas.

En autopistas y otras carreteras de alta velocidad, las velocidades de operación y los choques con heridos y muertos crecen cuando se aumentan los límites de velocidad. Aproximadamente, los resultados de los estudios internacionales indican que por cada incremento de 4 km/h en los límites, la velocidad de operación crece 1 km/h y los choques con heridos en 3%.

Velocidad máxima legal señalizada (VMLS)

Velocidad máxima según ley o reglamentación indicada en las señales viales.

2.5 TRÁNSITO

Los volúmenes, composición, distribución, crecimiento y velocidad del tránsito, conjuntamente con la topografía determinan la categoría del proyecto y variables del diseño geométrico tales como: radios y peraltes de curvas horizontales, parámetros de curvas verticales, pendientes, anchos de calzada, zonas despejadas, etcétera.

2.5.1 Volumen de tránsito

Número de vehículos que pasa por un tramo dado de un carril o de una calzada durante un período de tiempo de una hora o más.

Puede expresarse en términos de tránsito diario, anual, o sobre una base horaria.

Tránsito medio diario anual (TMDA)

Total acumulado de tránsito en ambos sentidos pasante por una sección de camino durante un año, dividido por el número de días del año realmente abierto al viaje público expresado en vpd.

Tránsito medio diario mensual, semanal

Es el volumen de tránsito de un mes, semana, etc., dividido por el número de días de dicho lapso.

Volumen horario (VH)

Si se ordenan por magnitudes decrecientes los volúmenes horarios de las 8760 horas de un año, se denomina volumen horario de la enésima hora, al que ocupa el lugar enésimo de dicho ordenamiento. En otros términos es el volumen horario que durante el transcurso del año solo es superado (n-1) veces.

Volumen horario de diseño (VHD)

Normalmente, aunque no siempre sea conveniente por el tipo de uso del camino, es habitual adoptar el volumen de la hora trigésima, [C5].

2.5.2 Crecimiento

Se define como período de proyección, el lapso comprendido entre la iniciación de su estudio hasta el momento en que deja de prestar, con la eficiencia asignada, los servicios para el cual fuera proyectado. Este último momento se designa año futuro de diseño.

El intervalo de tiempo comprendido desde la iniciación del estudio hasta la finalización de la obra y habilitación al tránsito, que comprende los tiempos necesarios para el estudio, proyecto, licitación y construcción del camino, se designa como período de realización.

La diferencia entre los períodos precedentemente citados, o sea el lapso durante el cual el camino prestará servicios con igual o mayor eficiencia que la asignada en el proyecto, es el período de servicio.

Para un adecuado diseño geométrico del camino es fundamental conocer el volumen y composición futura del tránsito que lo deba recorrer. Para ello será necesario conocer previamente el volumen de tránsito inicial que tendrá el camino al cabo del período de realización y luego determinar su crecimiento estimado a través del período de servicio asignado, hasta el año futuro de diseño.

2.5.3 Capacidad

Es una medida de la eficiencia con la cual un camino presta servicio a la demanda de tránsito y de su aptitud para dar cabida al tránsito. Esta aptitud dependerá de las características físicas del propio camino y de otros factores vinculados con las variaciones de la demanda del tránsito, y la interacción de los vehículos en la corriente de tránsito.

La demanda total sobre un camino se expresa en volumen de tránsito, en tanto que el nivel de servicio que el camino presta al usuario es una función de la comodidad y la conveniencia, la velocidad, el tiempo de viaje, la maniobrabilidad, la seguridad y el costo.

Definición

Máximo flujo horario de personas o vehículos que puede razonablemente esperarse que atravesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada, durante un lapso especificado bajo condiciones prevalecientes del camino, tránsito y de control, sin que la densidad sea tan grande como para causar demoras irrazonables o restringir la libertad del conductor para maniobrar. Usualmente se expresa en vehículos por hora o personas por hora.

Condiciones prevalecientes

- Camino: ancho de calzada, ancho de banquina, obstrucciones laterales, alineamientos, etcétera.
- Tránsito: TMDA, volumen horario, y volumen de tránsito pesado.
- Control: semáforos, señalización vertical.

2.5.4 Nivel de servicio (NS)

Es un término que refleja las infinitas combinaciones diferentes de condiciones de operación que pueden ocurrir en un carril o en una calzada, cuando sirven a volúmenes diversos. Sirve así, como medida del grado de congestión del carril o calzada. El nivel de servicio es una medida cualitativa del efecto de muchos factores que incluyen:

- Velocidad y el tiempo de viaje,
 - Interrupciones del tránsito,
 - Libertad de maniobra,
 - Seguridad y comodidad
 - Conveniencia del conductor
 - Costos de operación.
-

2.6 VEHÍCULOS DE DISEÑO

2.6.1 Introducción

Las características físicas de los vehículos y las proporciones de los diversos tamaños de vehículos que circulan en un camino son controles positivos del diseño, y definen varios elementos del diseño geométrico como ser: intersecciones, anchos de calzada, anchos de carriles auxiliares, configuraciones de accesos y aplicaciones especializadas tales como vías para camiones.

Es necesario identificar todos los tipos de vehículos que probablemente usen el camino, establecer agrupamientos de clases generales, y seleccionar hipotéticos vehículos de diseño representativos en cada clase de diseño. Las dimensiones usadas para definir los vehículos de diseño no son las medias o máximas, ni son las dimensiones de los límites legales. Típicamente son el 85 ó 15 percentil de cualquier dimensión dada, por lo cual, los vehículos de diseño son vehículos hipotéticos seleccionados para representar una clase de vehículo particular.

El rango de vehículos tipo y sus características de operación pueden variar significativamente entre diversos proyectos. Las regulaciones de los tamaños de los vehículos tuvieron sustanciales revisiones como respuesta a las modificaciones del parque automotor: camiones más grandes, y vehículos utilitarios recreacionales.

2.6.2 Clases de vehículos

Esta norma adopta cuatro clases generales de vehículos:

- **Vehículos de pasajeros:** incluyen vehículos comunes y rurales, compactos y subcompactos, utilitarios recreacionales y camiones livianos de reparto (camionetas, furgonetas y pickups)
- **Ómnibus:** incluyen los de unidad simple, colectivos, micro-ómnibus, articulados e interciudades
- **Camiones:** incluyen camiones de unidad simple con y sin acoplado, semirremolques con y sin acoplado
- **Vehículos recreacionales:** incluyen casas rodantes, coche y remolque caravana, coche y remolque bote
- **Motocicletas, motonetas, y bicicletas**

2.6.3 Vehículos representativos

Esta norma utiliza los siguientes vehículos representativos de cada clase, extraídos de AASHTO 2004:

- **Vehículos de pasajeros:**
 - Vehículo liviano de pasajeros (P)

- **Ómnibus:**
 - Ómnibus interurbano (BUS-14)
 - Ómnibus urbano (CITY-BUS)
- **Camiones:**
 - Camión de unidad simple (SU)
 - Camión semirremolque mediano (WB-12)
 - Camión semirremolque grande (WB-15)*
 - Camión semirremolque especial (WB-19)
- **Vehículos recreacionales:**
 - Casa rodante (MH)
 - Coche y remolque caravana (P/T)
 - Coche y remolque bote (P/B)

Las dimensiones de los vehículos representativos se dan en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Dimensiones de los vehículos representativos

Vehículo representativo	Dimensiones de los vehículos (m)		
	Altura	Ancho	Longitud
Vehículo de pasajeros (P)	1,3	2,1	5,8
Ómnibus interurbano (BUS-14)	3,7	2,6	13,7
Ómnibus urbano (CITY-BUS)	3,2	2,6	12,2
Camión unidad simple (SU)	4,1	2,4	9,2
Camión semirremolque (WB-12)	4,1	2,4	13,9
Camión semirremolque (WB-15)*	4,1	2,6	16,8
Camión semirremolque (WB-19)	4,1	2,6	20,9
Casa rodante (MH)	3,7	2,4	9,2
Coche y remolque caravana (P/T)	3,1	2,4	14,8
Coche y remolque bote (P/B)	-	2,4	12,8

(*) Representa adecuadamente al camión semirremolque de 18,6 m de longitud total, el máximo permitido por la Ley 24449, Ley Nacional de Tránsito

El vehículo WB-15 de AASHTO tiene una longitud total de 16,8 m, en tanto que las regulaciones permiten 18,6 m para un semirremolque. Sin embargo, mediciones realizadas sobre vehículos de este tipo muestran que en la República Argentina los vuelos delantero y trasero son mayores al del vehículo tipo de AASHTO, por lo que con distancia entre ejes algo menores a 15 m se tienen longitudes totales del orden de los 18,6 m máximos legales. Si se prevé un uso de cualquier frecuencia para estos vehículos, el proyectista tendrá que planificar cuidadosamente el trazado de las intersecciones para asegurar que puedan ser acomodados. Es permisible un grado de invasión en los carriles adyacentes, según la frecuencia de ocurrencia.

Radios de Giro

Los radios mínimos de giro para el lado exterior del vehículo se dan en el [C5]. Se destaca que estos radios son adecuados sólo para velocidades de maniobra.

Trayectorias de Giro del Vehículo

El proyectista debe tener en cuenta la trayectoria barrida del vehículo de diseño al girar. La trayectoria barrida se establece para la traza exterior del voladizo frontal, y la trayectoria de la rueda trasera interior. Este giro supone que la rueda frontal exterior sigue el arco circular que define el radio mínimo de giro, según el mecanismo de dirección del vehículo.

Se supone que los movimientos críticos de giro para diseñar las instalaciones viales se hacen a velocidades de maniobra. En estas velocidades, el desempeño de giro de los vehículos está principalmente determinado por sus características físicas. Los efectos de la fricción y la dinámica pueden ignorarse. Se supone que los grupos de ejes uniformemente espaciados montados sobre un chasis rígido actúan durante el giro como un eje simple ubicado en el centro del grupo, para medir las dimensiones críticas del giro.

Existen plantillas comercialmente disponibles y programas de computadora que definen la envolvente de giro de los vehículos en movimiento hacia delante y también trazan la envolvente de giro de retroceso de vehículos no articulados. La predicción del comportamiento de retroceso de los vehículos articulados es muy compleja, principalmente por la inestabilidad de esta maniobra, y la participación de adicionales controles de giro.

2.6.4 Selección del vehículo de diseño

En general, los ómnibus y vehículos pesados deben usarse como vehículo de diseño para los elementos de la sección transversal.

El auto es el vehículo de diseño de los alineamientos horizontal y vertical. Para la mayoría de las intersecciones a lo largo de caminos arteriales o en zonas comerciales es práctica común acomodar los semirremolques. El ocasional vehículo grande puede invadir carriles adyacentes mientras gira, pero no sobre la vereda. Muchas autoridades suelen designar y señalizar rutas específicas para camiones. Las intersecciones de dos rutas de camiones o intersecciones donde los camiones necesitan girar para permanecer en una ruta de camiones deben diseñarse para permitir la combinación semirremolque más grande esperada como prevaleciente en la corriente del tránsito que gira.

En las rutas arteriales donde los camiones semirremolques prevalecen deben ser tenidos en cuenta en el diseño. Típicamente se omiten las isletas elevadas de canalización en reconocimiento del bajo volumen de peatones y otras restricciones tales como: los costos del derecho de vía y construcción. La ausencia de isletas elevadas también permite una mayor zona de maniobra para los camiones grandes.

2.7 FACTORES AMBIENTALES

2.7.1 Criterio Paisajista

El proyecto de un camino se encuentra condicionado, generalmente en forma determinante, por las condiciones de carácter técnico, las normas de diseño geométrico y las de carácter económico. Si bien estos requisitos son necesarios para que el camino ofrezca las condiciones mínimas de seguridad al tránsito con el máximo de economía para la comunidad, hoy en día no bastan.

La vida tensa y agitada de nuestra actual civilización hace necesario que el hombre regrese, periódicamente a la naturaleza, donde podrá relajar su tensión nerviosa y retener en sus pupilas los variados panoramas que aquélla le ofrece.

Los caminos, inclusive de tránsito predominantemente comercial, dan al hombre de nuestros días esta oportunidad. Para aprovecharla, las rutas idealmente no deben mutilar la naturaleza; deben, en cambio, integrarse en el paisaje.

Conociendo el conductor en qué forma se desarrolla la trayectoria que debe recorrer su vehículo, a lo largo de distancias muy superiores a las longitudes mínimas de detención, su tensión nerviosa disminuye, aumentando la seguridad en la conducción y reduciéndose en consecuencia el peligro de accidentes.

2.7.2 Guiado visual

Como muchas veces la superficie de la calzada queda oculta delante del vehículo a distancias relativamente próximas, ya sea por la presencia de curvas verticales, ya sea por obstáculos laterales en curvas horizontales que obstruyen el campo visual del conductor, se ha tratado que otros elementos, tales como árboles o grupos de árboles, taludes de desmontes, le permitan visualizar la trayectoria del camino, a distancias mayores que las mencionadas precedentemente.

Como dichos elementos están fuera de la superficie de la calzada, se ha creado el concepto de 'guiado visual', ya no sobre la calzada, geoméricamente bidimensional, sino a través de un espacio de tres dimensiones, delimitado inferiormente por la calzada, lateralmente por los elementos de guiado visual citados y que longitudinalmente se extiende a lo largo del camino. Este guiado, es conveniente que se desarrolle delante del vehículo que circula, en longitudes de varios centenares de metros, preferiblemente del orden de magnitud de la distancia de adelantamiento.

El punto de vista estético está íntimamente ligado al de la seguridad y comodidad de la conducción de vehículos automotores.

2.7.3 Clima

La forma de la tierra, en amplia escala y las condiciones prevalecientes del tiempo, que podrían influir en el diseño son factores sobre los cuales el proyectista no tiene ningún control. Ciertas áreas del país son propensas a condiciones húmedas, y otras sujetas a intensas lluvias. Estas condiciones deben ser tenidas en cuenta en el diseño; entre otros problemas, la humedad y la lluvia reducen la visibilidad. En condiciones de densa llovizna, los vehículos tenderán a moverse muy lentamente pero, aun a velocidades muy inferiores a la velocidad de diseño del camino, la visibilidad restringida conducirá a altos niveles de estrés. Es más probable que los conductores tomen decisiones incorrectas bajo tensión, y así los proyectistas deben hacer todo los esfuerzos posibles para mantener el estrés dentro de límites manejables.

Los proyectistas deben adquirir conocimiento local acerca de las peculiaridades climáticas, y buscar formas de reducir su efecto; además es necesario prestar particular atención al concepto de 'camino indulgente'.



2.7.4 Arquitectura Vial

La arquitectura se describe como un equilibrio y coordinación de consideraciones estéticas, funcionales y tecnológicas, con el "sentido de lugar" y sus condiciones físicas. La arquitectura vial está más ligada a una localidad, y a condiciones concretas, tales como: diseño técnico, seguridad, visibilidad, e iluminación.

La arquitectura vial es muy particular pues su estética está influida por los alrededores de la obra vial. La consideración de la interacción entre camino y paisaje es importante desde la planificación. Cuando se planifica un camino nuevo se toman decisiones en una etapa temprana sobre su alineamiento, lo que más tarde tendrá una influencia principal en cómo se experimentará estéticamente el camino.

Las decisiones sobre plantaciones existentes, agua, suelo, ambiente natural, y la relación con edificaciones y otras obras influyen en el proyecto de caminos estéticamente agradables.

En el mejoramiento de los caminos existentes el proceso es diferente; debe prestarse más atención a los usuarios, residentes, comercios e industrias, paisajes existentes, espacios urbanos, plazas, distribuidores, obras de estacionamiento, etcétera. La herencia histórica, obras de ingeniería civil, seguridad de tránsito, ecología, legislación, planeamiento, intereses económicos, son los factores que actúan sobre la arquitectura vial.

Conceptos básicos

La arquitectura vial puede explicarse con conceptos arquitectónicos, tales como escala, estructura, espacio, e identidad.

- **Escala.** La escala en arquitectura significa una serie de pasos en el sentido de una medida o dimensión; así un paisaje comprende diferentes escalas. La escala se describe como perceptible, no perceptible, y relativa.

Escala perceptible significa comprender el tamaño de un objeto por relación con el tamaño del cuerpo humano. Escala no perceptible, por el contrario, significa que el cuerpo humano no puede usarse como elemento para analizar el tamaño, como p. ej. de los grandes puentes. Escala relativa es cuando por alguna razón externa se modificó la escala desde las dimensiones familiares. Los grandes espacios urbanos o jardines barrocos son ejemplos de este tipo de escala.

También se puede identificar una escala dinámica, en la cual se incorpora la velocidad en la experiencia. Los arbustos ornamentales podrían parecer atractivos cuando se estaciona en un paradero de descanso, pero cuando éstos se ubican a lo largo de una autopista no se podría tomar su escala por las altas velocidades. Se tiene un acuerdo de escalas cuando se trabaja con elementos de la misma escala. En espacio abierto, los caminos pertenecen a la escala grande del paisaje; el arreglo se logra usando elementos de la misma escala, p. ej. arbolados y filas de setos.

En la planificación vial también podemos hablar de una escala dinámica, en la cual se incorpora la velocidad en la experiencia. Los arbustos ornamentales en una parada de descanso podrían parecer bellos cuando estacionamos allí, pero sería insensato plantarlos a lo largo de una autopista, porque a altas velocidades no podemos tomar esta escala.

Tenemos un convenio de escalas cuando trabajamos con elementos en la misma escala. En espacio abierto, los caminos pertenecen a la escala grande del paisaje, y el convenio se alcanza ajustando el camino usando elementos en la misma escala, p. ej., arbolados.



Figura 2.27 Escala no-perceptible. Nos sentimos demasiado pequeños, pero también seguros, al cruzar por este puente que, no se ha de caer

Se obtiene un contraste de escalas mezclando elementos de tamaños muy diferentes; p. ej. tendiendo floridos canteros a lo largo de grandes caminos.

Se obtiene una unidad de escalas cuando elementos de tamaños crecientes producen una transición entre la escala más pequeña y la más grande. A menudo las plantaciones se usan para conducir esta transición desde una escala a otra. Plantando árboles individuales a lo largo de caminos y calles, p. ej., se crea una transición de escalas entre la escala pequeña de canteros de flores y vidrieras, y la escala más grande del paisaje urbano.

- **Estructura.** La estructura describe la forma en que se construye una ciudad o paisaje. La estructura es importante para la planificación vial porque se usan los elementos perceptibles del paisaje sobre un dado proyecto vial. El concepto se refiere a un principio o un patrón.

La estructura de un camino refleja los principios según los cuales se construyó este camino; p. ej. el espaciamiento luminarias, el espaciamiento y especies de árboles, los cambios en el pavimento, etcétera. Los caminos antiguos tienen una estructura de diseño al azar, resultante de las reparaciones realizadas durante años. Crear unidad a partir de esta aleatoriedad es una importante tarea. La estructura de los caminos nuevos, en contraste, puede decidirse desde el comienzo, sobre la base de una idea global.

- **Espacio.** El espacio vial está comprendido entre el cielo, la tierra, y los costados, constituidos éstos por los setos, arboledas, edificios, plantas, muros, cortes, etcétera. Un espacio bien definido no es demasiado grande, da intimidad, paz, y protección. Un espacio es ancho, da una visión global, excitación, y drama.

En la planificación vial es central la comprensión y uso del espacio. El paisaje provee al camino una cantidad de progresiones espaciales determinadas por las condiciones naturales y culturales. Este rango visual es experimentado desde el camino.

Mediante el estudio de las condiciones espaciales en una etapa temprana, se pueden evaluar lo que el conductor y sus ocupantes verán y experimentarán desde el camino. Muy a menudo, muchos cambios pequeños en el alineamiento o diseño pueden dar mayor variación espacial.

- **Identidad.** La identidad se usa para describir el carácter de un proyecto. Un proyecto puede ganar identidad al ser asociado con un paisaje especial. Cuando un paisaje tiene su propia identidad, naturalmente se le están asignando características a él.

Mediante el estudio de las condiciones espaciales en una etapa temprana, los planificadores pueden decidir sobre lo que el motorista verá y experimentará desde el camino. A menudo, muchos cambios pequeños en el alineamiento o diseño pueden dar mayor variación espacial; p. ej., una vista, y consecuentemente dar una experiencia visual más rica.



Figura 2.28 Espacios del paisaje

La identidad del paisaje debe tomarse en cuenta desde el diseño del proyecto vial. Se debe evaluar si el camino puede dar identidad o debe ser dominado por su identidad; o alternativamente, si el camino debe dar al paisaje una identidad completamente nueva.

- **Unidad y contexto.** La unidad es un elemento importante en la visión de la arquitectura urbana y rural, y un concepto decisivo para la arquitectura vial. En sí mismos, los caminos y calles crean nuevas unidades, pero grandemente experimentadas con sus alrededores. Para obtener esta unidad, los caminos deben diseñarse y coordinarse con sus alrededores.

- **¿Un elemento integrado o independiente?** Un camino puede armonizar con el ritmo del paisaje en diferentes formas. Si el objetivo es un entorno vial dominado por sus alrededores, no necesariamente necesita plantaciones. Un objetivo de las plantas podría ser acentuar un carácter ya presente en el paisaje. El camino puede ser un elemento independiente en relación con sus alrededores; una unidad que permanece inalterable en los tipos de paisajes que cruza. Para esto debe hacerse una fuerte declaración arquitectónica para enfatizar este carácter. El camino debe dar una bella experiencia en si mismo, y no por sus alrededores. Ambos principios pueden dar distintos y atractivos resultados; pero la incertidumbre acerca de cuáles principios deben elegirse puede producir un diseño arquitectónicamente insostenible.
 - **¿Simplicidad, o diversidad?** Diseñar un camino no es sólo un asunto de dar rienda suelta a las ideas y tratar de realizarlas. Es mucho más una cuestión de mantenerlas en prueba, elegir la mejor, y desarrollarlas como tema recurrente. La simplicidad de forma y material puede plantear dificultades en el proceso creativo, pero sin embargo, las elecciones simples y fuertes ayudan a hacer caminos hermosos. Un diseño simple resalta la intensidad y destaca el concepto, aclarándolo al observador. Dado que a menudo los caminos y calles interactúan con alrededores altamente variados, es importante para el proyecto ser fácilmente asequible, claro, y comprensible.
 - **Métodos.** La calidad de un diseño específico siempre se basa en el lugar y condiciones propias del proyecto, como así también en el conocimiento y destreza de los proyectistas; por lo tanto no es posible formular guías específicas de cómo crear una buena arquitectura vial. Sin embargo, medios metodológicos tales como diferentes tipos de análisis pueden usarse para estructurar e ilustrar la base sobre la cual deben tomarse las decisiones.
 - **Análisis del paisaje.** Es fundamentalmente importante conocer y comprender la composición de un paisaje o una ciudad antes de tomar una decisión sobre el trazado de un camino. Mucho del trabajo preparatorio es dibujar los elementos encontrados en un paisaje y luego sistematizarlos. Pueden usarse criterios físicos, culturales, y ambientales para registrar y sistematizar el contenido de un paisaje, y estos elementos pueden analizarse para valorarlos. Sin embargo, aun el análisis paisajista más amplio no puede garantizar un buen y bello proyecto. Los métodos dan una visión global, pero no exceptúan al proyectista de evaluar y hacer elecciones personales.
 - **Análisis de secciones.** A menudo, los cambios en un camino o calle se basan en el análisis de secciones. El camino se divide en secciones con diferentes caracteres o funciones. El contenido y otros aspectos que pueden influir en la arquitectura vial se revisan y usan como base para el posterior trabajo de diseño. A menudo, alterar o trazar una calle rica en detalles y variaciones es una tarea arquitectónica comparable a construir un edificio. Se registran, relevan y esbozan detalles importantes, y se evalúan todas las condiciones. Se hace un croquis del proyecto, ya sea tomando toda la sección o partes variables para armonizar con los alrededores.
-

- **Análisis de consecuencia.** Un análisis de consecuencia es una evaluación visual de una progresión del camino en un croquis o plano de proyecto. Puede describir vistas o cómo se experimenta una progresión espacial, el alineamiento del camino, y las obras técnicas. El análisis de consecuencia se usa también para evaluar el impacto del proyecto sobre los alrededores. Un cuidadoso mapeo de los diferentes sitios y alineamientos es una herramienta muy práctica fácil de comprender para analizar la futura apariencia de un camino y su impacto sobre los alrededores. Como regla general hay una interacción entre idea y análisis en alcanzar el proyecto final, donde la situación ideal es aquella cercana donde todos los factores han sido tomados en cuenta.

2.8 FUNCIONES DE LOS CAMINOS

2.8.1 Sistemas y clasificaciones

La clasificación de los caminos en diferentes sistemas operacionales, clases funcionales, o tipos geométricos es necesaria para la comunicación entre los ingenieros, administradores, y el público en general. Los diferentes esquemas de clasificación se aplican con diferentes propósitos en regiones urbanas y rurales; las clasificaciones habituales de los caminos son:

- **Por tipo de diseño.** Basada en las características geométricas principales (p. ej., autopistas y caminos indivisos rurales); es la más útil para los procedimientos de localización y diseño viales.
- **Por numeración de rutas** (p. ej., nacionales, provinciales, municipales); es la más útil para las operaciones de tránsito.
- **Por jurisdicción administrativa** (p. ej., caminos nacionales o caminos provinciales); se usa para denotar los niveles de responsabilidad gubernamental y el método de financiación de las obras viales.
- **Por funcionalidad.** Según el carácter del servicio que proveen; se usa como una importante herramienta para planificar el transporte; su surgimiento como método de clasificación es coherente con las normas de diseño geométrico.

2.8.2 El concepto de clasificación funcional

Jerarquías de movimientos y componentes

Un sistema de diseño funcional completo define una serie de movimientos de viaje. Las seis etapas reconocibles en la mayoría de los viajes incluyen el movimiento principal, transición, distribución, colección, acceso, y terminación.

La Figura 2.29 muestra un hipotético viaje vial usando una autopista, donde el movimiento principal de vehículos es ininterrumpido, flujo de alta velocidad. Cuando se aproximan los destinos desde la autopista, los vehículos reducen la velocidad en las ramas de la autopista, las cuales actúan como caminos de transición.

Luego, los vehículos ingresan en caminos arteriales de velocidad moderada (obras de distribución) que los conectan a los caminos colectores; estos a su vez los trasladan directamente a los barrios de destino. Finalmente los caminos locales los llevan a las residencias individuales u otras terminaciones. En sus destinos, los vehículos son estacionados en obras terminales adecuadas.

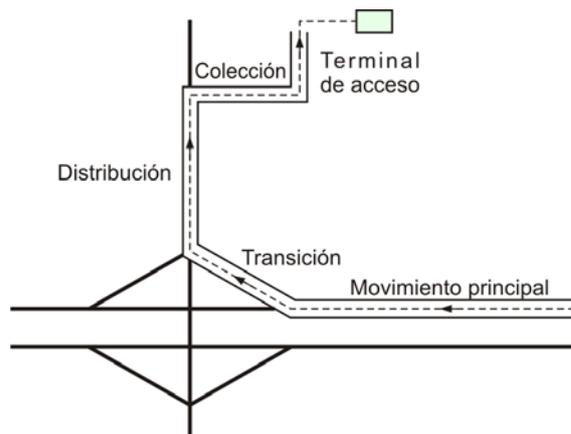


Figura 2.29 Jerarquía de movimientos

Cada elemento de la jerarquía funcional puede servir como una obra de colección para el siguiente elemento más alto, pero un elemento debe estar presente sólo donde la colección intermedia sea necesaria para satisfacer los requerimientos de espaciamiento y volumen de tránsito de la siguiente obra más alta.

Mediante la definición del espaciamiento y requerimientos del volumen de tránsito de cada obra siguiente más alta, es posible determinar donde es necesario usar el sistema completo y que casos intermedios pueden omitirse.

Relaciones Funcionales

Las obras de la Figura 2.29 se titulan acceso local, colector, y arterial, los cuales son términos que describen sus relaciones funcionales.

La clasificación funcional agrupa calles y caminos según el carácter del servicio al cual están destinadas a proveer. Esta clasificación reconoce que los caminos y calles individuales no sirven a los viajes independientemente.

Más bien, la mayoría de los viajes comprenden movimientos a través de las redes de caminos y pueden categorizarse sobre tales redes en una forma lógica y eficiente. De este modo, la clasificación funcional de caminos y calles es también coherente con la categorización de viajes.

Una ilustración esquemática de esta idea básica se muestra en la Figura 2.30 A, donde las líneas de deseo de viaje son rectas que conectan los orígenes y los círculos representan los destinos de viajes. El ancho relativo de las líneas indica las cantidades relativas de deseos de viaje y el tamaño relativo de los círculos indica la relativa generación de viajes y el poder de atracción de los lugares mostrados.

Dado que no es práctico dar conexiones de líneas directas para cada línea de deseo, los viajes deben canalizarse sobre una red de caminos limitada según la Figura 2.30 B. Los movimientos de viaje más cargados son servidos directamente; los movimientos más pequeños son canalizados en trayectorias indirectas.

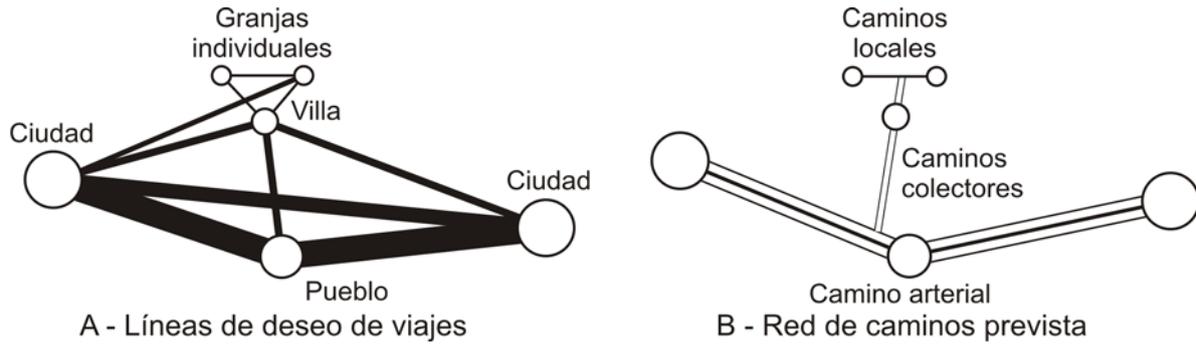


Figura 2.30 Canalización de viajes

En este esquema, también se ve que la jerarquía funcional está relacionada con la jerarquía de distancias de viajes servidos por la red. Con la idea de categorización del tránsito, está el papel doble que la red de caminos y calles juega en la provisión de:

- Accesibilidad a la propiedad
- Movilidad de viaje

La accesibilidad es un requerimiento fijo de la zona definida, pero la movilidad varía con los niveles de servicios. La movilidad puede incorporar varios elementos cualitativos, tales como la comodidad del paseo y la ausencia de cambios de velocidad, pero el factor básico es el tiempo de viaje.

La Figura 2.31 muestra que el concepto de categorización del tránsito conduce lógicamente a la jerarquía funcional de las clases de caminos y a una jerarquía similar de distancias de viaje relativas servidas por estas clases de caminos.

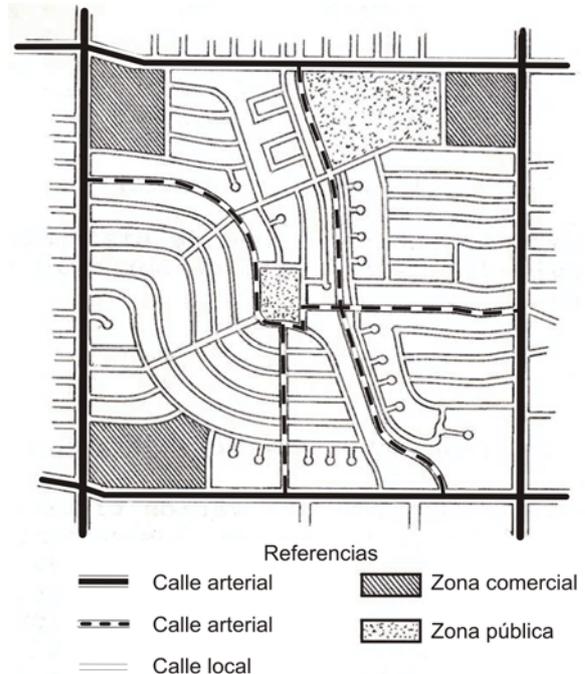


Figura 2.31 Ilustración esquemática de una red de calles suburbanas

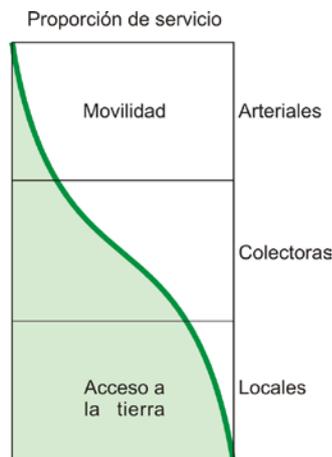


Figura 2.32 Relación de funcionalidad

La jerarquía de distancias de viaje puede relacionarse lógicamente con la organización funcional al reunir los requerimientos de acceso a la propiedad y la movilidad de viaje. Las obras rurales locales ponen énfasis en la función del acceso a la tierra.

Las arterias para movimientos principales o de distribución ponen énfasis en el alto nivel de movilidad para los movimientos directos. Los colectores ofrecen aproximadamente un servicio equilibrado para ambas funciones, tal cual se ilustra conceptualmente en Figura 2.32.

2.8.3 Control de accesos

Al clasificar funcionalmente las redes de caminos, las dos principales consideraciones son accesibilidad y movilidad. El conflicto entre servir al movimiento directo y dar acceso a un disperso patrón de orígenes y destinos de viajes requiere de las diferencias y gradaciones de los tipos funcionales.

En las arterias es necesaria una limitación regulada del acceso (parcial o total), para realzar su función primaria de movilidad en el proyecto. Inversamente, la función primaria de los caminos y calles locales es dar acceso (lo cual causa una limitación de la movilidad). Así, la extensión y grado del control de acceso es un factor significativo en la definición de la categoría funcional de un camino.

2.9 ADMINISTRACIÓN DE ACCESOS

2.9.1 Uso del suelo. Desarrollo desenfrenado

Los caminos arteriales son conexiones vitales entre las comunidades y sirven como corredores esenciales para el comercio, intercambio, turismo y viajes de recreación. En un esquema demasiado familiar, puede ocurrir el crecimiento residencial y comercial a lo largo de los arteriales que sirven a las principales ciudades.

A menudo, este crecimiento crea la necesidad de costosos mejoramientos viales incluyendo carriles adicionales, desvíos, carriles de giro, y semaforización de intersecciones, Figura 2.33.

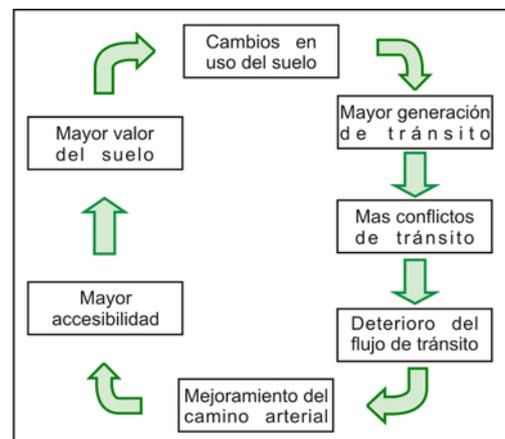


Figura 2.33 Uso del suelo respecto del transporte

Desafortunadamente, pocas comunidades promulgaron ordenanzas para controlar el tipo y calidad del desarrollo del costado del camino, y los contribuyentes deben soportar los costos asociados con el desarrollo de la franja, congestión del tránsito, problemas de seguridad, y costosos mejoramientos remediadores.

Razones

El desarrollo de la franja ocurre tan lentamente que raras veces se ve como una crisis hasta que los problemas de tránsito se agravan. Se permite que el desarrollo continúe al azar hasta que los problemas se vuelven insostenibles Figura 2.34 a Figura 2.36.

Los arteriales que llevan grandes volúmenes de tránsito son lugares atractivos para el desarrollo de la franja. Los desarrollos residenciales y comerciales se ubican a lo largo del arterial a través del tiempo hasta que el desarrollo de la franja se vuelve el patrón predominante de uso del suelo.

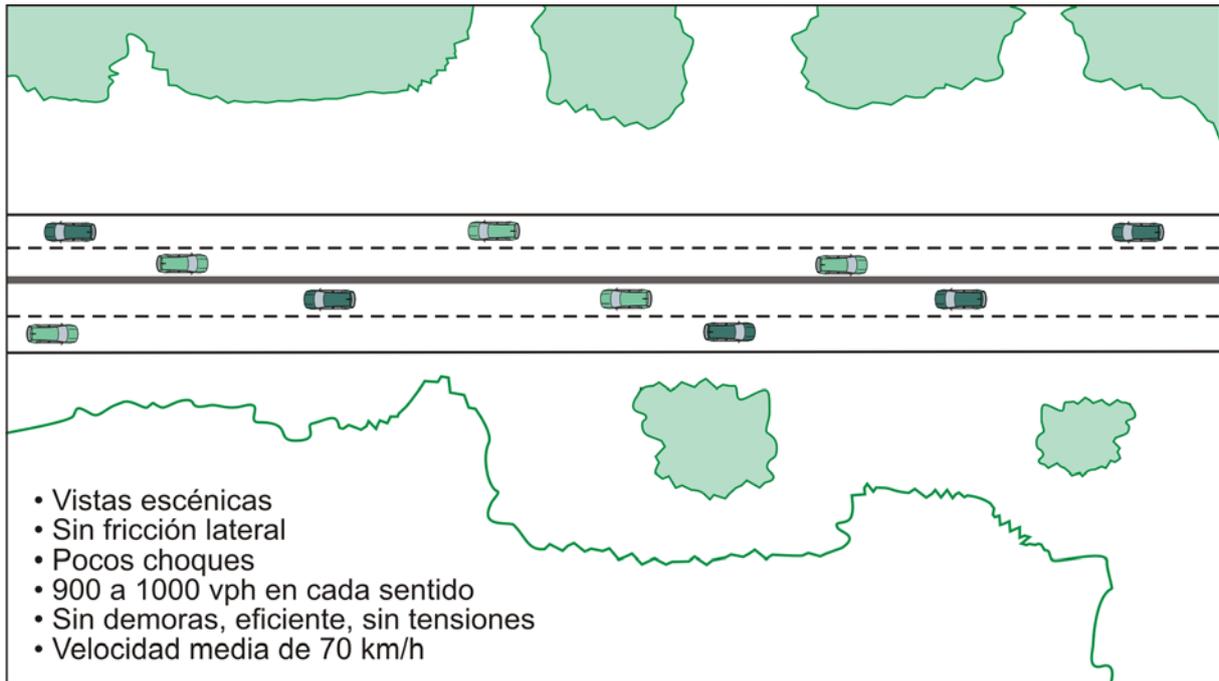


Figura 2.34 Situación inicial del impacto acumulativo de desarrollo al costado del camino

Entonces, la aptitud del arterial de mover tránsito se compromete seriamente, resultando una mayor congestión de tránsito y reducida seguridad. Irónicamente, a menudo son los comercios pequeños y medianos lo que acumulativamente crean los peores problemas.

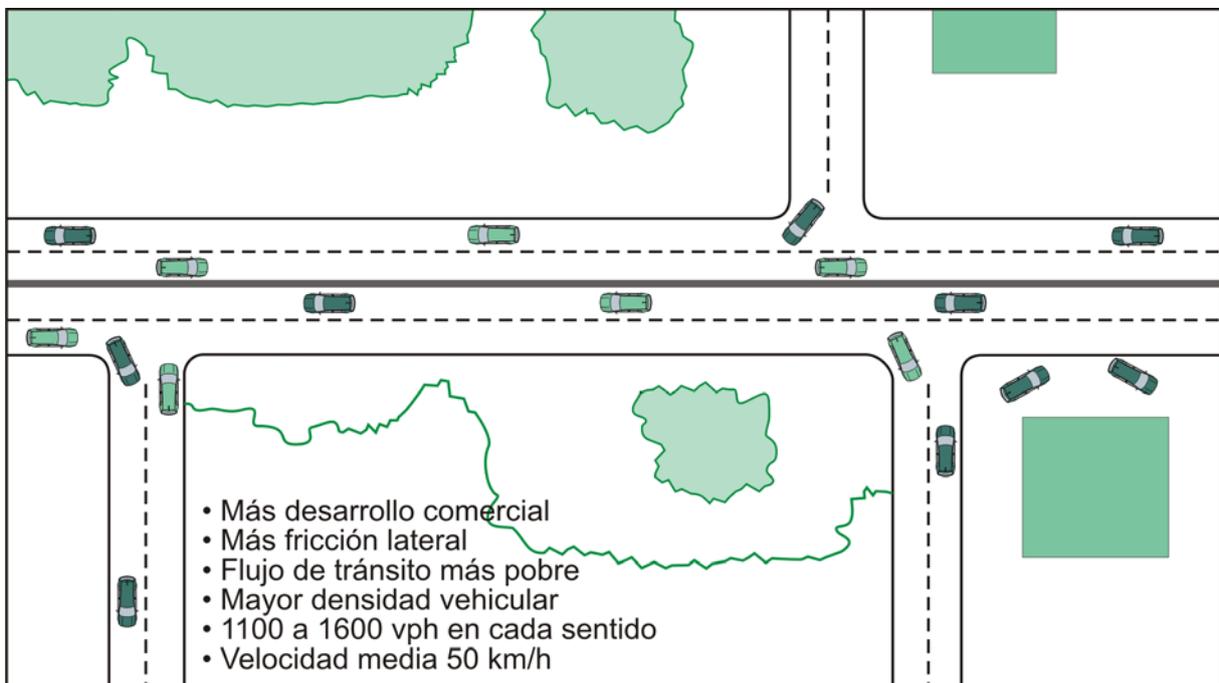
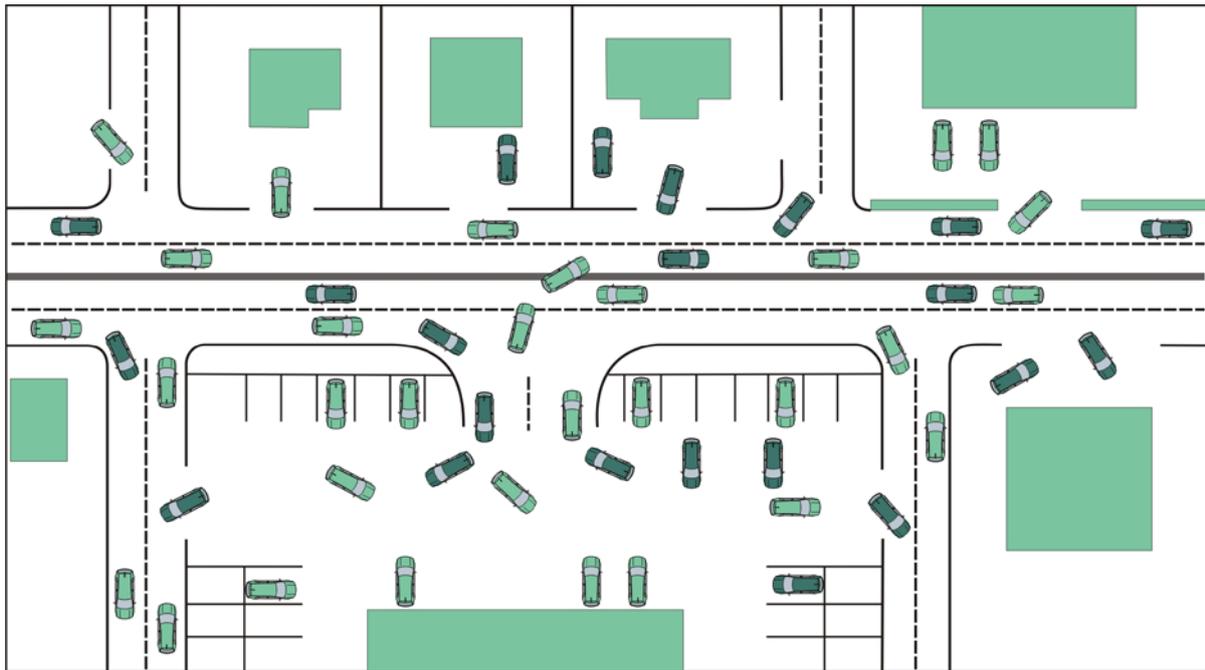


Figura 2.35 Situación intermedia del impacto acumulativo de desarrollo al costado del camino



- Mucha fricción lateral
- Congestión excesiva
- Más choques
- Tránsito directo lento
- Muchos accesos e intersecciones
- Inadecuado espaciamiento de accesos en intersecciones
- Altamente estresante
- Muchos puntos de conflicto y giros a la izquierda
- 1300 a 2000 vph en cada sentido
- Velocidad media de 30 km/h

Figura 2.36 Situación final del impacto cumulativo del desarrollo al costado del camino

La ineficiente zonificación y trazado de calles fuerza a los comercios a conectar los accesos a propiedad directamente al arterial. Si las calles laterales se hubieran desarrollado correctamente, los accesos a propiedad podría haberse redirigido a esas.

Definición

Proceso que da acceso al desarrollo de la tierra, mientras preserva el flujo de tránsito en el sistema circundante en términos de seguridad, capacidad, y velocidad.

En términos prácticos, significa administrar el número de accesos a propiedad que un vehículo puede encontrar sin estorbar el acceso razonable a una propiedad, y remover los vehículos más lentos y de giro del arterial tan eficientemente como fuera posible.

La administración de acceso:

- Trata los problemas de tránsito causados por su falta antes de que ocurran
- Trata cómo se tiene acceso a la tierra a lo largo de arteriales
- Se centra en mitigar los problemas de tránsito ocasionados por el desarrollo y su creciente volumen de tránsito
- Propone la planificación y zonificación local para tratar todos los patrones de crecimiento junto a sus temas de estética

2.9.2 Principios generales

El objetivo global de la administración de acceso local es:

- Reducir los conflictos mediante la limitación del número de ‘puntos de conflicto’ que un vehículo pueda experimentar en su viaje
- Separar los puntos de conflicto tanto como sea posible (si no pueden eliminarse completamente)
- Remover los vehículos más lentos que giran para ingresar a los lugares adyacentes desde los carriles de tránsito directo, tan eficientemente como sea posible

Estos tres medios básicos de eliminar o separar conflictos pueden alcanzarse de muchas formas. La planificación del buen uso del suelo, regulación sensible, y razonables guías de planeamiento del lugar pueden ayudar a reducir la congestión y conflictos.

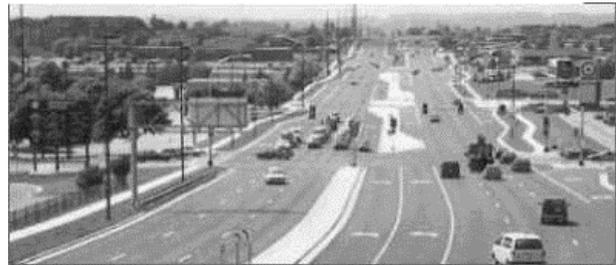


Figura 2.37 Ejemplo de un excelente control de accesos en un camino arterial.

La Figura 2.37 ilustra cómo pueden aplicarse estos conceptos para un arterial principal que sirve a una zona en desarrollo. Los accesos a propiedad se restringen mediante una mediana central elevada y provista a intervalos ampliamente espaciados con carriles de giro izquierda y derecha. Además, las aberturas de mediana están restringidas a las intersecciones no semaforizadas.

La Tabla 2.2 muestra el número de puntos de conflicto en la intersección de diferentes tipos de caminos.

Tabla 2.2 Puntos de conflicto para configuraciones estándares

Camino principal	Camino secundario	Puntos de conflicto
dos carriles	acceso simple	9
dos carriles	dos carriles o accesos opuestos	32
cuatro carriles	acceso simple	11
cuatro carriles	dos carriles o accesos opuestos	40
cuatro carriles	cuatro carriles	52

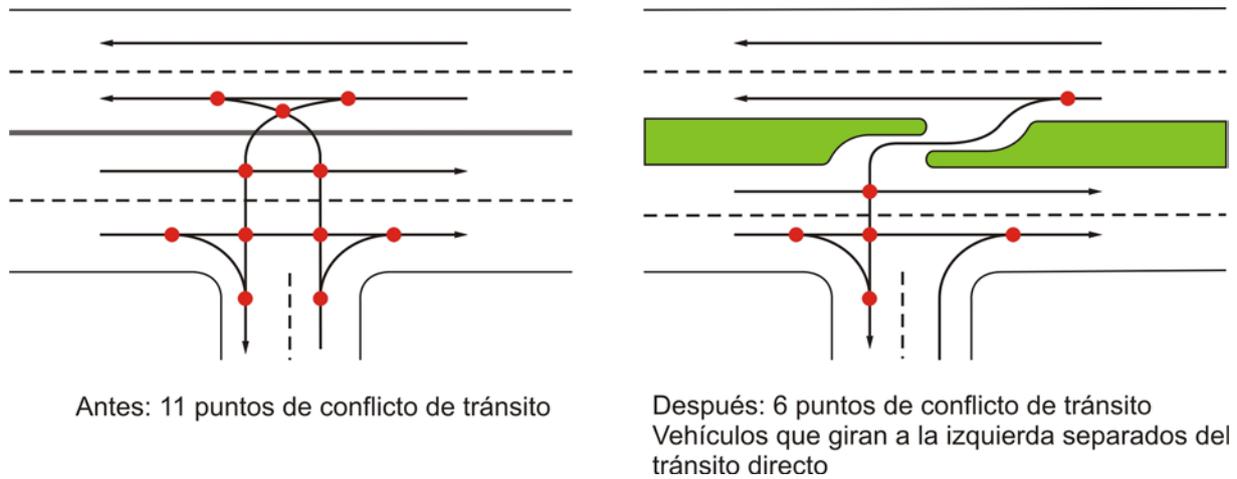


Figura 2.38 Reducción de puntos de conflicto de tránsito por la conversión de un acceso a propiedad en un camino de cuatro carriles indivisos a un acceso a propiedad en un camino de cuatro carriles con mediana elevada y un carril de giro izquierda restrictivo.

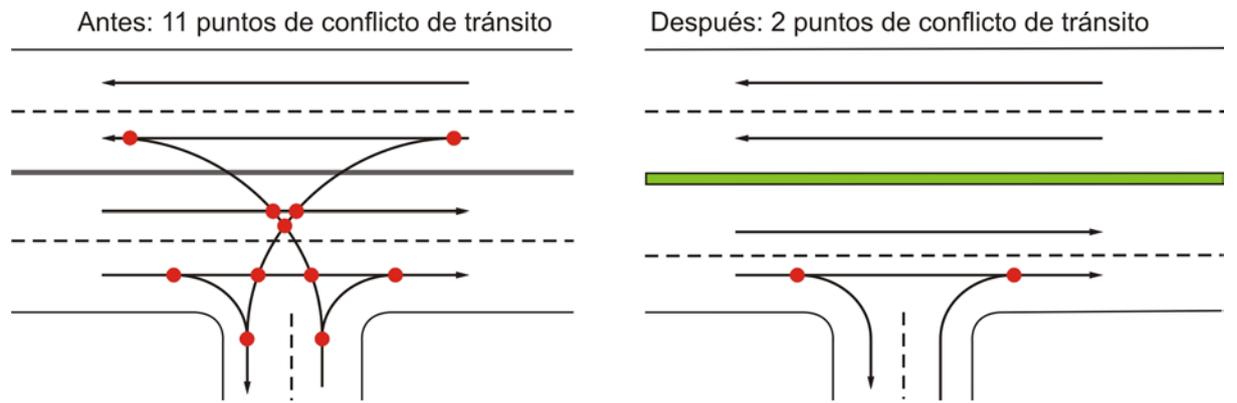


Figura 2.39 Reducción de puntos de conflicto en calzada indivisa por la conversión de un acceso de cuatro carriles a otro de cuatro carriles con una mediana elevada restrictiva.

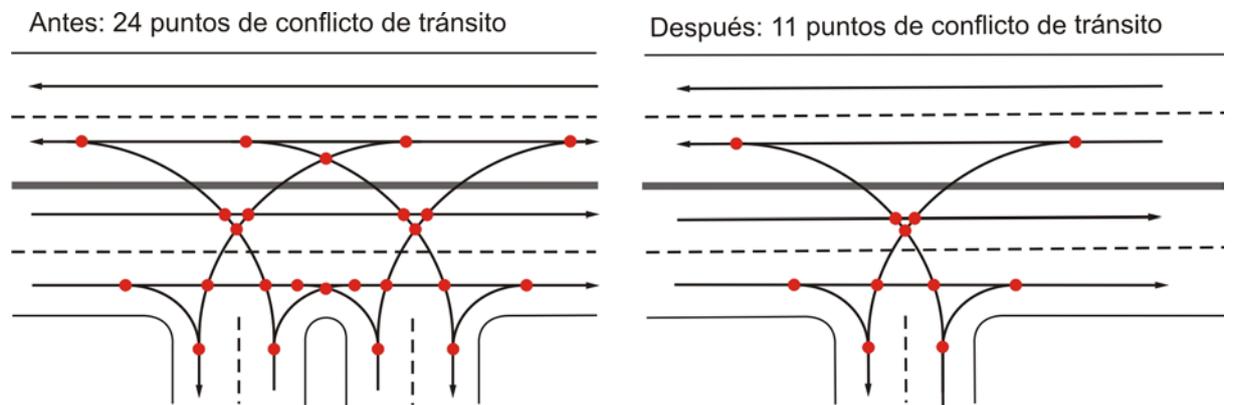


Figura 2.40 Reducción de puntos de conflicto por la consolidación de accesos de dos accesos cercanamente espaciados en una calzada indivisa de cuatro carriles.

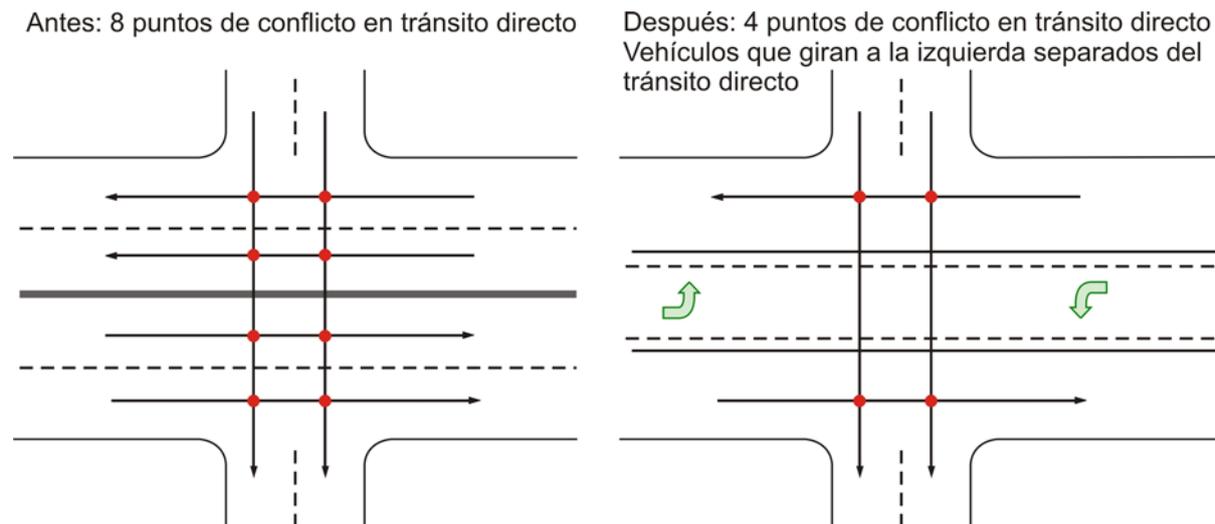


Figura 2.41 Reducción de puntos de conflicto en tránsito directo por la conversión de una calzada indivisa de cuatro carriles a una sección transversal de tres carriles.

2.9.3 Importancia de la administración de accesos

Un efectivo programa de administración de accesos juega un papel importante en preservar la capacidad vial, reducir los choques y evitar o minimizar costosos mejoramientos viales. Puede esperarse que un proyecto de administración de accesos reduzca los choques anuales entre un 10 al 65 por ciento.

El público viajero se beneficiará por viajes más rápidos y seguros. Los negocios se beneficiarán por la mayor vitalidad a lo largo de un corredor bien administrado. Los contribuyentes se beneficiarán por el uso más efectivo de los caminos existentes. Los organismos públicos se beneficiarán de un costo de administración de accesos relativamente más bajo y pueden usar sus recursos para otras necesidades.

Cada nuevo acceso ubicado en un arterial reduce su capacidad de llevar tránsito. Después de haber instalado varios nuevos accesos a la propiedad, a menudo se vuelve claro que el tránsito que gira tiene un impacto negativo en las velocidades de tránsito en el arterial.

Los estudios indican que las velocidades medias de marcha durante las horas pico son considerablemente más altas en caminos bien administrados. El beneficio más significativo asociado con los proyectos de administración de acceso comprende la seguridad de tránsito.

2.10 BIBLIOGRAFIA PARTICULAR DE CONSULTA

Sitios Web: Consulados durante la Actualización 2009-10

2.10.1 En español original o traducciones

VELOCIDADES

- 1.01 AASHTO – EUA 2001
Green Book pág. 56, 66: **Speed and Design, Speed**
- 1.02 TRB NCHRP Report 504 – EUA 2003
Summary: **Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices**
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_504.pdf
- 1.03 FHWA-RD-98-154 – EUA 1998
Synthesis of Safety Research Related to Speed and Speed Management
<http://www.tfhrc.gov/safety/speed/spdtoc.htm>
- 1.04 FHWA-RD-98-154 TFHRC – EUA 1998
Synthesis of Safety Research Related to Speed and Speed Limits
<http://www.tfhrc.gov/safety/speed/speed.htm>
- 1.05 ROCCI UP Madrid – España
Capacidad, Adelantamiento, Trazado, Rasante, Sección Transversal
- 1.06 GLOBAL ROAD SAFETY PARTERSHIP – Suiza 2008
Speed management – A Road Safety Manual for Decision Makers and Practitioners – C1: Why focus on speed? – C2: How to asses the situation – C3: What are the tools for managing speed?
<http://www.grsroadsafety.org/themes/default/pdfs/Speed%20management%20manual.pdf>
- 1.07 JOURNAL OF THE ESTERN ASIA SOCIETY – Japón 2005
Evaluation of Highway Geometric Design and Analysis of Actual Operating Speed
http://www.easts.info/on-line/journal_06/1048.pdf
- 1.08 INDIANA DOT–FHWA–UE–U CONNECTICUT–MAN MADE AMERICA: CHAOS OR CONTROL–AASHTO–TRR–US DOT-ITE – EUA
Summaries: **Speed Limit-Design Speed-Design and Speed-Speed and Safety**
- 1.09 PUBLIC ROADS – EUA 2003
Managing Speed
<http://www.tfhrc.gov/pubrds/03jan/10.htm>
- 1.10 RUTAS – España
La Relación con la Inseguridad y el Papel de las Limitaciones
- 1.11 VIRGINIA Research Brief & others – EUA, Canada 2000
Summaries: **Speed-Flow-Geometric Design-Functional Classification-Design Philosophy-Hazard-Exceptions Design-Design Standards-Shoulders**
- 1.12 SLOWER SPEEDS – Reino Unido 1998
The Slower Speeds Initiative
<http://www.slower-speeds.org.uk/home>

ADMINISTRACIÓN DE ACCESO

- 2.01 IOWA IASTATE – EUA 2000
Access Management Handbook - Balancing the Demands on Our Roadways
www.ctre.iastate.edu/research/access/amhandbook/AMhandbook.pdf
- 2.02 TRB NCHRP Report 420 – EUA 1999
Impacts of Access Management Techniques
<http://www.accessmanagement.info/pdf/420NCHRP.pdf>

- 2.03 ALPENA – EUA 2001
Chapter 6: **Access Management**
www.alpena.mi.us/docs/Planning/TransportationPlan/Chapter_6.PDF
- 2.04 DIXIE Highway – EUA
Access Management
<http://www.oki.org/pdf/DixieFixCh3.pdf>
<http://www.ctre.iastate.edu/PUBS/8.5x11BROCHURE.pdf>
- 2.05 NEW MEXICO – EUA 1999
Access Management Policies: An Historical Perspective
www.accessmanagement.info/pdf/History_of_AM.pdf
- 2.06 FLORIDA – EUA
Access Management
<http://cityofbrevard.com/vertical/Sites/%7BA1ABB578-CC92-42B7-8A5B-5B885D90A0FA%7D/uploads/%7B9EFDB380-CF84-49E1-AD29-1F9CF35D28B3%7D.PDF>

**2.2 En español – Archivos pdf en DVD Actualización 2010
C2 Bibliografía Particular de Consulta**

VELOCIDADES

-  1.01 AASHTO'01 Velocidades.pdf
-  1.02 NCHRP504-Resumen Velocidades.pdf
-  1.03 FHWA R3115 Velocidad&Seguridad.pdf
-  1.04 TFHRC Seguridad&LímitesVelocidad.pdf
-  1.05 ROCCI Velocidad&D°G°&Capacidad.pdf
-  1.06 WHO AdministraciónVelocidad.pdf
-  1.07 JAPÓN DiseñoGeométrico&VO85.pdf
-  1.08 INDIANA&varios Velocidad&D°G°&SV.pdf
-  1.09 PUBLIC ROADS AdministraciónVelocidad.pdf
-  1.10 RUTAS LímitesVelocidad.pdf
-  1.11 VIRGINIA Velocidad&Seguridad.pdf
-  1.12 SLOWER BeneficiosMenorVelocidad.pdf

ADMINISTRACIÓN DE ACCESO

-  2.01 IOWA AdministraciónAccesos.pdf
-  2.02 NCHRP 420 Ad.AccesoResumen.pdf
-  2.03 MICHIGAN AdministraciónAcceso.pdf
-  2.04 DIXIE AdministraciónAcceso.pdf
-  2.05 NEW MEXICO Ad.AccesoHistoria.pdf
-  2.06 FLORIDA AdministraciónAcceso.pdf