

Manual de Diseño Geométrico para Carreteras

*Ing. María Consuelo López Archila**
*Ing. Carlos Alberto Echeverry Arciniegas***

Resumen

Más de veinticinco años han transcurrido desde que el Ministerio de Obras Públicas de Colombia, publicó el "Criterio Geométrico para Diseño de Carreteras". La evolución que en dicho lapso han tenido los vehículos de transporte automotor, con capacidad cada día mayor y con velocidades más elevadas, junto con la importancia que hoy se brinda a la seguridad y economía de los usuarios y a la protección del entorno ambiental, imponen a las carreteras el cumplimiento de condiciones técnicas más rigurosas en su diseño.

Bajo esta perspectiva, el Instituto Nacional de Vías consideró oportuna la elaboración del presente manual, el cual contempla las

disposiciones legales vigentes sobre la materia y tiene carácter de norma para el diseño geométrico de las carreteras nacionales, siendo su uso recomendable para el resto de vías.

Entre otros se destacan los siguientes cambios con respecto a la anterior versión:

Se excluye el TPD, el cual debe estar incluido en los estudios de tránsito, previos al diseño geométrico, para determinar la demanda y establecer qué se quiere diseñar (tipo de carretera, tipo de terreno y velocidad de diseño); mayor profundidad en los conceptos y parámetros relacionados con la velocidad, ajuste del valor de las distancias de visibilidad de parada y adelantamiento, se reevalúa el concepto de entretangencia, desaparece el grado de curvatura para curvas circulares emplean-

* Ing. Civil. Profesional de la Oficina de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico de INVIAS.

** Ing. Civil. U.M.N.G. Dirección General de Vías e Infraestructura Ministerio de Transporte. Profesor Ingeniería de Vías UMNG y U. Antonio Nariño.

do únicamente su radio y desarrollo, se disminuye el valor de peralte máximo; en el diseño geométrico horizontal se aplican los diferentes tipos de empalme establecidos de elementos rectos, arcos de transición y de círculo, se entregan herramientas útiles que permiten obtener ejes en planta de gran flexibilidad que facilita la ejecución de carreteras confortables, seguras y agradables; así mismo una verdadera integración al relieve topográfico del corredor del proyecto, especialmente para trazados sobre terrenos de configuración ondulada, montañosa y escarpada.

Al presentar a la comunidad vial colombiana este "Manual de Diseño Geométrico para Carreteras", el Instituto Nacional de Vías espera que su estudio y aplicación por parte de funcionarios públicos, educadores, universitarios, consultores, proyectistas y contratistas de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento, permita el desarrollo de una red nacional de carreteras acorde con las necesidades y expectativas de los colombianos del próximo siglo. Así mismo, agradece todos los comentarios que puedan ser de utilidad para el mejoramiento del documento en futuras ediciones.

Introducción

En 1970 el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Colombia, puso en vigencia la normatividad oficial que definía los criterios para diseñar tanto en planta como en perfil las carreteras de dos carriles. Hoy el parque automotor

ha cambiado significativamente en cuanto a potencia, velocidad y comodidad ocasionando la elevación del estándar de calidad exigido por los usuarios de las vías.

El Instituto Nacional de Vías, entidad ejecutora de la política nacional en materia de infraestructura vial, consciente de la necesidad de contar con normas y especificaciones actualizadas para el diseño geométrico de carreteras acordes al cambiante parque automotor, ha preparado un documento que puede ser utilizado por los diseñadores como guía práctica en su labor cotidiana.

Esta publicación es el resultado de un laborioso trabajo de grupo que busca proporcionar al ingeniero un medio para desarrollar y evaluar aspectos relevantes de las vías. Esta labor fue encomendada inicialmente al ingeniero consultor Rubén Darío Olarte Rodríguez, quien preparó un documento preliminar, el cual fue revisado y complementado por un comité técnico coordinado por la Oficina de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico del Instituto Nacional de Vías y el Ministerio de Transporte, conformado por los especialistas nacionales: Antonio López Rodríguez, Germán Arboleda Vélez, Jaime Falla Lozano, James Cárdenas Grisales, Pedro Helí Rincón Moreno y Sergio Pabón Lozano y los asesores externos Alfredo García García de la Universidad Politécnica de Valencia-España y Miguel Vallés Ruiz de la firma Tool S.A.- España.

Su contenido está conformado por los siguientes capítulos:

1. Las carreteras
2. Planeación
3. Criterios de diseño
4. Aseguramiento de la calidad en el diseño geométrico
5. Información técnica

Antecedentes

La evolución mundial del diseño geométrico conlleva a la adaptación de las necesidades crecientes de los usuarios de las carreteras en cuanto a la movilidad, seguridad, comodidad e integración ambiental que permita mejores diseños geométricos, teniendo en cuenta las modernas tendencias mundiales, para lo cual se tomaron como base los criterios geométricos de 1970 del Ing. Jaime Falla Lozano y el texto preliminar de 1995 del Ing. Rubén Darío Olarte, y posteriormente la evaluación y complementación de un comité técnico tomando como base la experiencia en Colombia y la revisión de las tendencias mundiales de Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, España, Francia, Italia, Reino Unido, Suecia y Suiza; luego de lo cual se presentan algunos aspectos del trabajo realizado.

Desarrollo

El primer capítulo contiene entre otros la clasificación de carreteras, según: competencia, características, tipo de terreno, velocidad de diseño y su importancia (primarias secundarias y terciarias) como se muestra en la tabla 1.

El segundo capítulo hace referencia a la planeación de carreteras y el ciclo de un proyecto de carreteras, donde se destacan sus etapas como son la preinversión, inversión y operación.

El tercer capítulo contiene los criterios de diseño entre los cuales se tienen: velocidad, sobre la cual se profundizan sus conceptos tales como velocidad en general, puntual, instantánea, media temporal, media espacial, de recorrido, de diseño, específica, de marcha y de operación. Se define la velocidad de diseño como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en una sección determinada de una vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas del diseño de la vía predominan. Se destaca que se debe considerar como longitud mínima de un tramo la correspondiente a dos (2) kilómetros, y entre tramos sucesivos no se deben presentar diferencias en velocidad de diseño superiores a veinte (20) kilómetros por hora.

La variación de la velocidad específica entre dos curvas consecutivas no deber ser mayor a 20 km/h, salvo que se disponga de entre tangencias a la mínima, en tal caso se puede llegar hasta 30 km/h.

Se establece la pendiente longitudinal máxima en función del tipo de carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño (ver Tabla 2).

En cuanto a las distancias de visibilidad se presentan nuevos criterios de parada

Tabla 2. Relación entre pendiente máxima (%) y velocidad de diseño

Tipo de carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño (km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	4	3	3	3
	Ondulado	-	-	-	-	-	5	5	4	4	4
	Montañoso	-	-	-	-	-	6	6	5	5	5
	Escarpado	-	-	-	-	-	7	6	6	6	-
Carretera principal de una calzada	Plano	-	-	-	-	5	4	4	3	-	-
	Ondulado	-	-	-	6	6	5	5	4	-	-
	Montañoso	-	-	-	8	7	7	6	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	8	8	7	-	-	-	-
Carretera secundaria	Plano	-	-	7	7	7	6	-	-	-	-
	Ondulado	-	11	10	10	9	8	-	-	-	-
	Montañoso	-	12	11	11	10	-	-	-	-	-
	Escarpado	15	14	13	12	-	-	-	-	-	-
Carretera terciaria	Plano	-	7	7	7	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	11	11	10	10	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	14	13	13	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	16	15	14	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. Coeficientes de fricción longitudinal para pavimentos húmedos

Velocidad de diseño V_d (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Coefficiente de Fricción longitudinal (f_l)	0,440	0,400	0,370	0,350	0,330	0,320	0,315	0,310	0,305	0,300

Tabla 4. Distancias de visibilidad de parada para tramos a nivel ($p=0$) sobre pavimentos húmedos

Velocidades de diseño V_0 (km/h)	Distancia Durante la percepción y Reacción (m)	Coeficiente de fricción Longitudinal f	Distancia Durante el frenado (m)	Distancia de visibilidad de parada D_0 (m)	
				Calculada	Redondeada
30	16,68	0,440	8,05	24,73	25
40	22,24	0,400	15,75	37,99	40
50	27,80	0,370	26,60	54,40	55
60	33,36	0,350	40,49	73,85	75
70	38,92	0,330	58,46	97,38	95
80	44,48	0,320	78,74	123,22	125
90	50,04	0,315	101,24	151,28	150
100	55,60	0,310	127,00	182,60	180
110	61,16	0,305	156,19	217,35	215
120	66,72	0,300	188,98	255,70	255

Tabla 5. Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

Velocidad de diseño V_d (km/h)	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento D_a (m)
30	150
40	200
50	250
60	300
70	350
80	400
90	450
100	500

Tabla 6. Oportunidades de adelantar por tramos de cinco kilómetros

Velocidad de diseño V_d (km/h)	30-50	60-80	90-100
Longitud mínima con distancia de visibilidad de adelantamiento (%)	20%	30%	40%

Se recomienda un peralte máximo en carreteras rurales del 8%, el cual con la anterior norma era del 10%. En cuanto a los sobreeanchos se establece un mínimo de 0,20 metros, anteriormente estaba en 0,50 m; las calzadas mayores a 7 m no requieren sobre ancho.

El alineamiento vertical introduce los conceptos de carril de ascenso para carreteras

de dos carriles con un carril adicional para los vehículos que marchan lentamente cuesta arriba, de tal manera que los vehículos que utilizan el carril derecho adyacente a la vía no se retrasen; se hace referencia también a los carriles de cambio de velocidad, carriles de desaceleración y carriles de aceleración.

Tabla 7. Radios mínimos absolutos

Velocidad específica (km/h)	Peralte recomendado (e máx) %	Fricción lateral (f máx)	Factor e + ft	Radio mínimo	
				Calculada (m)	Redondeada (m)
30	8,0	0,180	0,260	27,26	30,00
40	8,0	0,172	0,2522	49,95	50,00
50	8,0	0,164	0,244	80,68	80,00
60	8,0	0,157	0,237	119,61	120,00
70	8,0	0,149	0,229	168,48	170,00
80	7,5	0,141	0,216	233,30	235,00
90	7,0	0,133	0,203	314,18	315,00
100	6,5	0,126	0,191	413,25	415,00
110	6,0	0,118	0,178	535,26	535,00
120	5,5	0,110	0,170	687,19	690,00
130	5,0	0,100	0,150	887,14	890,00
140	4,5	0,094	0,139	1110,29	1100,00
150	4,0	0,087	0,127	1395,00	1400,00

La sección transversal establece unos anchos de zona mínimos recomendados para las carreteras principal de dos calzadas, principal de una calzada, secundaria

y terciaria (tabla 8). Se fija el bombeo de la calzada (tabla 9), ancho recomendado para calzada (tabla 10) y ancho recomendado para bermas (tabla 11).

Tabla 8. Anchos de zona mínimos

Tipo de carretera	Ancho de zona mínimo (m)
Carretera principal de dos calzadas	Mayor a 30
Carretera principal de una calzada	24 - 30
Carretera secundaria	20 - 24
Carretera terciaria	15 - 20

Tabla 9. Bombeo de la calzada

Tipo de superficie de rodadura		Bombeo (%)
Muy buena	Superficie de concreto hidráulico o asfáltico, colocada con extendedoras mecánicas.	2
Buena	Superficie de mezcla asfáltica colocada con terminadora. Carpeta de riegos.	2 - 3
Regular a mala	Superficie de tierra o grava.	2 - 4

Tabla 10. Ancho recomendado para calzada

Tipo de carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño (km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
Carretera principal de una calzada	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Montañoso	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
Carretera secundaria	Plano	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-	-
	Ondulado	-	7.00	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-	-
	Montañoso	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-	-
Carretera terciaria	Plano	-	5.00	6.00	6.60	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	5.00	5.00	6.00	6.60	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	5.00	5.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	5.00	5.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 11. Ancho recomendado para bermas

Tipo de carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño (km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/1.0	1.8/1.0	-
Carretera principal de una calzada	Plano	-	-	-	-	1.8	2.00	2.00	2.50	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.80	1.80	2.00	2.00	2.50	-	-
	Montañoso	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-	-
	Escarpado	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-	-
Carretera secundaria	Plano	-	-	1.00	1.50	1.50	1.80	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	1.0	1.50	1.80	-	-	-	-
	Montañoso	-	0.50	0.50	1.0	1.0	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	1.0	1.0	-	-	-	-	-
Carretera terciaria ²	Plano	-	0.50	0.50	1.0	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	0.50	0.50	0.50	1.0	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

1 Berma derecha / Berma izquierda

2 Indicativa para calzadas pavimentadas

En cuanto a la coordinación del trazado en planta con el perfil longitudinal, la perspectiva de la carretera en cada punto de su recorrido, deberá permitir al usuario: distinguir el pavimento y los obstáculos eventuales a una distancia conveniente para actuar con la debida oportunidad, establecer claramente las disposiciones de los puntos particulares como intersecciones, cruces e incorporaciones y prever de lejos la evolución del trazado sin ser engañado por ilusiones ópticas ni acomodado por quiebres de la geometría o discontinuidades del trazado en perspectiva. Se propone un modelo de simulación operacional para chequear la coordinación entre planta y perfil para lograr un diseño armónico.

En cuanto a intersecciones a nivel se establecen criterios para las intersecciones canalizadas, tales como la intersección tipo T, tipo Y y tipo cruz; al igual criterios para isletas y glorietas.

Por otra parte los pasos a desnivel de vehículos y peatones se hace referencia a los criterios geométricos de las intersecciones tipo T y Y, diamante, tréboles y los pasos elevados y subterráneos para peatones.

Para puentes se establecen aparte de las normas indicadas en el Código Sísmico de Puentes, algunos otros parámetros a considerar al igual que para el diseño de túneles.

Para los pasos por zonas urbanas y sub-urbanas se recomiendan los parámetros establecidos en la tabla 12.

Se establecen algunas pautas o criterios desde el punto de vista paisajístico y estético para el diseño geométrico de carreteras.

El capítulo cuarto introduce el tema del aseguramiento de la calidad del diseño geométrico de carreteras.

El capítulo quinto a manera de guía presenta una serie de parámetros que permiten conformar la información técnica de una carretera para su correspondiente elaboración, implementación y actualización en una base de datos; establece consideraciones ambientales, ilustra criterios de presentación de las normas de diseño y se ofrecen criterios para la presentación de planos, proponiendo por último un formato neutro de intercambio de información para geometría del trazado en proyectos de carreteras.

Conclusiones

Este Manual establece unos criterios modernos de diseño geométrico basados en la experiencia colombiana y las tendencias mundiales que permiten mejorar la red vial del país, para lo cual se requiere una transferencia de estos conocimientos a las universidades públicas y privadas a los diseñadores, constructores e interventores de tal manera que permita su aplicación.

Tabla 12. Criterios de diseño geométrico para pasos de carreteras por zonas urbanas y suburbanas

Descripción			Unidad	Velocidad de diseño, km/h		
				80	60	50
• Distancia mínima de visibilidad	De parada		M	130	90	70
	De adelantamiento		M	360	270	210
• Pendiente longitudinal	Máxima		%	7	7	7
	Mínima		%	0,5	0,5	0,5
• Curvas verticales	Kmin de adelantamiento = $\frac{L}{\sum I}$		m/%			50
	Kmin de parada y confort = $\frac{L}{\sum I}$		m/%	15	10	5
	Longitud mínima		M	45	35	25
• Peralte máximo			%	7	7	7
• Eliminar bombeo no favorable si el radio es menor que			M	1,830	1,220	610
• Emplear curva de transición si el radio es menor que			M	1,220	610	305
• Distancia mínima a un obstáculo lateral			M	0,7	0,7	0,5
• Gálibo mínimo *			M	4,9 4,5	4,5 4,9	4,9 4,5
• Altura mínima de pasos peatonales subterráneos			M	2,4	2,4	2,4
• Entretangencia entre curvas de distinto sentido			M	110	80	60
• Entretangencia entre curvas del mismo sentido			M	330	240	180
• Distancia mínima entre intersecciones			M	250	200	100
Radio mínimo en las esquinas			m	10	10	10
Area mínima De las islas			m ²	4,5	4,5	4,5
Intersecciones No.	Distancia mínima		X	m	9	9
	De visibilidad		Y	m	150	120
Semaforizadas	Longitud carril de salida			m	125	
	Longitud carriles de		L3	m	45	30
	Giro a la izquierda		L2	m	125	100
Intersecciones			Ancho zona peatonal	m	3.0 a 5.0 (depende del flujo peatonal)	
Semaforizadas	Ancho:	Tramos rectos		m	3.0 mínimo; 4.0 máximo	
	De carril:	Tramos no rectos		m	4.5 mínimo; 6.0 máximo	

* 4.9 m para vías principales rurales y urbanas, 4.5 m otras vías.

Recomendaciones

Es importante que todos los profesionales involucrados en el diseño geométrico de carreteras, conozcan, apliquen y contribuyan a la divulgación de este manual, y simultáneamente presenten sus observaciones basados en los resultados de su aplicación a la Oficina de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico del Instituto Nacional de Vías con el propósito de enriquecer este documento en futuras ediciones. Se reunió el Comité de Diseño Geométrico para discutir la aplicación del manual.

Bibliografía

AAFLAHERTY, C.A. "Highways and Traffic. Volume 1. Edward Arnold (Publishers) Ltda. London, 1978.

AASHTO: «A Policy on Geometric Design of Highways and Streets». Washington, D.C. 1990.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, «A Policy on Geometric Design of Highways and Streets», Washington, D.C., 1994.

ARBOLEDA, V. GERMAN. "Vías Urbanas". AT Editores, Santiago de Cali, 1988.

ASOCIACION TECNICA DE CARRETERAS, Comité Español de la A.I.C.P.R, Manual de Capacidad de Carreteras, Madrid 1995. Special Report 209 tercera edición, 799p. ISBN 84-87825-95-8.

BATEMAN, ALFREDO. "La Ingeniería, las Obras Públicas y el Transporte en Colombia, Academia Colombiana de Historia, Historia Extensa de Colombia, volumen XXI, Ed.Lerner, Bogotá, 1986.

BOX, PAUL C.-OPPENLANDER, JOSEPH: «Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito». Co-editores: Coordinación General de Transporte, D.D.F., Asociación Mexicana de Ingeniería de Transportes, A.C., Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México. 1985.

BRAVO, PAULO EMILIO: «Diseño de Carreteras, Técnica y Análisis del Proyecto». Sexta Edición. Carvajal S.A. Bogotá. 1993.

CAL Y MAYOR, RAFAEL-CARDENAS GRISALES, JAMES: «Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones». Séptima Edición, Alfaomega Editores, México, 1994.

CARCIENTE, JACOB: «Carreteras, Estudio y Proyecto». Segunda Edición. Ediciones Vega s.r.l.. Caracas. 1980.

CARDENAS GRISALES, JAMES: «Diseño Geométrico de Vías». Ecoe Ediciones. Universidad del Valle. Santafé de Bogotá. 1993.

CHOCONTAR., PEDRO. "Apuntes sobre Diseño Geométrico de Vías". Universidad Nacional, Facultad de Ingeniería, Bogotá, 1970.

DESOUZA JOSE OCTAVIO, «Estradas de Rodagem», Livraria Nobel S.A., Sao Paulo, 1981.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, "Metodología BPIN No25-Identificación, preparación y evaluación de proyectos de infraestructura vial no urbana con altos niveles de tránsito", Santafé de Bogotá, 1994.

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, «Instrucción de Carreteras Norma 3.1-1C. Y Trazado (provisional)». Secretaría de Estado de Política Territorial y Obras Públicas, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, España, 1996.

FALLAL, JAIME: «Criterio Geométrico para Diseño de Carreteras». MOP. Bogotá. 1970.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS STRASSEN UND VERKEHRWESEN, Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil, Linienführung (RAS-L), Abschnitt 1: Elementeder Linienführung (RAS-L-1), Bonn, 1976.

McCLUSKEY, JIM. El Diseño de Vías Urbanas. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, España, 1985.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, "Código Colombiano para Diseño Sísmico de Puentes, Santafé de Bogotá, 1995.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, UNIVERSIDAD DEL CAUCA: «Efecto de la distancia de visibilidad en las maniobras de adelantamiento». Popayán. 1996.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES- LA VIALIDAD LTDA, Criterios y normas para el diseño geométrico de carreteras, Bogotá, 1988.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE, MISION FRANCESA INGEROUTE. "Compilación de informes sobre factibilidad y transporte, tomo III, Santafé de Bogotá, 1976.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, RUBEN DARIO OLARTE. «Criterios de Diseño Geométrico para Carreteras», Santafé de Bogotá, 1995.

NATIONAL ASSOCIATION OF AUSTRALIAN STATE ROAD AUTHORITIES, «Guide Policy for Geometric Design of Freeways and Expressways», Sydney, 1972.

NATIONAL ASSOCIATION OF AUSTRALIAN STATE ROAD AUTHORITIES, «Guide Policy for Geometric Design of Major Urban Roads», Sydney, 1972.

NATIONAL ASSOCIATION OF AUSTRALIAN STATE ROAD AUTHORITIES, «Policy for Geometric Design of Rural Roads», Sydney, 1973.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES: «Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras». Primera Edición. Cuarta Reimpresión. México. 1991.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES: «Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico, Carreteras». México. 1984.

SECRETARÍA DE OBRAS PUBLICAS, «Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras», Primera Edición, Segunda Impresión, México, 1976.

THE INDIAN ROADS CONGRESS, «Recommendations about the Alignment Survey and Geometric Design of Hill Roads», New Delhi, 1973

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, Séptimo Curso Internacional de Carreteras, 1991.