

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MANUAL DE NORMAS  
PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**HÉCTOR AMILCAR ARREAGA ESPAÑA**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 1996**

08  
T(3788)  
c. 4

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**MANUAL DE NORMAS  
PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 26 de febrero de 1,996.



**HÉCTOR MILCAR ARREAGA ESPAÑA**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>DECANO:</b>        | <b>Ing. Julio Ismael González Podszueck</b>    |
| <b>VOCAL PRIMERO:</b> | <b>Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra</b>        |
| <b>VOCAL SEGUNDO:</b> | <b>Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano</b>      |
| <b>VOCAL TERCERO:</b> | <b>Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez</b>      |
| <b>VOCAL CUARTO:</b>  | <b>Br. Fernando Waldemar de León Contreras</b> |
| <b>VOCAL QUINTO:</b>  | <b>Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor</b>      |
| <b>SECRETARIO:</b>    | <b>Ing. Francisco Javier González López</b>    |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>DECANO:</b>     | <b>Ing. Julio Ismael González Podszueck</b>          |
| <b>EXAMINADOR:</b> | <b>Ing. Sergio Waldemar Valdez Bonilla</b>           |
| <b>EXAMINADOR:</b> | <b>Ing. Edgar Vinicio Quiñonez</b>                   |
| <b>EXAMINADOR:</b> | <b>Ing. Elvia Miriam Ruballos Samayoa de la Rosa</b> |
| <b>SECRETARIO:</b> | <b>Ing. Francisco Javier González López</b>          |

Guatemala, 1 de agosto de 1,996

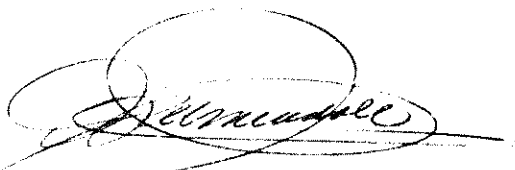
Señor  
Ing. Edgar Daniel de León Maldonado,  
Jefe del Area de Transportes,  
Facultad de Ingeniería,  
Universidad de San Carlos de Guatemala,  
Presente.

Ingeniero De León.

Habiendo revisado el trabajo de tesis titulado: **MANUAL DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**, del estudiante universitario de Ingeniería Civil **HÉCTOR AMILCAR ARREAGA ESPAÑA**, manifiesto a usted que dicho trabajo de tesis ha llenado los requisitos del programa dentro del cual se efectuó y por la importancia que tiene la doy por aprobada.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Cordialmente,



**ING. RAÚL EDUARDO ALVARADO CUEVAS**  
**ASESOR**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica  
Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica  
Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas  
Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Inge-  
niería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.  
Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 21 de agosto de 1,996

**Señor Director**  
**Escuela de Ingeniería Civil,**  
**Ing. Jack Douglas Ibarra.**  
**SU DESPACHO**

**Señor Director.**

Como parte de las funciones de la jefatura de este departamento, he tenido para consideración el trabajo de tesis **MANUAL DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**, del estudiante universitario de Ingeniería Civil **HÉCTOR AMILCAR ARREAGA ESPAÑA**; trabajo que satisface los objetivos planteados y que presenta un aporte significativo para el Área de Transportes, por lo que con la aprobación respectiva la remito a esa Dirección para lo pertinente.

**Cordialmente,**



**Ing. Edgar Daniel de León Maldonado**  
**Jefe Departamento de Transporte**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Raúl Eduardo Alvarado Cuevas y Cordinador del Departamento de Transportes Ing. Edgar Daniel De León Maldonado, al trabajo de tesis del estudiante Héctor Amilcar Arreaga España, titulado "MANUAL DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS", da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, octubre 1, 1996.

JDIS/isa.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

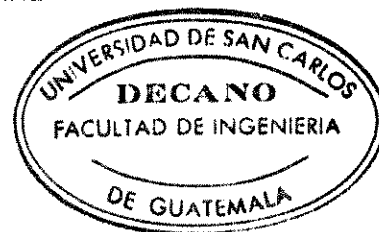
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis MANUAL DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, del estudiante Héctor Amilcar Arreaga España.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck

DECANO



Guatemala, octubre de 1,996

/isa.

## **AGRADECIMIENTO**

**A Dios todo poderoso por su infinito amor, bondad y misericordia.**

**A mi amigo el Ing. Raúl Eduardo Alvarado Cuevas, por la Asesoría del presente trabajo de tesis.**

**A mi amigo Félix Fernando Ajiatás Pinto por su colaboración en la elaboración de esta tesis.**



**ACTO QUE DEDICO**

**A: MI PATRIA**

**MIS PADRES**

**OSCAR DE JESÚS ARRIAGA  
BLANCA ESTELA ESPAÑA DE ARRIAGA**

**MIS HERMANOS**

**ANA MARÍA  
OSCAR ALBERTO  
EDWIN HAROLDO  
IRMA ILEANA**

**MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO Y ESTUDIO DEL  
DEPARTAMENTO DE CARRETERAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE  
CAMINOS**

**LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA, CON GRATITUD Y RESPETO**

## ÍNDICE GENERAL

|  | Pag. |
|--|------|
| I. Lista de Diagramas  | i    |
| II. Lista de Tablas  | ii   |
| III. Notaciones y Definiciones                                   | iii  |
| IV. Introducción   | viii |
| V. Capítulo 1. Clasificación y Características de las Carreteras | 1    |
| 1.1 Tipo A   | 1    |
| 1.2 Características  | 3    |
| VI. Capítulo 2. Distancia de Visibilidad                         | 4    |
| 2.1 Distancia de Visibilidad de Parada                           | 4    |
| 2.2 Distancia de Visibilidad de Rebase                           | 4    |
| 2.3 Distancia de Visibilidad de Encuentro                        | 4    |
| VII. Capítulo 3. Características Geométricas                     | 6    |
| 3.1 Del Alineamiento Horizontal                                  | 6    |
| 3.2 Del Alineamiento Vertical                                    | 12   |
| 3.3 De la Sección transversal                                    | 18   |
| Conclusiones   | ix   |
| VIII.1 De la Clasificación y Características de las Carreteras   | ix   |
| VIII.2 De la Distancia de Visibilidad                            | x    |
| Recomendaciones  | xi   |
| Referencias  | xii  |
| Bibliografía   | xiii |

## I. LISTA DE DIAGRAMAS

|   | Pag. |
|---|------|
| Figura 004.1 Elementos de la curva circular   | 8    |
| Figura 004.2 Elementos de la curva circular con espirales   | 11   |
| Figura 004.3 Distancia mínima necesaria a obstáculos en el interior de curvas circulares para dar la distancia de visibilidad de parada | 13   |
| Figura 004.4 Longitud crítica de tangentes verticales con pendiente mayor que la gobernadora  | 15   |
| Figura 004.5 Elementos de la curva vertical   | 19   |
| Figura 004.6 Longitud mínima de las curvas verticales en cresta   | 20   |
| Figura 004.7 Longitud mínima de las curvas verticales en columpio   | 21   |
| Figura 004.8 Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal para carreteras tipos E,D,C,B y A2                             | 23   |
| Figura 004.9 Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal para carreteras tipos A4                                       | 24   |
| Figura 004.10 Desarrollo de la sobreelevación y la ampliación   | 32   |

## II. LISTA DE TABLAS

|             | Pag.  |    |
|-------------|---|----|
| Tabla 002-1 | Clasificación y características de las carreteras   | 2  |
| Tabla 003-1 | Distancia de visibilidad de parada  | 5  |
| Tabla 004-1 | Grado máximo de curvatura   | 9  |
| Tabla 004-2 | Valores máximos de las pendientes gobernadora y<br>las pendientes máximas                     | 14 |
| Tabla 004-3 | Valores mínimos del parámetro K y de la longitud<br>mínima aceptable de las curvas verticales | 17 |
| Tabla 004-4 | Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y<br>de la faja separadora central              | 25 |
| Tabla 004-5 | Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para<br>carreteras tipo E y D                   | 27 |
| Tabla 004-6 | Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para<br>carreteras tipo C                       | 28 |
| Tabla 004-7 | Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para<br>carreteras tipo B y A(A2)               | 29 |
| Tabla 004-8 | Ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones para<br>carreteras tipo A(A4S y A4)             | 30 |

### III NOTACIONES Y DEFINICIONES DESCRIPCIÓN

#### III-I CONTENIDO

En este Título se norma lo necesario para proyectar geoméricamente una obra vial, conforme a lo determinado en los capítulos que la integran.

#### III-II DEFINICIÓN

Para precisar el significado de algunos términos empleados, en esta parte se han formulado las definiciones de términos, según las consideraciones de los párrafos siguientes:

- a) Comprende los términos que pueden tener varias y distintas acepciones en el lenguaje común, pero de las que se toma el significado con que se definen en la cláusula antes mencionada.
- b) Comprende las palabras cuyo significado o acepción especial será el que se indica.
- c) Comprende las palabras de otros idiomas o adaptaciones libres de ellas que, sin equivalencia castellana son, sin embargo, términos de uso común en el medio técnico en que se emplean estas Normas.
- d) No se formulan definiciones de aquellos términos cuyo significado o interpretación son suficientemente conocidos, precisos y claros.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

### III-III DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.- Proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal.
2. ALINEAMIENTO VERTICAL.- Proyección del desarrollo del eje de proyecto de una carretera sobre un plano vertical.
3. AMPLIACIÓN DE CURVA.- Incremento al ancho de corona y de calzada, en el lado interior de las curvas del alineamiento horizontal.
4. BANQUETA.- Faja destinada a la circulación de peatones, ubicada generalmente a un nivel superior al de la calzada.
5. BOMBEO.- Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.
6. BORDILLO.- Elemento que se construye sobre los acotamientos, junto a los hombros de los terraplenes, para evitar que el agua erosione el talud del terraplén.
7. CALZADA.- Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.
8. CERO.- En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén o del corte y el terreno natural.
9. CONTRACUNETTA.- Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.
10. CORONA.- Superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros.
11. CUNETTA.- Canal que se ubica en los cortes, en uno o en ambos lados de la corona, contiguo a la línea de hombros, para drenar el agua que escurre por la corona y/o el talud.
12. CURVA CIRCULAR HORIZONTAL.- Arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes consecutivas.
13. CURVA ESPIRAL DE TRANSICION.- Curva del alineamiento horizontal que liga una tangente con una curva circular, cuyo radio varía en forma continua, desde infinito para la tangente, hasta el de la curva circular.
14. CURVA VERTICAL.- Arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical.

15. CURVA VERTICAL EN COLUMPIO.- Curva vertical, cuya concavidad queda hacia arriba.
16. CURVA VERTICAL EN CRESTA.- Curva vertical cuya concavidad queda hacia abajo.
17. DEFENSA.- Dispositivo de seguridad que se emplea para evitar, en lo posible, que los vehículos salgan de la carretera.
18. DERRAMADERO.- Obra complementaria de drenaje, que se construye para desalojar las aguas de la superficie de la carretera y evitar su erosión.
19. DERECHO DE VÍA.- Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Dirección General de Caminos, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares.
20. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUENTRO.- Distancia de seguridad mínima necesaria para que en caminos de un solo carril, los conductores de dos vehículos, que circulan en sentido contrario, se puedan detener antes de encontrarse.
21. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.- Distancia de seguridad mínima necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de marcha, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él.
22. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE.- Distancia mínima necesaria para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.
23. D.G.C.- Dirección General de Caminos.
24. NORMAS PARA PROYECTO GEOMÉTRICO.- Disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que la D.G.C. fija o dicta para la elaboración de sus proyectos geométricos.
25. FAJA SEPARADORA CENTRAL.- Es la zona que se dispone para precaver que los vehículos que circulan en un sentido invadan los carriles de sentido contrario.
26. GRADO DE CURVATURA.- Ángulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte (20) metros de longitud.
27. GRADO MAXIMO DE CURVATURA.- Límite superior del grado de curvatura que podrá usarse en el alineamiento horizontal de una carretera con la sobreelevación máxima, a la velocidad de proyecto.

28. GUARNICIONES.- Elementos parcialmente enterrados que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla de la calzada.
29. HORIZONTE DE PROYECTO.- Año futuro que corresponde al final del período previsto en el proyecto de la carretera.
30. LIBRADERO.- Ancho adicional que se da a la corona de las carreteras de un solo carril, en una longitud limitada, para permitir el paso simultáneo de dos vehículos.
31. LONGITUD CRÍTICA.- Es la longitud máxima de una tangente vertical con pendiente mayor que la gobernadora, pero sin exceder la pendiente máxima.
32. PENDIENTE.- Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos (2) puntos.
33. PENDIENTE GOBERNADORA.- Es la pendiente que teóricamente puede darse a las tangentes verticales en una longitud indefinida.
34. PENDIENTE MÁXIMA.- Es la mayor pendiente de una tangente vertical que se podrá usar en una longitud que no exceda a la longitud crítica correspondiente.
35. PENDIENTE MÍNIMA.- Es la menor pendiente que una tangente vertical debe tener en los tramos en corte para el buen funcionamiento del drenaje de la corona y las cunetas.
36. RASANTE.- Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.
37. SECCIÓN TRANSVERSAL.- Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.
38. SOBREELEVACIÓN O PERALTE.- Pendiente transversal descendente que se da a la corona hacia el centro de las curvas del alineamiento horizontal para contrarrestar, parcialmente, el efecto de la fuerza centrífuga.
39. TALUD.- Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.
40. TANGENTE HORIZONTAL.- Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera.



41. TANGENTE VERTICAL.- Tramo recto del alineamiento vertical de una carretera.
42. TRANSICIÓN MIXTA.- Distancia que se utiliza para pasar de la sección en tangente a la sección en curva circular y viceversa.
43. TRÁNSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL (TDPA) Número de vehículos que pasan por un lugar dado durante un (1) año, dividido entre el número de días del año.
44. VELOCIDAD DE MARCHA.- Velocidad media de todos o de un grupo determinado de vehículos, obtenida dividiendo la suma de las distancias recorridas entre la suma de los tiempos de recorrido en que los vehículos estuvieron efectivamente en movimiento.
45. VELOCIDAD DE PROYECTO.- Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño geométrico.

#### IV INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis titulado Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras muestra una síntesis de las especificaciones para mejorar el diseño de las carreteras en el país.

Las diferentes partes de que consta, están basadas en las normas de otros países, principalmente de Estados Unidos de América y México, además es el resultado de la experiencia que se ha tenido en la Dirección General de Caminos.

El trabajo está dividido en 4 capítulos: capítulo 1, clasificación y características de las carreteras, en donde se clasifican las carreteras relacionadas con el tránsito promedio diario anual y otras características.

En el capítulo 2, distancia de visibilidad se dan los parámetros para la distancia de visibilidad de parada, distancia de visibilidad de rebase y distancia de visibilidad de encuentro. En el capítulo 3 se definen las características geométricas para el alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sección transversal.

Finalmente se dan las recomendaciones para el Diseño geométrico de acuerdo a la investigación realizada y a la experiencia.

# CAPÍTULO 1 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CARRETERAS

## 1) CLASIFICACIÓN

Se propone clasificar las carreteras, de acuerdo con su tránsito diario promedio anual (TDPA) para el horizonte de proyecto, en la forma siguiente:

### 1.1 Tipo "A"

Tipo "A1" para un TDPA de cinco mil (5,000) a veinte mil (20,000) vehículos

Tipo "A2" para un TDPA de tres mil (3,000) a cinco mil (5,000) vehículos.

1.1.2 Tipo "B", para un TDPA de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000) vehículos.

1.1.3 Tipo "C", para un TDPA de quinientos (500) a mil quinientos (1,500) vehículos.

1.1.4 Tipo "D", para un TDPA de cien (100) a quinientos (500) vehículos.

1.1.5 Tipo "E", para un TDPA de hasta cien (100) vehículos.

Las normas geométricas de las carreteras clasificadas de acuerdo al inciso anterior, variarán según las características topográficas del terreno que atraviesen. Se considerarán los siguientes tipos de terreno:

- a) Plano
- b) Ondulado
- c) Montañoso

Las carreteras de más de cuatro (4) carriles, no se consideran en este capítulo, por lo que en su caso deberán estudiarse como proyecto particular.

# TABLA. 002--1 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CARRETERAS

| CONCEPTO  | U <sub>h</sub> , D <sub>h</sub> , D <sub>b</sub><br>Veh/día | TIPO DE CARRETERA  |                    |                         |                                 |                         | A   |
|---|---|--------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|---|
|   |   | E                  | D                  | C                       | B                               | MAS DE 3000             |   |
| TDPA EN EL HORIZONTE DE PROYECTO                  |   | HASTA 100          | 100 a 500          | 500 a 1500              | 1500 a 3000                     |                         |   |
| TERRENO   |   |                    |                    |                         |                                 |                         |   |
| MONTAÑOSO ONDULADO PLANO                          |   |                    |                    |                         |                                 |                         |   |
| VELOCIDAD DE PROYECTO                             | Km/h.   | 30 40 50 60 70     | 30 40 50 60 70     | 40 50 60 70 80 90 100   | 50 60 70 80 90 100 110          | 60 70 80 90 100 110     |   |
| DISTANCIA DE VISIBILIDAD                          | m   | 30 40 55 75 95     | 30 40 55 75 95     | 40 55 75 95 115 135 155 | 55 75 95 115 135 155 175        | 75 95 115 135 155 175   |   |
| DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA                | m   | --                 | --                 | 135 100 225 270 315     | 180 225 270 315 360 405 450 495 | 270 315 360 405 450 495 |   |
| GRADO MÁXIMO DE CURVATURA                         | °   | 60 30 17 11 75     | 60 30 17 11 75     | 30 17 11 75 55 425 475  | 17 11 75 55 425 475             | 11 75 55 425 475        |   |
| CURVAS  | CRESTA  | 4 7 12 23 36       | 3 4 9 14 20        | 4 6 14 30 31 43 57      | 6 14 20 31 43 57 72             | 14 20 31 43 57 72       |   |
|   | K   | 4 7 10 15 20       | 4 7 10 15 20       | 7 10 15 20 25 31 37     | 10 15 20 25 31 37 43            | 15 20 25 31 37 43       |   |
| VERTICALES  | LONGITUD MINIMA   | 20 30 30 40 40     | 20 30 30 40 40     | 30 30 40 40 50 50 60    | 30 40 40 50 60 60 60            | 40 40 50 60 60 60       |   |
| PENDIENTE GOBERNADORA                             | %   | 9 7 --             | 9 6 --             | 6 5 --                  | 5 4 --                          | 4 3 --                  |   |
| PENDIENTE MÁXIMA                                  | %   | 13 10 7            | 12 9 6             | 9 7 5                   | 7 6 4                           | 6 5 4                   |   |
| LONGITUD CRÍTICA                                  | m   | VER FIG. No. 004.4 | VER FIG. No. 004.4 | VER FIG. No. 004.4      | VER FIG. No. 004.4              | VER FIG. No. 004.4      |   |
| ANCHO DE CALZADA                                  | m   | 4.0                | 6.0                | 6.0                     | 7.0                             | 7.0                     | VER FIG. No. 004.4<br>4.2 4.4 4.5<br>7.0 2.5 7.0<br>2.5 7.0<br>2.5 7.0  |
| ANCHO DE CORONA                                   | m   | 4.0                | 6.0                | 7.0                     | 9.0                             | 9.0                     | 2.5 7.0<br>2.5 7.0<br>un cuerpo, un cuerpo, un cuerpo<br>120 120 120 120 120 120<br>30 Ext. 30 Ext. 30 Ext. 30 Ext. 30 Ext. 30 Ext. |
| ANCHO DE HOMBROS                                  | m   | --                 | --                 | 0.5                     | 1.0                             | 1.0                     | 2.5 0.5 Int. 1.0 Int.   |
| ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL                  | m   | --                 | --                 | --                      | --                              | --                      | --  |
| BOMBEO  | %   | 3                  | 3                  | 2                       | 2                               | 2                       | -- 1.0 1.0 2.0 2.0  |
| SOBRELEVACION MÁXIMA                              | %   | 10                 | 10                 | 10                      | 10                              | 10                      | 2   |
| SOBRELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MÁXIMO     | %   | VER TABLA          | VER TABLA          | VER TABLA No. 004-6     | VER TABLA No. 004-7             | VER TABLA No. 004-8     |   |
| AMPLIACIONES Y LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIONES | m   | No. 004-4          | No. 004-5          | VER TABLA No. 004-6     | VER TABLA No. 004-7             | VER TABLA No. 004-8     |   |

**FUENTE:** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico  
Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.



## 1.2 CARACTERÍSTICAS

Las carreteras a que se refieren los párrafos de este capítulo, deberán ajustarse a los anchos de corona, de calzada y de hombro indicados en la tabla (004-4) y en lo correspondiente a ampliaciones a lo indicado en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8).

Los valores de las principales características geométricas, se resumen en la tabla (001-1). A excepción de los anchos de corona y calzada, esos valores serán limitativos.

## CAPÍTULO 2 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

### 2.1 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

La distancia de visibilidad de parada se obtiene con la expresión:

$$D_p = Vt/3.6 + V^2/254f$$

En donde:

$D_p$  = Distancia de visibilidad de parada, en metros

$V$  = Velocidad de reacción, en segundos

$t$  = Tiempo de reacción, en segundos

$f$  = coeficiente de fricción longitudinal.

En la tabla (003-1) se indican los valores de la distancia de visibilidad de parada que corresponden a velocidades de proyecto de treinta (30) km/h a ciento diez (110) km/h.

### 2.2 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE

La distancia de visibilidad de rebase, se determina con la expresión:

$$D_r = 4.5 V$$

En donde:

$D_r$  = Distancia de visibilidad de rebase, en metros.

$V$  = Velocidad de proyecto, en Km/h.

Los valores de la distancia de visibilidad de rebase se indican en la tabla (002-1).

### 2.3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUENTRO

La distancia de visibilidad de encuentro se calcula con la expresión:

$$D_e = 2D_p$$

En donde:

$D_e$  = Distancia de visibilidad de encuentro, en metros.

$D_p$  = Distancia de visibilidad de parada, en metros.

## CAPÍTULO 3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

### 3.1 DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.1.1 Tangentes.- Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut.

a) Longitud mínima:

- 1) Entre dos curvas circulares inversas, con transición mixta, deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones.
- 2) Entre dos curvas circulares inversas, con espirales de transición, podrá ser igual a cero (0).
- 3) Entre dos curvas circulares inversas, cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
- 4) Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado, sin embargo, es conveniente considerar para su proyección, las recomendaciones que al respecto se indican en esta tesis.

b) Longitud máxima.- La longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado, sin embargo, en el proyecto, es conveniente tomar en cuenta las recomendaciones que al respecto se indican en el capítulo 4 de esta tesis.

c) Azimut.- El azimut definirá la dirección de las tangentes.

3.1.2 Curvas circulares.- Las curvas circulares del alineamiento horizontal estarán definidas por su grado de curvatura y por su longitud, los elementos que las caracterizan se muestran en la figura 004.1.

a) Grado máximo de curvatura.- El valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, está dado por la expresión:

$$G_{\text{máx}} = 146000 \frac{(\mu + S_{\text{máx}})}{V^2}$$

En donde:

$G_{\text{máx}}$  = Grado máximo de curvatura.

$\mu$  = Coeficiente de fricción lateral.

$S_{\text{máx}}$  = Sobreelevación máxima de la curva, en m/m.

$V$  = Velocidad de proyecto, en Km/h.

En la tabla (004-1) se indican los valores de los grados máximos de curvatura para cada velocidad de proyecto.

b) Longitud mínima:

01) La longitud mínima de una curva circular con transiciones mixtas deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de esas transiciones.

02) La longitud mínima de una curva circular con espirales de transición podrá ser igual a cero (0).

c) Longitud máxima.- La longitud máxima de una curva circular no tendrá límite especificado, sin embargo, es conveniente tomar en cuenta las recomendaciones que al respecto se indican en esta tesis.

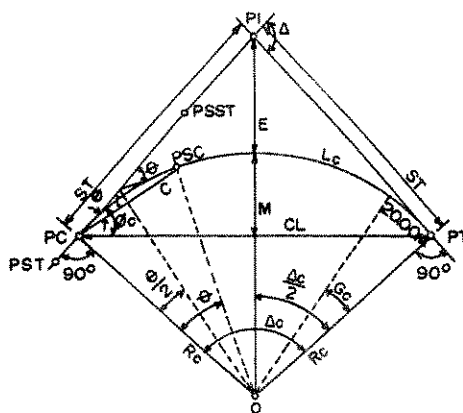
3.1.3 Curvas espirales de transición.- Las curvas espirales de transición se utilizarán para unir las tangentes con las curvas circulares, formando una curva compuesta por una transición de entrada, una curva circular central y una transición de salida de longitud igual a la de entrada.

a) Para efectuar las transiciones se empleará la clotoide o espiral de Euler, cuya expresión es:

$$RcLe = K^2$$



# FIGURA 004. I ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR



|      |   |  |
|------|---|--|
| PI   | Punto de intersección de la prolongación de las tangentes |  |
| PC   | Punto en donde comienza la curva circular simple          |  |
| PT   | Punto en donde termina la curva circular simple           |  |
| PST  | Punto sobre tangente                                      |  |
| PSST | Punto sobre subtangente                                   |  |
| PSC  | Punto sobre la curva circular                             |  |
| O    | Centro de la curva circular                               |  |
| Δ    | Ángulo de deflexión de la tangente                        |  |
| Δc   | Ángulo central de la curva circular                       |  |
| θ    | Ángulo de deflexión a un PSC                              |  |
| φ    | Ángulo de una cuerda cualquiera                           |  |
| φc   | Ángulo de la cuerda larga                                 |  |
| Gc   | Grado de curvatura de la curva circular                   |  |
| Rc   | Radio de la curva circular                                | $Rc = \frac{114592}{Gc}$                                       |
| ST   | Subtangente   | $ST = Rc \text{Tang. } \frac{\Delta c}{2}$                     |
| E    | Externa   | $E = Rc \left( \text{secante } \frac{\Delta c}{2} - 1 \right)$ |
| M    | Ordenada media  | $M = Rc \text{ Sen } \text{Ver } \frac{\Delta c}{2}$           |
| C    | Cuerda  | $C = 2Rc \text{ Sen } \frac{\theta}{2}$                        |
| CL   | Cuerda larga  | $CL = 2Rc \text{ Sen } \frac{\Delta c}{2}$                     |
| L    | Longitud de un arco                                       | $L = \frac{200}{Gc} \Delta c$                                  |
| Lc   | Longitud de la curva circular                             | $Lc = \frac{200 \Delta c}{Gc}$                                 |

**FUENTE:** Especificaciones, D. G. C.

**TABLA 004-I**  
**GRADO MÁXIMO DE CURVATURA**

| VELOCIDAD DE PROYECTO<br>Km/h | COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL | SOBREELEVACIÓN MÁXIMA<br>m/m | GRADO MÁXIMO DE CURVATURA CALCULADO<br>grados | GRADO MÁXIMO DE CURVATURA PARA PROYECTO<br>grados |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---|---|
| 30                            | 0.280                           | 0.10                         | 61.6444                                       | 60  |
| 40                            | 0.230                           | 0.10                         | 30.1125                                       | 30  |
| 50                            | 0.190                           | 0.10                         | 16.9360                                       | 17  |
| 60                            | 0.165                           | 0.10                         | 10.7472                                       | 11  |
| 70                            | 0.150                           | 0.10                         | 7.4489  | 7.5   |
| 80                            | 0.140                           | 0.10                         | 5.4750  | 5.5   |
| 90                            | 0.135                           | 0.10                         | 4.2358  | 4.25  |
| 100                           | 0.130                           | 0.10                         | 3.3580  | 3.25  |
| 110                           | 0.125                           | 0.10                         | 2.7149  | 2.75  |

**FUENTE:** Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras  
Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1991.

En donde:

$R_c$ = Radio de la curva circular, en metros.

$L_e$ = Longitud de la espiral de transición en metros.

$K^2$ = Parámetro de la espiral, en  $m^2$

- b) La longitud mínima de la espiral para carreteras tipos A de dos carriles y de cuatro carriles en cuerpos separados, B y C estará dada por la expresión:

$$L_{e \text{ min}} = 8VS$$

En donde:

$L_{e \text{ min}}$ = Longitud mínima de la espiral, en metros.

$V$  = Velocidad de proyecto, en Km/h

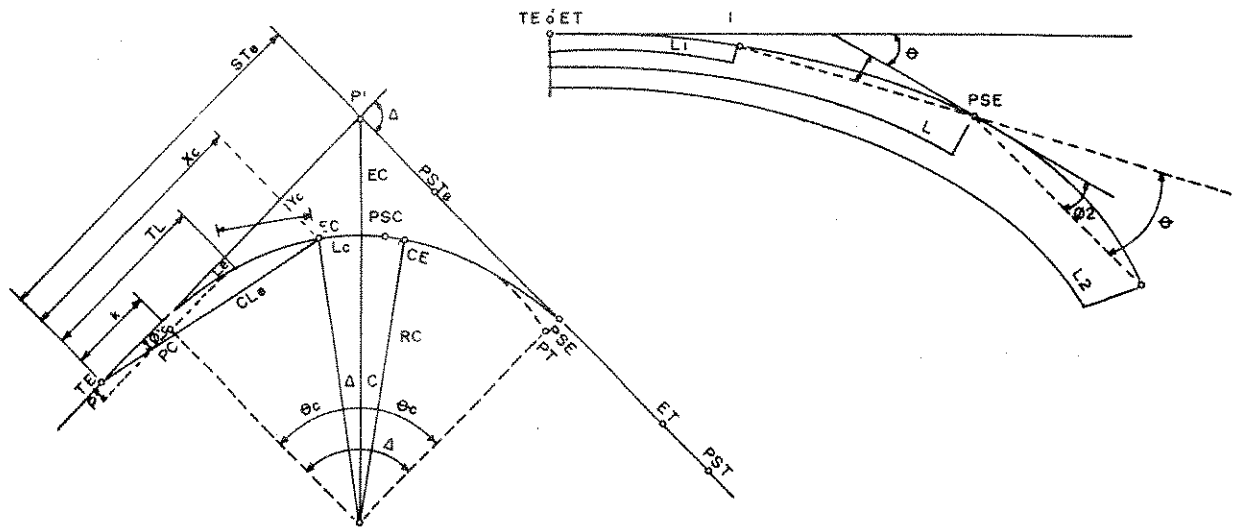
$S$  = Sobreelevación de la curva circular en m/m.

Para carreteras tipo "A", de cuatro carriles en un solo cuerpo (A-4), la longitud mínima de la espiral calculada con esta fórmula deberá multiplicarse por uno punto siete (1.7).

- c) Las curvas espirales de transición se utilizarán exclusivamente en carreteras tipo "A" "B" y "C" y sólo cuando la sobreelevación de las curvas circulares sea de siete por ciento (7%) o mayor.
- d) En la figura (004.2) se muestran los elementos que caracterizan a las curvas circulares con espirales de transición.

3.1.4 Visibilidad. Toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada a que se refiere la cláusula (2.1) de este Título, para una velocidad de proyecto y grado de curvatura dados. Para ello, cuando exista un obstáculo en el lado interior de la curva, la distancia "m" mínima que debe haber entre el y el eje del carril interior de la curva, estará dada por la expresión y la gráfica que aparecen en la figura (004.3).

# FIGURA 004. 2 ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR CON ESPIRALES



- PI Punto de intersección de las tangentes
- TE Punto donde termina la tangente y empieza la espiral
- EC Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular
- CE Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral
- ET Punto donde termina la espiral y empieza la tangente
- PSC Punto cualquiera sobre la curva circular
- PSE Punto cualquiera sobre la espiral
- PST Punto cualquiera sobre las tangentes
- PSTe Punto cualquiera sobre las subtangentes
- $\Delta$  Ángulo de deflexión de las tangentes
- $\Delta_c$  Ángulo central de la curva circular
- $\theta_e$  Deflexión de la espiral en el EC o CE
- $\theta$  Deflexión de la espiral en un PSE
- $\theta_c$  Ángulo de la cuerda larga
- $\theta_1$  Ángulo entre la tang. o un PSE y una cuerda atrás
- $\theta_2$  Ángulo entre la tang. o un PSE y una cuerda adelante
- $\theta$  Ángulo entre dos cuerdas de la espiral

- Xc Coordenadas del EC o del CE
- Yc
- k Coordenadas del PC o del PT (desplazamiento)
- p
- STe Subtangente
- TL Tangente larga
- TC Tangente corta
- CLe Cuerda larga de la espiral
- Ec Externa
- Rc Radio de la curva circular
- L Longitud de la espiral a un PSE
- Le Longitud de la espiral al EC o CE
- Lc Longitud de la curva circular
- LT Longitud total de la curva circular con espirales

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_e$$

$$\theta_e = GCL_e/40$$

$$\theta = (L/Le^2)\theta_e$$

$$\theta_c = \theta_e/3$$

$$\theta_1 = (L-L_1)(2L+L_1)\theta_e/(3Le^2)$$

$$\theta_2 = (L_2-L)(2L+L_2)\theta_e/(3Le^2)$$

$$\theta = (L_2-L_1)(L+L_1+L_2)\theta_e/(3Le^2)$$

$$X_c = (Le/100)(100 - 0.00305\theta_e^2)$$

$$Y_c = (Le/100)(0.582\theta_e - 0.0000126\theta_e^3)$$

$$k = X_c - R_c \text{ sen } \theta_e$$

$$p = Y_c - R_c \text{ sen } \theta_e$$

$$ST_e = k + (R_c + p) \text{ tang.}(\Delta/2)$$

$$TL = X_c - Y_c \text{ cot } \theta_e$$

$$TC = Y_c \text{ csc } \theta_e$$

$$CL_e = (X_c + Y_c)^{1/2}$$

$$E_c = (R_c + p) \text{ sec }(\Delta/2) - R_c$$

$$R_c = 1145.92/G_c$$

$$Le = 8VS(\text{minima})$$

$$L_c = 20 \Delta_c/G_c$$

$$LT = Le + 20 \Delta/G_c$$

**FUENTE:** Especificaciones, D.G.C.

## 3.2 DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

3.2.1 Tangentes. Las tangentes verticales estarán definidas por su pendiente y su longitud.

- a) Pendiente gobernadora. Los valores máximos determinados para la pendiente gobernadora se indican en la tabla (004-2) para los diferentes tipos de carreteras y terreno.
- b) Pendiente máxima. Los valores determinados para pendiente máxima se indican en la tabla (004-2) para los diferentes tipos de carreteras y terreno.
- c) Pendiente mínima. La pendiente mínima en zonas con sección en corte y/o balcón no deberá ser menor del cero punto cinco por ciento (0.5%) y en zonas con sección en terraplén la pendiente podrá ser nula.
- d) Longitud crítica. Los valores de la longitud crítica de las tangentes verticales con pendientes mayores que la gobernadora, se obtendrán de la gráfica mostrada en la figura (004.4).

### 3.2.2 Visibilidad

- a) Curvas verticales en cresta. Para que las curvas verticales en cresta cumplan con la distancia de visibilidad necesaria su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2 (\sqrt{H} + \sqrt{h})^2}$$

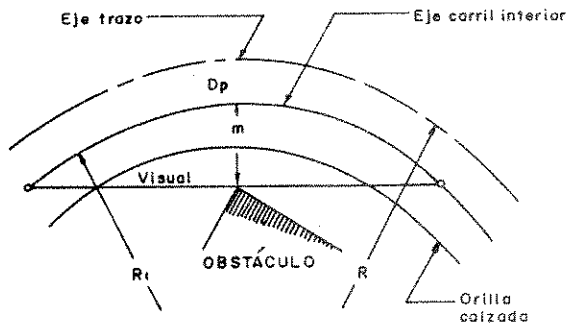
En donde:

D= Distancia de visibilidad, en metros.

H= Altura del ojo del conductor (1.14m).

h= Altura del objeto (0.15m).

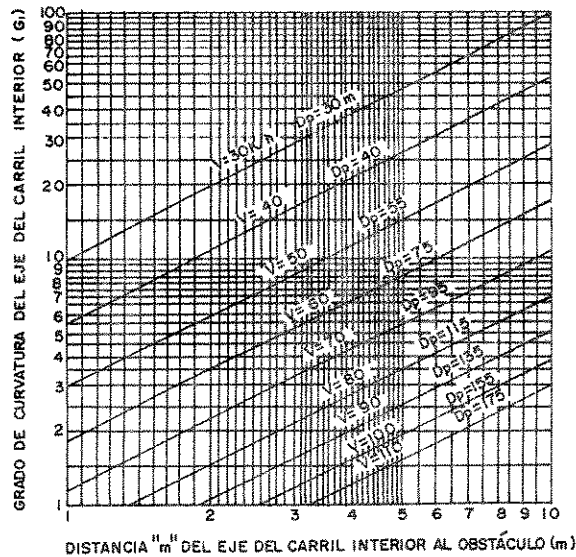
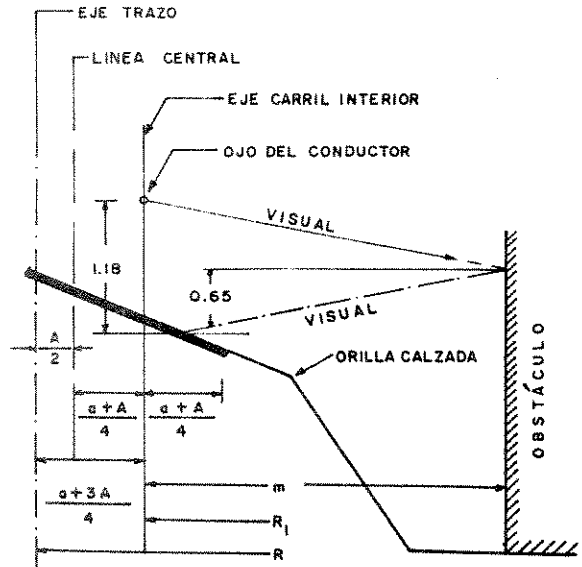
**FIGURA 004.3**  
**DISTANCIA MÍNIMA NECESARIA A OBSTÁCULOS EN EL INTERIOR DE CURVAS CIRCULARES PARA DAR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**



$$m = \frac{D_p^2}{8R_i} = \frac{D_p^2 G_i}{9170}$$

$$R_i = R - \frac{a+3A}{4} G_i = \frac{1146}{R_i}$$

- a - ancho de la calzada en tangente
- A - ampliación en la curva
- Dp - distancia de visibilidad de parada



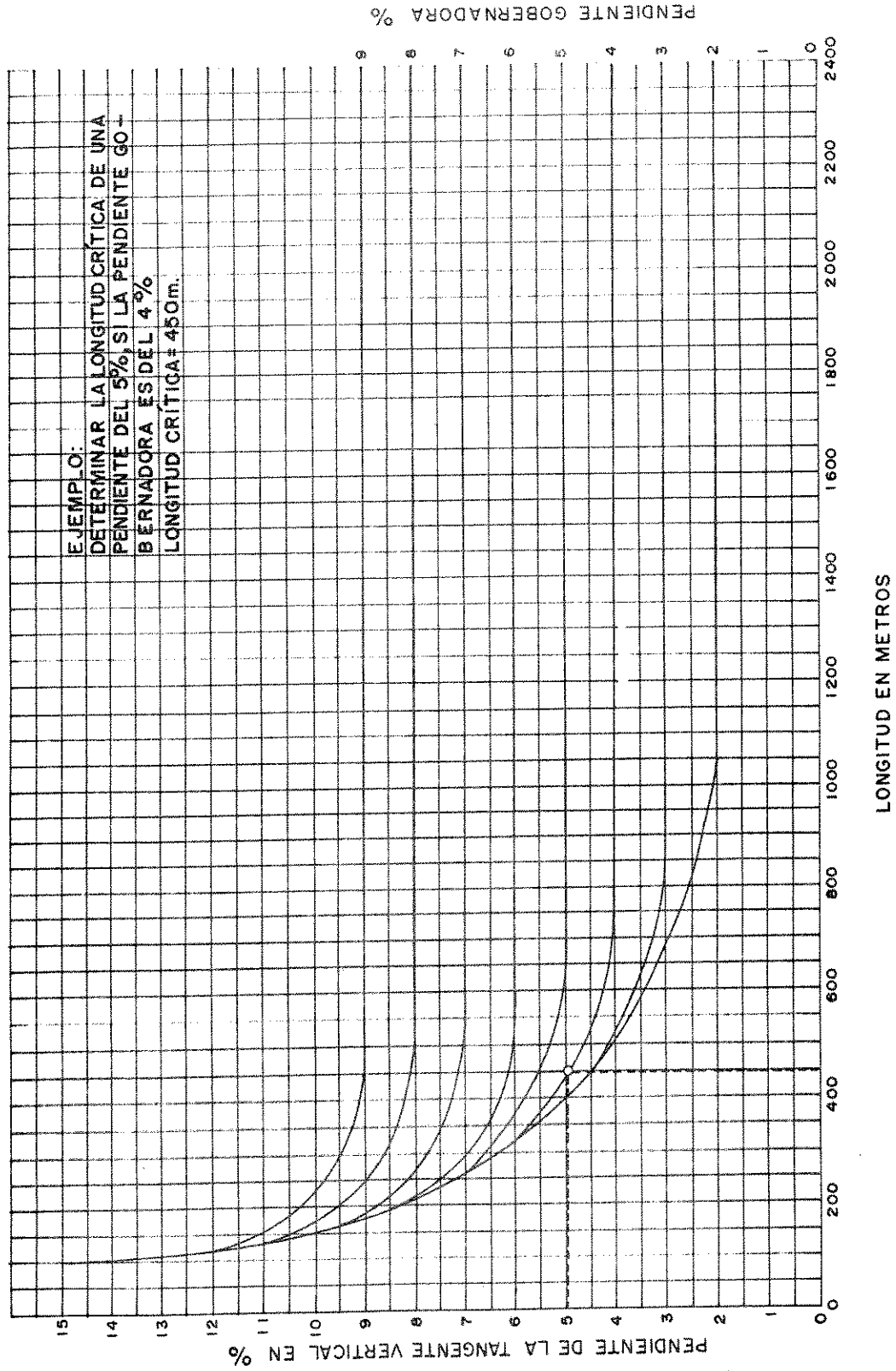
**FUENTE:** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico  
 Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

**TABLA 004-2**  
**VALORES MÁXIMOS DE LAS PENDIENTES GOBERNADORA**  
**Y DE LAS PENDIENTES MÁXIMAS**

| CARRETERA TIPO | PENDIENTE GOBERNADORA (%) |          |           |  | PENDIENTE MÁXIMA (%) |          |           |  |
|----------------|---------------------------|----------|-----------|--|----------------------|----------|-----------|--|
|                | TIPO DE TERRENO           |          |           |  | TIPO DE TERRENO      |          |           |  |
|                | PLANO                     | ONDULADO | MONTAÑOSO |  | PLANO                | ONDULADO | MONTAÑOSO |  |
| E              | -                         | 7        | 9         |  | 7                    | 10       | 13        |  |
| D              | -                         | 6        | 8         |  | 6                    | 9        | 12        |  |
| C              | -                         | 5        | 6         |  | 5                    | 7        | 8         |  |
| B              | -                         | 4        | 5         |  | 4                    | 6        | 7         |  |
| A              | -                         | 3        | 4         |  | 4                    | 5        | 6         |  |

**FUENTE:** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico  
 Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

**FIGURA 004.4**  
**LONGITUD CRÍTICA DE TANGENTES VERTICALES**  
**CON PENDIENTE MAYOR QUE LA GOBERNADORA**



**FUENTE:** Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras  
 Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México 1991.



- b) Curvas verticales en columpio. Para que las curvas verticales en columpio cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$$K = \frac{D^2}{2 (TD + h)}$$

En donde:

D= Distancia de visibilidad, en metros

T= Pendiente del haz luminoso de los faros (0.0175).

H= Altura de los faros (0.61 m).

- c) Requisitos de visibilidad:

- 01) La distancia de visibilidad de parada deberá proporcionarse en todas las curvas verticales, este requisito está tomado en cuenta en el valor del parámetro K especificado en la tabla (004-3).
- 02) La distancia de visibilidad de encuentro deberá proporcionarse en las curvas verticales en cresta de las carreteras tipo "E"; tal como se especifica en la tabla (004-3).
- 03) La distancia de visibilidad de rebase sólo se proporcionará cuando así lo indiquen las especificaciones de proyecto y/o lo ordene la D.G.C.

Los valores del parámetro K para satisfacer este requisito son:

|                                |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Velocidad de proyecto en Km/h  | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80  | 90  | 100 | 110 |
| Parámetro K para rebase en m/% | 18 | 32 | 50 | 73 | 99 | 130 | 164 | 203 | 245 |

**TABLA 004-3**  
**VALORES MÍNIMOS DEL PARAMETRO K Y DE LA LONGITUD**  
**MÍNIMA ACEPTABLE DE LAS CURVAS VERTICALES**

| VELOCIDAD<br>DE<br>PROYECTO<br>Km/h | VALORES DEL PARAMETRO K(m%) |                    |                            |      | LONGITUD MÍNIMA ACEPTABLE<br>(m) |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|------|----------------------------------|
|                                     | CURVAS EN CRESTA            |                    | CURVAS EN COLUMPIO         |      |                                  |
|                                     | CARRETERA<br>E              | TIPO<br>D, C, B, A | CARRETERA<br>E, D, C, B, A | TIPO |                                  |
| 30                                  | 4                           | 3                  | 4                          |      | 20                               |
| 40                                  | 7                           | 4                  | 7                          |      | 30                               |
| 50                                  | 12                          | 8                  | 10                         |      | 30                               |
| 60                                  | 23                          | 14                 | 15                         |      | 40                               |
| 70                                  | 36                          | 20                 | 20                         |      | 40                               |
| 80                                  | -                           | 31                 | 25                         |      | 50                               |
| 90                                  | -                           | 43                 | 31                         |      | 50                               |
| 100                                 | -                           | 57                 | 37                         |      | 60                               |
| 110                                 | -                           | 72                 | 43                         |      | 60                               |

**FUENTE :** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico  
 Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

3.2.3 Curvas verticales. Las curvas verticales serán parábolas de eje vertical y están definidas por su longitud y por la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales que unen. Los elementos que las caracterizan se muestran en la figura (004.5).

a) Longitud mínima:

01) La longitud mínima de las curvas verticales se calculará con la expresión:

$$L = KA$$

En donde:

L= Longitud mínima de la curva vertical, en metros.

K= Parámetro de la curva cuyo valor mínimo se especifica en la tabla (004-3).

A= Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en por ciento.

02) La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla (004-3) y a la mostrada en las figuras (004.6) y (004.7).

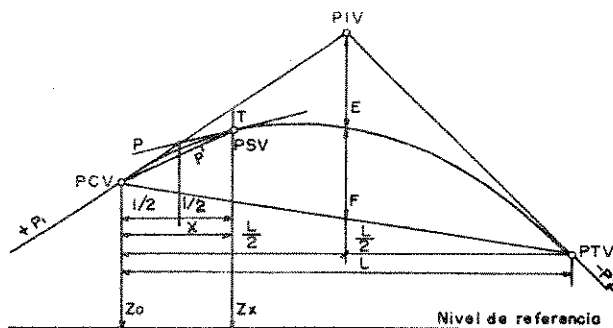
b) Longitud máxima. No existirá límite de longitud máxima para las curvas verticales. En el caso de curvas verticales en cresta con pendiente de entrada y salida de signos contrarios, se deberá revisar el drenaje cuando a la longitud de la curva proyectada corresponda un valor del parámetro K superior a 43.

### 3.3 DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

3.3.1 La Sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contracunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía, como se muestra en las figuras (004.8) y (004.9).

3.3.2 Corona. La corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal, y en su caso, la faja separadora central.

## FIGURA 004.5 ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL



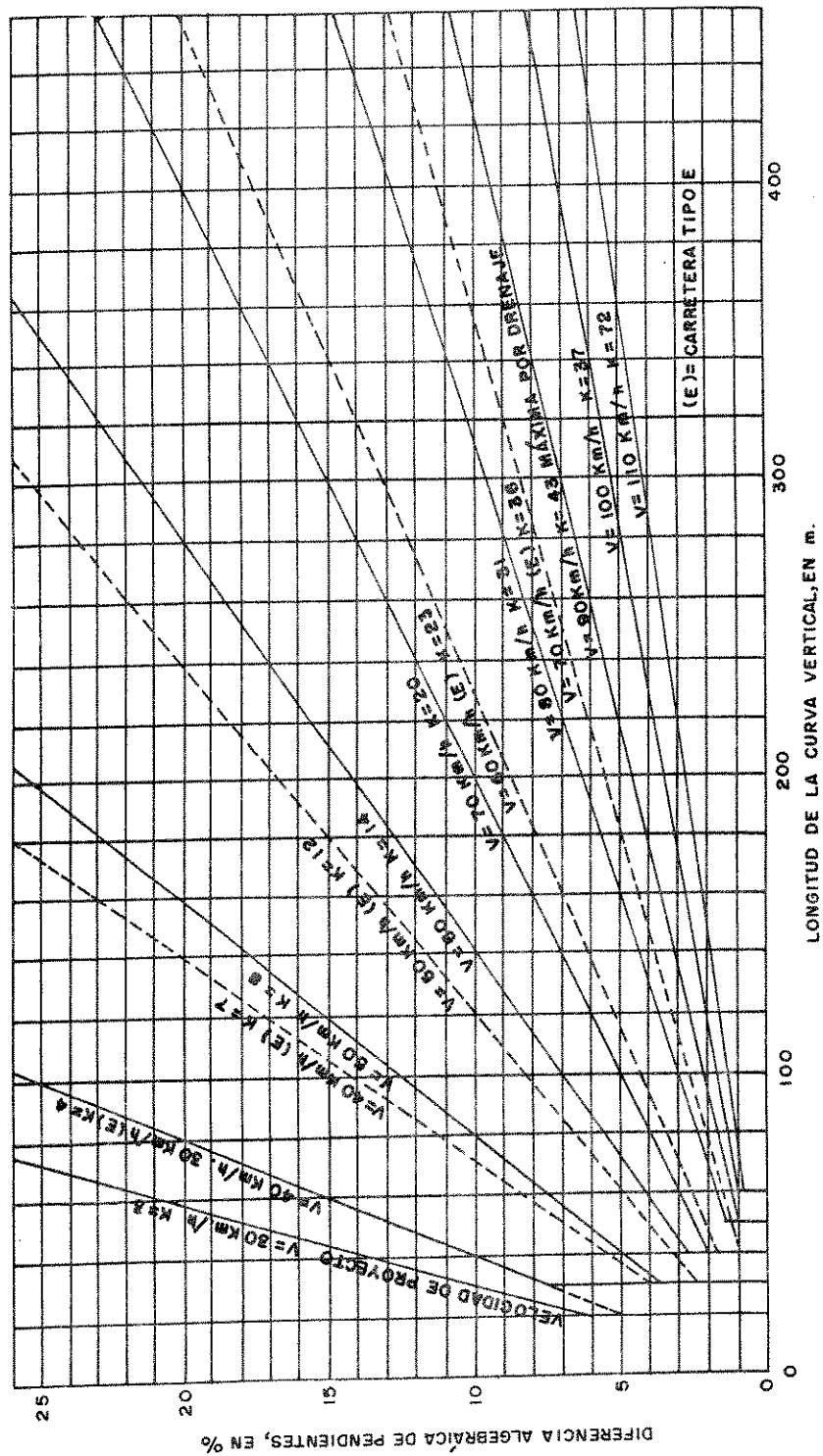
- PIV Punto de intersección de las tangentes verticales  
 PCV Punto en donde comienza la curva vertical  
 PTV Punto en donde termina la curva vertical  
 PSV Punto cualquiera sobre la curva vertical  
 P<sub>1</sub> Pendiente de la tangente de entrada, en m/m  
 P<sub>2</sub> Pendiente de la tangente de salida, en m/m  
 A Diferencia algebraica de pendientes  $A = P_1 - (-P_2)$   
 L Longitud de la curva vertical, en metros  
 K Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)  $K = L/A$   
 X Distancia del PCV a un PSV, en metros  
 P Pendiente en un PSV, en m/m  $P = P_1 - A(X/L)$   
 P' Pendiente de una cuerda, en m/m  $P' = 1/2 (P_1 + P_2)$   
 E Externa, en metros  $E = (AL)/8$   
 F Flecha, en metros  $F = E$   
 T Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en mts.  $T = 4E(X/L)^2$   
 Z<sub>0</sub> Elevación del PCV, en metros  
 Z<sub>x</sub> Elevación de un PSV, en metros  $Z_x = Z_0 + (P_1 - \frac{AX}{2L})X$
- NOTA: Si X y L se expresan en estaciones de 20 mts. la elevación de un PSV puede calcularse con cualquiera de las expresiones:

$$Z_x = Z_0 + (20P_1 - \frac{10AX}{L})X$$

$$Z_x = Z_{x-1} + 20P_1 - \frac{10A}{L}(2X-1)$$

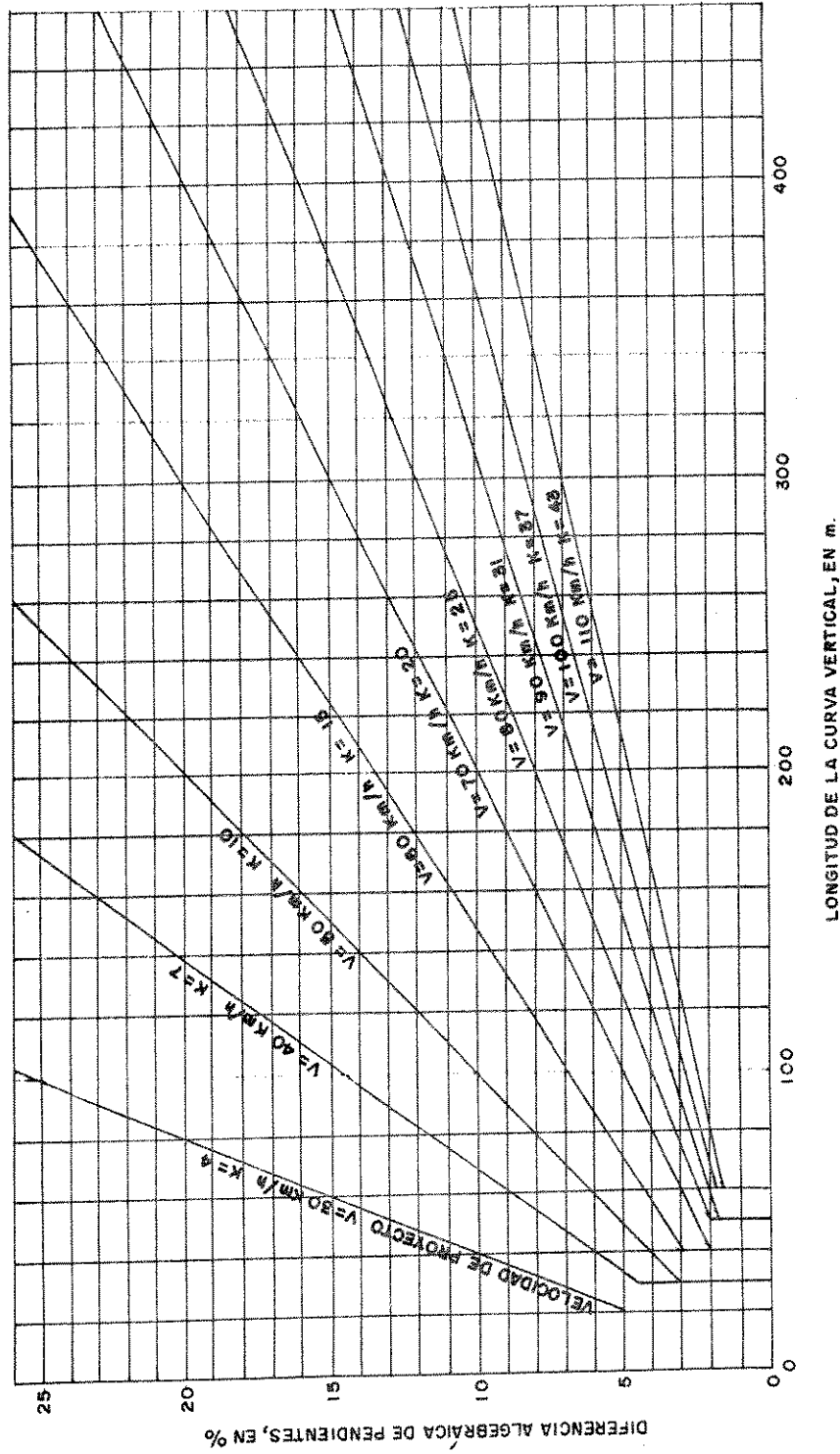
**FUENTE:** Especificaciones, D. G. C.

FIGURA 004.6  
**LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN CRESTA**



**FUENTE:** Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras  
 Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1991.

FIGURA 004.7  
**LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO**



**FUENTE:** Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras  
 Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1991.

3.3.3 En tangentes del alineamiento horizontal el ancho de la corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la tabla (004-4).

3.3.4 En curvas y transiciones del alineamiento horizontal el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos y en su caso, de la faja separadora central.

3.3.5 Calzada. El ancho de la calzada deberá ser:

- a) En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la tabla (004-4).
- b) En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente más una ampliación en el lado interior de la curva circular, cuyo valor se especifica en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8).
- c) En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas, el ancho en tangente más una ampliación variable en el lado interior de la curva espiral o en el de la transición mixta, cuyo valor está dado por la expresión:

$$A = \frac{L}{L_e} A_c$$

En donde:

A= Ampliación del ancho de la calzada en un punto de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

L= Distancia del origen de la transición al punto cuya ampliación se desea determinar en metros.

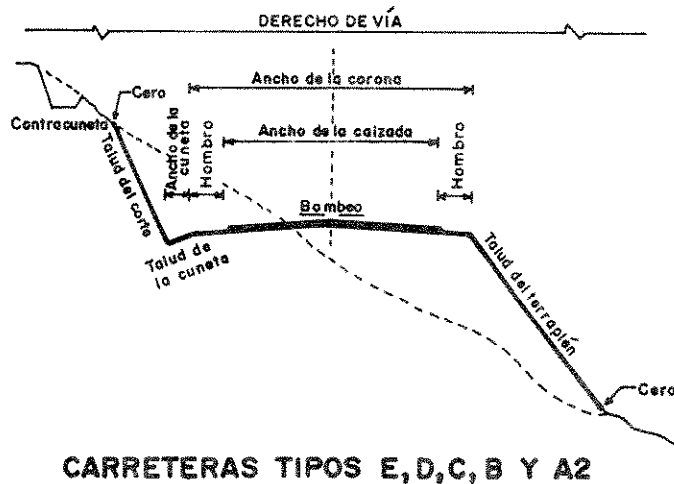
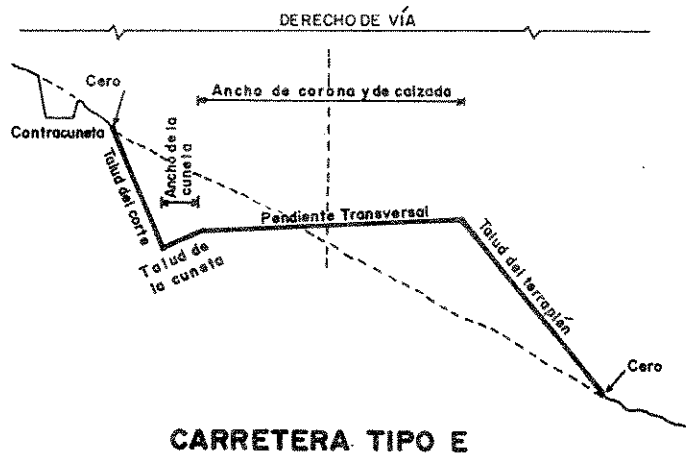
L<sub>e</sub>= Longitud de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

A<sub>c</sub>= Ampliación total del ancho de la calzada correspondiente a la curva circular, en metros.

- d) En tangentes y curvas horizontales para carreteras Tipo "E".

01) El ancho de la calzada en carreteras Tipo "E", no requerirá ampliación por curvatura horizontal.

FIGURA 004.8  
**SECCIÓN TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL  
 ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERAS**

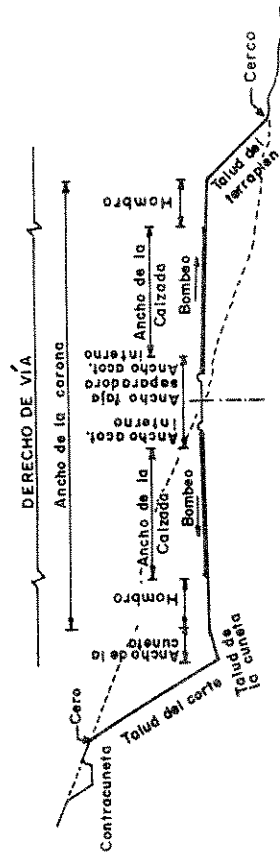


**FUENTE:** Especificaciones, D. G. C.

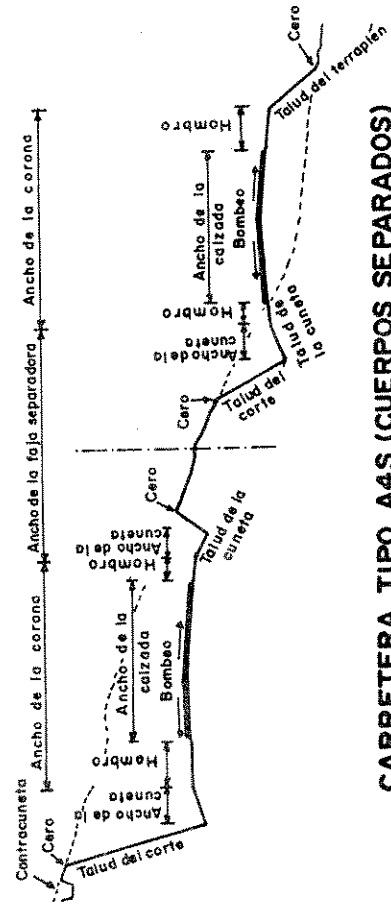
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central



**FIGURA 004.9**  
**SECCIÓN TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL**  
**ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERAS**  
**TIPO A4**



**CARRETERA TIPO A4 (UN CUERPO)**



**CARRETERA TIPO A4S (CUERPOS SEPARADOS)**

**FUENTE:** Especificaciones, D. G. C.

**TABLA 004-4**  
**ANCHOS DE CORONA, DE CALZADA, DE ACOTAMIENTOS**  
**Y DE LA FAJA SEPARADORA CENTRAL**

| TIPO DE<br>CARRETERA | ANCHOS DE       |                |                     |                                   |                |
|----------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------------------------------|----------------|
|                      | CORONA<br>(m)   | CALZADA<br>(m) | ACOTAMIENTOS<br>(m) | FAJA SEPARADORA<br>CENTRAL<br>(m) |                |
| E                    | 4.00            | 4.00           | -                   | -                                 |                |
| D                    | 6.00            | 6.00           | -                   | -                                 |                |
| C                    | 7.00            | 6.00           | 0.50                | -                                 |                |
| B                    | 9.00            | 7.00           | 1.00                | -                                 |                |
| (A2)                 | 12.00           | 7.00           | 2.50                | -                                 |                |
| A                    | 22.00<br>mínimo | 2 x 7.00       | EXT                 | INT                               | 1.00<br>mínimo |
|                      |                 |                | 3.00                | 0.50 *                            |                |
| (A4S)                | 2 x 11.00       | 2 x 7.00       | 3.00                | 1.00                              | 8.00<br>mínimo |

\* DEBERÁ PROLONGARSE LA CARPETA HASTA LA GUARNICIÓN.

**FUENTE:** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico  
 Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

02) Por requisitos operacionales será necesario ampliar el ancho de la calzada, formando libraderos, para permitir el paso simultáneo a dos vehículos. El ancho de la calzada en la zona del libradero será el correspondiente al de la carretera tipo "D".

03) La longitud de los libraderos será de veinte (20) metros más dos transiciones de cinco (5) metros cada una.

04) Los libraderos se espaciarán a una distancia de doscientos cincuenta (250) metros, o menos, si así lo requiere la visibilidad entre ellos.

3.3.6 Hombros. El ancho de los hombros deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según se indica en la tabla (004-4).

3.3.7 Pendiente transversal. En tangentes del alineamiento horizontal el bombeo de la corona deberá ser:

a) De menos dos por ciento (-2%) en carreteras Tipo "A", "B", "C" y "D" pavimentadas.

b) De menos tres por ciento (-3%) en carreteras Tipo "D" y "E" revestidas.

3.3.8 En curvas circulares del alineamiento horizontal, la sobreelevación de la corona deberá ser:

a) De diez por ciento (10%) para el grado máximo de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto.

b) Igual a los valores indicados en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8) para grados de curvatura inferiores al grado máximo correspondiente a cada velocidad de proyecto.

3.3.9 En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas, la sobreelevación de la corona en un punto cualquiera de las curvas estará dada por la expresión:

$$S = \frac{L}{L_e} S_c$$

**TABLA 004-5**  
**AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES**  
**PARA CARRETERAS TIPO E Y D**

| VELOCIDAD |         | 30  |      |    | 40  |      |    | 50  |      |    | 60 |      |    | 70 |      |    |
|-----------|---------|-----|------|----|-----|------|----|-----|------|----|----|------|----|----|------|----|
| Gc        | Rc      | Ac  | Sc   | Le | Ac  | Sc   | Le | Ac  | Sc   | Le | Ac | Sc   | Le | Ac | Sc   | Le |
| 0°30'     | 2291.84 | 20  | 3.0  | 10 | 20  | 3.0  | 13 | 20  | 3.0  | 16 | 30 | 3.0  | 19 | 30 | 3.0  | 22 |
| 1°00'     | 1145.92 | 20  | 3.0  | 10 | 20  | 3.0  | 13 | 30  | 3.0  | 16 | 30 | 3.0  | 19 | 30 | 3.0  | 22 |
| 1°30'     | 763.94  | 20  | 3.0  | 10 | 30  | 3.0  | 13 | 30  | 3.0  | 16 | 40 | 3.0  | 19 | 40 | 3.0  | 22 |
| 2°00'     | 572.96  | 20  | 3.0  | 10 | 30  | 3.0  | 13 | 30  | 3.0  | 16 | 40 | 3.0  | 19 | 40 | 3.0  | 22 |
| 2°30'     | 458.37  | 30  | 3.0  | 10 | 30  | 3.0  | 13 | 40  | 3.0  | 16 | 40 | 3.0  | 19 | 50 | 3.0  | 22 |
| 3°00'     | 381.97  | 30  | 3.0  | 10 | 40  | 3.0  | 13 | 40  | 3.0  | 16 | 50 | 3.0  | 19 | 50 | 4.0  | 22 |
| 3°30'     | 327.40  | 30  | 3.0  | 10 | 40  | 3.0  | 13 | 40  | 3.0  | 16 | 50 | 3.2  | 19 | 60 | 4.7  | 26 |
| 4°00'     | 286.48  | 30  | 3.0  | 10 | 40  | 3.0  | 13 | 50  | 3.0  | 16 | 50 | 3.6  | 19 | 60 | 5.3  | 30 |
| 4°30'     | 254.65  | 40  | 3.0  | 10 | 40  | 3.0  | 13 | 50  | 3.0  | 16 | 60 | 4.1  | 20 | 60 | 6.0  | 34 |
| 5°00'     | 229.18  | 40  | 3.0  | 10 | 50  | 3.0  | 13 | 50  | 3.0  | 16 | 60 | 4.5  | 22 | 70 | 6.7  | 37 |
| 5°30'     | 208.35  | 40  | 3.0  | 10 | 50  | 3.0  | 13 | 50  | 3.2  | 16 | 60 | 5.0  | 24 | 70 | 7.4  | 41 |
| 6°00'     | 190.99  | 40  | 3.0  | 10 | 50  | 3.0  | 13 | 60  | 3.5  | 16 | 60 | 5.5  | 26 | 70 | 8.0  | 45 |
| 6°30'     | 176.29  | 50  | 3.0  | 10 | 50  | 3.0  | 13 | 60  | 3.8  | 16 | 70 | 5.9  | 28 | 80 | 8.7  | 49 |
| 7°00'     | 163.70  | 50  | 3.0  | 10 | 50  | 3.0  | 13 | 60  | 4.1  | 16 | 70 | 6.4  | 31 | 80 | 9.3  | 52 |
| 7°30'     | 152.79  | 50  | 3.0  | 10 | 60  | 3.0  | 13 | 70  | 4.4  | 18 | 70 | 6.8  | 33 | 80 | 10.0 | 56 |
| 8°00'     | 143.24  | 50  | 3.0  | 10 | 60  | 3.0  | 13 | 70  | 4.7  | 19 | 80 | 7.3  | 35 |    |      |    |
| 8°30'     | 134.81  | 50  | 3.0  | 10 | 60  | 3.0  | 13 | 70  | 5.0  | 20 | 80 | 7.7  | 37 |    |      |    |
| 9°00'     | 127.32  | 50  | 3.0  | 10 | 60  | 3.0  | 13 | 70  | 5.3  | 21 | 80 | 8.2  | 39 |    |      |    |
| 9°30'     | 120.62  | 60  | 3.0  | 10 | 70  | 3.2  | 13 | 70  | 5.5  | 22 | 80 | 8.6  | 41 |    |      |    |
| 10°00'    | 114.59  | 60  | 3.0  | 10 | 70  | 3.3  | 13 | 80  | 5.8  | 24 | 90 | 9.1  | 44 |    |      |    |
| 11°00'    | 104.17  | 80  | 3.0  | 10 | 70  | 3.7  | 13 | 80  | 6.5  | 26 | 90 | 10.0 | 48 |    |      |    |
| 12°00'    | 95.49   | 60  | 3.0  | 10 | 80  | 4.0  | 13 | 90  | 7.1  | 28 |    |      |    |    |      |    |
| 13°00'    | 88.15   | 70  | 3.0  | 10 | 80  | 4.3  | 14 | 90  | 7.6  | 31 |    |      |    |    |      |    |
| 14°00'    | 81.85   | 70  | 3.0  | 10 | 80  | 4.7  | 15 | 90  | 8.2  | 33 |    |      |    |    |      |    |
| 15°00'    | 76.39   | 70  | 3.0  | 10 | 90  | 5.0  | 16 | 100 | 8.8  | 35 |    |      |    |    |      |    |
| 16°00'    | 71.62   | 80  | 3.0  | 10 | 90  | 5.3  | 17 | 100 | 9.4  | 38 |    |      |    |    |      |    |
| 17°00'    | 67.41   | 80  | 3.0  | 10 | 90  | 5.7  | 18 | 110 | 10.0 | 40 |    |      |    |    |      |    |
| 18°00'    | 63.66   | 80  | 3.0  | 10 | 100 | 6.0  | 19 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 19°00'    | 60.31   | 90  | 3.2  | 10 | 100 | 6.3  | 20 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 20°00'    | 57.30   | 90  | 3.3  | 10 | 100 | 6.7  | 21 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 22°00'    | 52.05   | 100 | 3.7  | 10 | 110 | 7.3  | 23 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 24°00'    | 47.75   | 100 | 4.0  | 10 | 120 | 8.0  | 26 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 26°00'    | 44.07   | 110 | 4.3  | 10 | 130 | 8.7  | 28 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 28°00'    | 40.93   | 110 | 4.7  | 11 | 130 | 9.3  | 30 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 30°00'    | 38.20   | 120 | 5.0  | 12 | 140 | 10.0 | 32 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 32°00'    | 35.81   | 130 | 5.3  | 13 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 34°00'    | 33.70   | 130 | 5.7  | 14 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 36°00'    | 31.83   | 140 | 6.0  | 14 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 38°00'    | 30.16   | 150 | 6.3  | 15 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 40°00'    | 28.65   | 150 | 6.7  | 16 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 42°00'    | 27.28   | 160 | 7.0  | 17 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 44°00'    | 26.04   | 160 | 7.3  | 18 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 46°00'    | 24.91   | 170 | 7.7  | 18 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 48°00'    | 23.87   | 180 | 8.0  | 19 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 50°00'    | 22.92   | 180 | 8.3  | 20 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 52°00'    | 22.04   | 190 | 8.7  | 21 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 54°00'    | 21.22   | 190 | 9.0  | 22 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 56°00'    | 20.46   | 200 | 9.3  | 22 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 58°00'    | 19.76   | 200 | 9.7  | 23 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |
| 60°00'    | 19.10   | 210 | 10.0 | 24 |     |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

En carreteras tipo E no se dará la ampliación por curvatura a menos que se proyecten libraderos en curva horizontal.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición mixta, en metros.

Nota: Para grados intermedios no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.

**FUENTE:** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

**TABLA 004-6**  
**AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES**  
**PARA CARRETERAS TIPO C**

| VELOCIDAD | 40      |     |      | 50 |      |      | 60 |     |      | 70 |    |      | 80 |    |      | 90 |    |      | 100 |    |      |    |
|-----------|---------|-----|------|----|------|------|----|-----|------|----|----|------|----|----|------|----|----|------|-----|----|------|----|
|           | Gc      | Rc  | Le   | Ac | Sc   | Le   | Ac | Sc  | Le   | Ac | Sc | Le   | Ac | Sc | Le   | Ac | Sc | Le   | Ac  | Sc | Le   |    |
| 0°15'     | 4983.63 | 20  | 2.0  | 22 | 2.0  | 2.0  | 28 | 20  | 2.0  | 34 | 20 | 2.0  | 39 | 20 | 2.0  | 45 | 20 | 2.0  | 50  | 30 | 2.0  | 56 |
| 0°30'     | 2291.84 | 20  | 2.0  | 22 | 2.0  | 2.0  | 28 | 20  | 2.0  | 34 | 20 | 2.0  | 39 | 20 | 2.0  | 45 | 20 | 2.0  | 50  | 30 | 2.0  | 56 |
| 0°45'     | 1527.89 | 20  | 2.0  | 22 | 2.0  | 2.0  | 28 | 20  | 2.0  | 34 | 20 | 2.0  | 39 | 20 | 2.4  | 45 | 20 | 2.8  | 50  | 40 | 3.5  | 56 |
| 1°00'     | 1145.92 | 20  | 2.0  | 22 | 3.0  | 2.0  | 28 | 30  | 2.0  | 34 | 30 | 2.5  | 39 | 30 | 3.0  | 45 | 40 | 3.6  | 50  | 40 | 4.6  | 56 |
| 1°15'     | 916.74  | 30  | 2.0  | 22 | 3.0  | 2.0  | 28 | 30  | 2.3  | 34 | 40 | 3.0  | 39 | 40 | 3.7  | 45 | 40 | 4.3  | 50  | 50 | 5.6  | 56 |
| 1°30'     | 763.94  | 30  | 2.0  | 22 | 3.0  | 2.0  | 28 | 40  | 2.8  | 34 | 40 | 3.6  | 39 | 40 | 4.4  | 45 | 50 | 5.3  | 50  | 50 | 6.5  | 56 |
| 1°45'     | 654.81  | 30  | 2.0  | 22 | 3.0  | 2.2  | 28 | 40  | 3.2  | 34 | 40 | 4.1  | 39 | 50 | 5.0  | 45 | 50 | 6.0  | 50  | 60 | 7.6  | 56 |
| 2°00'     | 572.96  | 30  | 2.0  | 22 | 4.0  | 2.5  | 28 | 40  | 3.6  | 34 | 50 | 4.6  | 39 | 50 | 5.7  | 45 | 50 | 6.8  | 50  | 60 | 8.1  | 56 |
| 2°15'     | 509.30  | 30  | 2.0  | 22 | 4.0  | 2.8  | 28 | 40  | 4.0  | 34 | 50 | 5.1  | 39 | 50 | 6.2  | 45 | 60 | 7.4  | 53  | 60 | 8.7  | 70 |
| 2°30'     | 458.37  | 40  | 2.0  | 22 | 4.0  | 3.1  | 28 | 50  | 4.4  | 34 | 50 | 5.5  | 39 | 60 | 6.7  | 45 | 60 | 7.9  | 57  | 70 | 9.3  | 74 |
| 2°45'     | 416.70  | 40  | 2.3  | 22 | 4.0  | 3.4  | 28 | 50  | 4.7  | 34 | 50 | 6.0  | 39 | 60 | 7.2  | 46 | 60 | 8.4  | 60  | 70 | 9.6  | 77 |
| 3°00'     | 381.97  | 40  | 2.5  | 22 | 5.0  | 3.7  | 28 | 50  | 5.1  | 34 | 60 | 6.4  | 39 | 60 | 7.7  | 49 | 70 | 8.8  | 63  | 70 | 9.9  | 79 |
| 3°15'     | 352.59  | 40  | 2.7  | 22 | 5.0  | 3.9  | 28 | 50  | 5.4  | 34 | 60 | 6.8  | 39 | 60 | 8.1  | 52 | 70 | 9.2  | 66  | 80 | 10.0 | 80 |
| 3°30'     | 327.40  | 40  | 2.9  | 22 | 5.0  | 4.2  | 28 | 50  | 5.7  | 34 | 60 | 7.1  | 40 | 70 | 8.5  | 54 | 70 | 9.6  | 69  |    |      |    |
| 3°45'     | 305.58  | 50  | 3.1  | 22 | 5.0  | 4.4  | 28 | 60  | 6.0  | 34 | 60 | 7.5  | 42 | 70 | 8.8  | 56 | 70 | 9.8  | 71  |    |      |    |
| 4°00'     | 286.48  | 50  | 3.3  | 22 | 5.0  | 4.7  | 28 | 60  | 6.3  | 34 | 60 | 7.8  | 44 | 70 | 9.1  | 58 | 80 | 9.9  | 71  |    |      |    |
| 4°15'     | 269.63  | 50  | 3.4  | 22 | 6.0  | 4.9  | 28 | 60  | 6.6  | 34 | 70 | 8.1  | 45 | 70 | 9.4  | 60 | 80 | 10.0 | 72  |    |      |    |
| 4°30'     | 254.65  | 50  | 3.6  | 22 | 6.0  | 5.1  | 28 | 60  | 6.9  | 34 | 70 | 8.4  | 47 | 80 | 9.6  | 61 |    |      |     |    |      |    |
| 4°45'     | 241.25  | 50  | 3.8  | 22 | 6.0  | 5.4  | 28 | 60  | 7.1  | 34 | 70 | 8.7  | 49 | 80 | 9.8  | 63 |    |      |     |    |      |    |
| 5°00'     | 229.18  | 50  | 3.9  | 22 | 6.0  | 5.6  | 28 | 70  | 7.4  | 36 | 70 | 8.9  | 50 | 80 | 9.9  | 63 |    |      |     |    |      |    |
| 5°30'     | 208.36  | 60  | 4.9  | 22 | 6.0  | 6.0  | 28 | 70  | 7.8  | 37 | 80 | 9.3  | 52 | 90 | 10.0 | 64 |    |      |     |    |      |    |
| 6°00'     | 190.99  | 60  | 5.1  | 22 | 7.0  | 6.3  | 28 | 80  | 8.2  | 39 | 80 | 9.6  | 54 |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 6°30'     | 176.29  | 60  | 5.4  | 22 | 7.0  | 5.7  | 28 | 80  | 8.6  | 41 | 90 | 9.8  | 55 |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 7°00'     | 163.70  | 70  | 5.1  | 22 | 7.0  | 7.0  | 28 | 80  | 8.9  | 43 | 90 | 9.9  | 55 |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 7°30'     | 152.79  | 70  | 5.3  | 22 | 8.0  | 7.3  | 29 | 90  | 9.1  | 44 | 90 | 10.0 | 56 |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 8°00'     | 143.24  | 70  | 5.6  | 22 | 8.0  | 7.6  | 30 | 90  | 9.4  | 45 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 8°30'     | 134.81  | 80  | 5.8  | 22 | 8.0  | 7.9  | 32 | 90  | 9.6  | 46 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 9°00'     | 127.32  | 80  | 6.1  | 22 | 9.0  | 8.2  | 33 | 100 | 9.7  | 47 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 9°30'     | 120.62  | 80  | 6.3  | 22 | 9.0  | 8.4  | 34 | 100 | 9.8  | 47 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 10°00'    | 114.59  | 90  | 6.5  | 22 | 10.0 | 8.6  | 35 | 100 | 9.9  | 48 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 11°00'    | 104.17  | 90  | 6.9  | 22 | 10.0 | 9.0  | 36 | 110 | 10.0 | 48 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 12°00'    | 95.49   | 100 | 7.3  | 23 | 11.0 | 9.3  | 37 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 13°00'    | 88.15   | 100 | 7.6  | 24 | 11.0 | 9.6  | 38 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 14°00'    | 81.85   | 110 | 7.9  | 25 | 12.0 | 9.8  | 39 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 15°00'    | 76.39   | 110 | 8.2  | 26 | 12.0 | 9.9  | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 16°00'    | 71.62   | 120 | 8.5  | 27 | 13.0 | 10.0 | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 17°00'    | 67.41   | 120 | 8.7  | 28 | 13.0 | 10.0 | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 18°00'    | 63.68   | 130 | 8.9  | 28 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 19°00'    | 60.31   | 130 | 9.1  | 29 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 20°00'    | 57.30   | 140 | 9.2  | 29 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 21°00'    | 54.57   | 140 | 9.4  | 30 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 22°00'    | 52.09   | 150 | 9.5  | 30 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 23°00'    | 49.82   | 150 | 9.6  | 31 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 24°00'    | 47.75   | 160 | 9.7  | 31 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 25°00'    | 45.84   | 160 | 9.8  | 31 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 26°00'    | 44.07   | 170 | 9.9  | 32 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 27°00'    | 42.44   | 170 | 9.9  | 32 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 28°00'    | 40.93   | 180 | 10.0 | 32 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 29°00'    | 39.51   | 190 | 10.0 | 32 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |
| 30°00'    | 38.20   | 190 | 10.0 | 32 |      |      |    |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |    |

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.  
 Sc Sobreelevación, en porcentaje  
 Le Longitud de la transición, en metros  
 (Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usaran transiciones mixtas)

Notas Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se contienen por interpolación lineal

FUENTE: Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

**TABLA 004-7**  
**AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES**  
**PARA CARRETERAS TIPO B Y A(A2)**

| VELOCIDAD | 50      |     |      | 60 |     |      | 70 |    |      | 80 |    |      | 90 |    |      | 100 |    |      | 110 |    |      |    |
|-----------|---------|-----|------|----|-----|------|----|----|------|----|----|------|----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|----|
|           | Gc      | Rc  | Le   | Ac | Sc  | Le   | Ac | Sc | Le   | Ac | Sc | Le   | Ac | Sc | Le   | Ac  | Sc | Le   | Ac  | Sc | Le   |    |
| 0° 15'    | 4583.63 | 0   | 2.0  | 28 | 0   | 2.0  | 34 | 0  | 2.0  | 39 | 0  | 2.0  | 45 | 0  | 2.0  | 50  | 0  | 2.0  | 56  | 0  | 2.0  | 62 |
| 0° 30'    | 2291.84 | 0   | 2.0  | 28 | 0   | 2.0  | 34 | 20 | 2.0  | 39 | 20 | 2.0  | 45 | 20 | 2.0  | 50  | 20 | 2.3  | 56  | 20 | 2.7  | 62 |
| 0° 45'    | 1527.89 | 20  | 2.0  | 28 | 20  | 2.0  | 34 | 20 | 2.0  | 39 | 20 | 2.3  | 45 | 30 | 2.8  | 50  | 30 | 3.4  | 56  | 30 | 4.0  | 62 |
| 1° 00'    | 1145.92 | 20  | 2.0  | 28 | 20  | 2.0  | 34 | 20 | 2.5  | 39 | 30 | 3.0  | 45 | 30 | 3.6  | 50  | 30 | 4.5  | 56  | 30 | 5.2  | 62 |
| 1° 15'    | 916.74  | 20  | 2.0  | 28 | 20  | 2.3  | 34 | 30 | 3.0  | 39 | 30 | 3.7  | 45 | 40 | 4.5  | 50  | 40 | 5.5  | 56  | 40 | 6.3  | 62 |
| 1° 30'    | 763.94  | 20  | 2.0  | 28 | 30  | 2.8  | 34 | 30 | 3.5  | 39 | 30 | 4.4  | 45 | 40 | 5.3  | 50  | 40 | 6.4  | 56  | 40 | 7.3  | 64 |
| 1° 45'    | 654.81  | 30  | 2.2  | 28 | 30  | 3.2  | 34 | 30 | 4.1  | 39 | 40 | 5.0  | 45 | 40 | 6.7  | 50  | 50 | 8.1  | 65  | 50 | 8.9  | 78 |
| 2° 00'    | 572.96  | 30  | 2.5  | 28 | 30  | 3.6  | 34 | 30 | 4.4  | 39 | 40 | 5.7  | 45 | 40 | 6.7  | 50  | 50 | 8.1  | 65  | 50 | 8.9  | 78 |
| 2° 15'    | 509.30  | 30  | 2.8  | 28 | 40  | 4.0  | 34 | 40 | 5.1  | 39 | 40 | 6.2  | 45 | 50 | 7.3  | 53  | 50 | 8.7  | 70  | 60 | 9.4  | 83 |
| 2° 30'    | 458.37  | 30  | 3.1  | 28 | 40  | 4.4  | 34 | 40 | 5.5  | 39 | 50 | 6.8  | 45 | 50 | 7.9  | 57  | 60 | 9.2  | 74  | 60 | 9.8  | 86 |
| 2° 45'    | 416.70  | 30  | 3.4  | 28 | 40  | 4.7  | 34 | 40 | 6.0  | 39 | 50 | 7.3  | 47 | 50 | 8.4  | 60  | 60 | 9.6  | 77  | 60 | 10.0 | 88 |
| 3° 00'    | 381.97  | 40  | 3.7  | 28 | 40  | 5.1  | 34 | 50 | 6.4  | 39 | 50 | 7.7  | 49 | 60 | 8.8  | 63  | 60 | 9.9  | 79  | 60 | 10.0 | 80 |
| 3° 15'    | 352.59  | 40  | 3.9  | 28 | 40  | 5.4  | 34 | 50 | 6.7  | 39 | 50 | 8.1  | 52 | 60 | 9.2  | 66  | 60 | 10.0 | 80  |    |      |    |
| 3° 30'    | 327.40  | 40  | 4.2  | 28 | 50  | 5.7  | 34 | 50 | 7.1  | 40 | 60 | 8.5  | 54 | 60 | 9.6  | 69  |    |      |     |    |      |    |
| 3° 45'    | 305.58  | 40  | 4.4  | 28 | 50  | 6.0  | 34 | 50 | 7.5  | 42 | 60 | 8.8  | 56 | 60 | 9.8  | 71  |    |      |     |    |      |    |
| 4° 00'    | 286.48  | 40  | 4.7  | 28 | 50  | 6.3  | 34 | 50 | 7.8  | 44 | 60 | 9.1  | 58 | 70 | 9.9  | 71  |    |      |     |    |      |    |
| 4° 15'    | 269.63  | 50  | 4.9  | 28 | 50  | 6.6  | 34 | 60 | 8.1  | 45 | 60 | 9.4  | 60 | 70 | 10.0 | 72  |    |      |     |    |      |    |
| 4° 30'    | 254.65  | 50  | 5.1  | 28 | 50  | 6.9  | 34 | 60 | 8.4  | 47 | 70 | 9.6  | 61 |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 4° 45'    | 241.25  | 50  | 5.4  | 28 | 60  | 7.1  | 34 | 60 | 8.7  | 49 | 70 | 9.7  | 62 |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 5° 00'    | 229.18  | 50  | 5.6  | 28 | 60  | 7.4  | 36 | 60 | 8.9  | 50 | 70 | 9.9  | 63 |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 5° 15'    | 209.35  | 60  | 6.0  | 28 | 60  | 7.8  | 37 | 70 | 9.3  | 52 | 80 | 10.0 | 64 |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 6° 00'    | 190.99  | 60  | 6.3  | 28 | 70  | 8.2  | 39 | 70 | 9.6  | 54 |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 6° 30'    | 176.29  | 60  | 6.7  | 28 | 70  | 8.6  | 41 | 80 | 9.8  | 55 |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 7° 00'    | 163.70  | 60  | 7.0  | 28 | 70  | 8.9  | 43 | 80 | 9.9  | 55 |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 7° 30'    | 152.79  | 70  | 7.3  | 29 | 80  | 9.1  | 44 | 80 | 10.0 | 56 |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 8° 00'    | 143.24  | 70  | 7.6  | 30 | 80  | 9.4  | 45 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 8° 30'    | 134.81  | 70  | 7.9  | 32 | 80  | 9.6  | 46 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 9° 00'    | 127.32  | 80  | 8.2  | 33 | 90  | 9.7  | 47 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 9° 30'    | 120.82  | 80  | 8.4  | 34 | 90  | 9.8  | 47 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 10° 00'   | 114.59  | 80  | 8.6  | 34 | 90  | 9.9  | 48 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 10° 30'   | 109.13  | 90  | 8.8  | 35 | 100 | 10.0 | 48 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 11° 00'   | 104.17  | 90  | 9.0  | 36 | 100 | 10.0 | 48 |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 11° 30'   | 99.54   | 90  | 9.2  | 37 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 12° 00'   | 95.49   | 100 | 9.3  | 37 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 12° 30'   | 91.67   | 100 | 9.5  | 38 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 13° 00'   | 88.15   | 100 | 9.6  | 38 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 13° 30'   | 84.88   | 110 | 9.7  | 39 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 14° 00'   | 81.85   | 110 | 9.8  | 39 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 14° 30'   | 79.03   | 110 | 9.8  | 39 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 15° 00'   | 76.39   | 110 | 9.9  | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 15° 30'   | 73.93   | 120 | 9.9  | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 16° 00'   | 71.62   | 120 | 10.0 | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 16° 30'   | 69.45   | 120 | 10.0 | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |
| 17° 00'   | 67.41   | 130 | 10.0 | 40 |     |      |    |    |      |    |    |      |    |    |      |     |    |      |     |    |      |    |

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje

Le Longitud de la transición, en metros

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usaran transiciones mixtas)

Notas Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se contienen por interpolación lineal

**FUENTE:** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

**TABLA 004-8**  
**AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES**  
**PARA CARRETERAS TIPO A (A4S Y A4)**

| VÉLOCIDAD | 70      |    |     |      |    |     | 80 |     |      |    |     |    | 90  |      |    |     |    |     | 100  |    |     |    |     |      | 110 |     |    |  |  |  |
|-----------|---------|----|-----|------|----|-----|----|-----|------|----|-----|----|-----|------|----|-----|----|-----|------|----|-----|----|-----|------|-----|-----|----|--|--|--|
|           | Gc      | Rc | Ac  |      | Sc | Le  |    | Ac  |      | Sc | Le  |    | Ac  |      | Sc | Le  |    | Ac  |      | Sc | Le  |    | Ac  |      | Sc  | Le  |    |  |  |  |
|           |         |    | A4s | A4   |    | A4s | A4 | A4s | A4   |    | A4s | A4 | A4s | A4   |    | A4s | A4 | A4s | A4   |    | A4s | A4 | A4s | A4   |     | A4s | A4 |  |  |  |
| 0° 15'    | 4583.68 | 0  | 20  | 20   | 39 | 67  | 0  | 20  | 2.0  | 45 | 76  | 0  | 30  | 2.0  | 50 | 86  | 0  | 30  | 20   | 56 | 95  | 0  | 30  | 2.0  | 62  | 105 |    |  |  |  |
| 0° 30'    | 2291.84 | 20 | 30  | 20   | 39 | 67  | 20 | 30  | 2.0  | 45 | 76  | 20 | 40  | 2.0  | 50 | 86  | 20 | 40  | 23   | 56 | 95  | 20 | 50  | 2.7  | 62  | 105 |    |  |  |  |
| 0° 45'    | 1527.89 | 20 | 40  | 20   | 39 | 67  | 20 | 40  | 2.3  | 45 | 76  | 30 | 50  | 2.8  | 50 | 86  | 30 | 60  | 34   | 56 | 95  | 30 | 60  | 4.0  | 62  | 105 |    |  |  |  |
| 1° 00'    | 1145.92 | 20 | 50  | 2.5  | 39 | 67  | 30 | 50  | 3.0  | 45 | 76  | 30 | 60  | 3.6  | 50 | 86  | 30 | 70  | 4.5  | 56 | 95  | 30 | 70  | 5.2  | 62  | 105 |    |  |  |  |
| 1° 15'    | 916.14  | 30 | 50  | 3.0  | 39 | 67  | 30 | 60  | 3.7  | 45 | 76  | 40 | 60  | 4.5  | 50 | 86  | 30 | 70  | 5.5  | 56 | 95  | 40 | 80  | 6.3  | 62  | 105 |    |  |  |  |
| 1° 30'    | 763.94  | 30 | 60  | 3.5  | 39 | 67  | 30 | 60  | 4.4  | 45 | 76  | 40 | 70  | 5.3  | 50 | 86  | 40 | 80  | 6.4  | 56 | 95  | 40 | 90  | 7.3  | 64  | 109 |    |  |  |  |
| 1° 45'    | 684.81  | 30 | 60  | 4.1  | 39 | 67  | 40 | 70  | 5.0  | 45 | 76  | 40 | 80  | 6.1  | 50 | 86  | 40 | 90  | 7.3  | 56 | 99  | 50 | 100 | 8.1  | 71  | 121 |    |  |  |  |
| 2° 00'    | 572.96  | 30 | 70  | 4.6  | 39 | 67  | 40 | 80  | 5.7  | 45 | 76  | 40 | 90  | 6.7  | 50 | 86  | 50 | 90  | 8.1  | 65 | 110 | 50 | 100 | 8.9  | 78  | 133 |    |  |  |  |
| 2° 15'    | 509.30  | 40 | 80  | 5.1  | 39 | 67  | 40 | 90  | 6.2  | 45 | 76  | 50 | 100 | 7.3  | 53 | 89  | 50 | 100 | 8.7  | 70 | 118 | 60 | 120 | 9.8  | 86  | 147 |    |  |  |  |
| 2° 30'    | 458.37  | 40 | 80  | 5.5  | 39 | 67  | 50 | 90  | 6.8  | 45 | 76  | 50 | 100 | 7.9  | 57 | 97  | 60 | 110 | 9.2  | 74 | 125 | 60 | 120 | 9.8  | 86  | 147 |    |  |  |  |
| 2° 45'    | 416.70  | 40 | 80  | 6.0  | 39 | 67  | 50 | 90  | 7.3  | 47 | 79  | 50 | 110 | 8.4  | 60 | 103 | 60 | 110 | 9.6  | 77 | 131 | 60 | 120 | 10.0 | 88  | 150 |    |  |  |  |
| 3° 00'    | 381.97  | 50 | 90  | 6.4  | 39 | 67  | 50 | 100 | 7.7  | 49 | 84  | 60 | 110 | 8.8  | 63 | 108 | 60 | 120 | 9.9  | 79 | 135 |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 3° 15'    | 352.59  | 50 | 90  | 6.7  | 39 | 67  | 50 | 110 | 8.1  | 52 | 88  | 60 | 120 | 9.2  | 66 | 113 | 60 | 130 | 10.0 | 80 | 136 |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 3° 30'    | 327.40  | 50 | 100 | 7.1  | 40 | 68  | 60 | 110 | 8.5  | 54 | 92  | 60 | 120 | 9.6  | 69 | 118 |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 3° 45'    | 305.58  | 50 | 110 | 7.5  | 42 | 71  | 60 | 120 | 8.8  | 56 | 96  | 60 | 130 | 9.8  | 71 | 120 |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 4° 00'    | 286.48  | 50 | 110 | 7.8  | 44 | 74  | 60 | 120 | 9.1  | 58 | 99  | 70 | 130 | 9.9  | 71 | 121 |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 4° 15'    | 269.63  | 60 | 110 | 8.1  | 45 | 77  | 60 | 130 | 9.4  | 60 | 102 | 70 | 140 | 10.0 | 72 | 122 |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 4° 30'    | 254.65  | 60 | 120 | 8.4  | 47 | 80  | 70 | 130 | 9.6  | 61 | 104 |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 4° 45'    | 241.25  | 60 | 120 | 8.7  | 49 | 83  | 70 | 140 | 9.7  | 62 | 106 |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 5° 00'    | 229.18  | 60 | 130 | 8.9  | 50 | 85  | 70 | 140 | 9.9  | 63 | 108 |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 5° 15'    | 218.27  | 60 | 130 | 9.1  | 51 | 87  | 80 | 140 | 10.0 | 63 | 108 |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 5° 30'    | 208.35  | 70 | 140 | 9.3  | 52 | 89  | 80 | 150 | 10.0 | 64 | 109 |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 5° 45'    | 199.29  | 70 | 140 | 9.5  | 53 | 90  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 6° 00'    | 190.99  | 70 | 150 | 9.6  | 54 | 91  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 6° 15'    | 183.35  | 70 | 150 | 9.7  | 54 | 92  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 6° 30'    | 176.29  | 80 | 160 | 9.8  | 55 | 93  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 6° 45'    | 169.77  | 80 | 160 | 9.9  | 55 | 94  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 7° 00'    | 163.70  | 80 | 160 | 9.9  | 55 | 94  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 7° 15'    | 158.06  | 80 | 160 | 10.0 | 56 | 95  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |
| 7° 30'    | 152.79  | 80 | 170 | 10.0 | 56 | 95  |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |    |     |    |     |      |     |     |    |  |  |  |

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobre elevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usaran transiciones mixtas)

Notas: Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.  
A4s- Dos carriles en cada cuerpo (cuerpos separados) con el eje de proyecto en el centro de cada calzada.  
A4- Cuatro carriles en un solo cuerpo, con el eje de proyecto coincidiendo con el eje geométrico.

**FUENTE:** Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.

En donde:

S= Sobreelevación de la corona en un punto cualquiera de la curva espiral de transición o de la transición mixta, en por ciento.

L= Distancia del origen de la transición al punto considerado en el que se desea determinar la sobreelevación de la corona, en metros.

Le= Longitud de la curva espiral de transición o de la transición mixta, en metros.

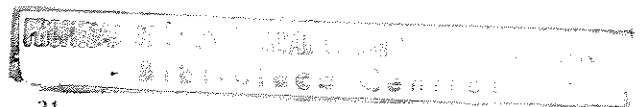
Sc= Sobreelevación de la corona correspondiente al grado de curvatura, en por ciento.

- a) Para el desarrollo de la sobreelevación de la corona se utilizará la longitud de la espiral de transición o de la transición mixta, según se indica en la figura (004.10).
- b) En los extremos de las curvas espirales de transición o de las transiciones mixtas se harán los ajustes indicados en la figura (004.10) para ligar la sobreelevación con el bombeo.
- c) La longitud mínima de las transiciones mixtas y de las espirales de transición será la indicada en las tablas (004-5), (004-6), (004-7) y (004-8).
- d) En todos los casos la transición mixta deberá proyectarse considerando un medio de su longitud sobre la tangente del alineamiento horizontal y el medio restante dentro de la curva circular.

3.3.10 Faja Separadora Central. La faja separadora central deberá proyectarse únicamente en carreteras Tipo "A" de cuatro carriles.

- a) Cuando la sección transversal esté formada por un sólo cuerpo del ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de un (1.00) metro.
- b) Cuando la sección transversal esté formada por dos cuerpos separados, el ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de ocho (8) metros.

3.3.11 Taludes. Los taludes estarán definidos por su inclinación, expresada numéricamente por el recíproco de la pendiente.

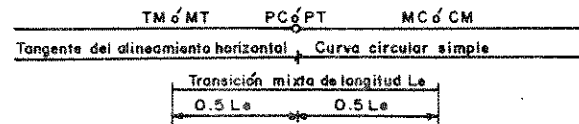




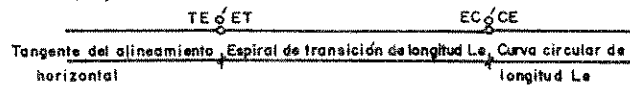
# FIGURA 004.10 DESARROLLO DE LA SOBREELEVACIÓN Y LA AMPLIACIÓN

## LOCALIZACIÓN RELATIVA DE LAS TRANSICIONES

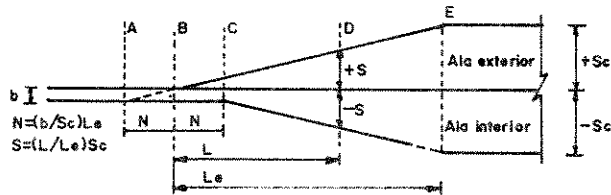
### a) Transición mixta



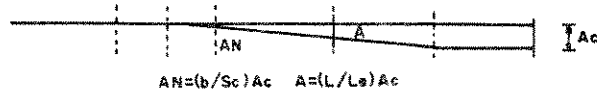
### b) Espiral de transición



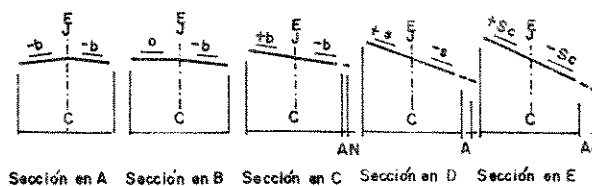
## VARIACIÓN DE LA SOBREELEVACIÓN



## VARIACIÓN DE LA AMPLIACIÓN



## SECCIONES TRANSVERSALES



**FUENTE:** Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras  
Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1991.

- a) En terraplén. El talud de la sección transversal en terraplén deberá ser de uno y medio a uno (1.5 : 1), pudiendo tener una inclinación diferente si así lo especifica la D.G.C.
- b) En corte. El talud de la sección transversal en corte deberá ser el que especifique la D.G.C.

3.3.12 Cunetas. Las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

- a) Ancho. El ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta, deberá ser de un metro (1.00 m), pudiendo ser mayor si por capacidad hidráulica así se requiere.
- b) Taludes. El talud interno de la cuneta deberá ser de tres a uno (3:1). El talud externo de la cuneta será el correspondiente al de corte.

3.3.13 Contracunetas. Las contracunetas serán, generalmente, de forma trapezoidal y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad y sus taludes, su utilización, ubicación y dimensiones estarán sujetas a los estudios de drenaje y geotécnicos, o a lo que especifique la D.G.C.

3.3.14 Obras complementarias. Las obras complementarias de la sección transversal, tales como guarniciones, bordillos, lavaderos, banquetas, defensas y dispositivos para el control del tránsito, deberán considerarse en el proyecto cuando así lo especifique la D.G.C.

3.3.15 Derecho de vía. El derecho de vía está definido por su ancho y su longitud. El ancho del derecho de vía es variable.

## CONCLUSIONES

### VIII.1. DE LA CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CARRETERAS

III.1.1 Para la selección del tipo de carretera con fines de proyecto, se observará lo siguiente:

- a) Con base en el TDPA para el horizonte de proyecto, el cual no será mayor de veinte (20) años, se adoptará uno de los tipos de carretera establecidos en el Inciso 1 Capítulo 1, de acuerdo al análisis de factibilidad técnico-económico.
- b) En la aplicación de los distintos tipos mencionados en el inciso 1 capítulo 1, deberá tenerse en cuenta que a lo largo de la carretera en proyecto podrán existir tramos con volúmenes de tránsito muy diferentes. En tales casos, se deberá contar con los datos del párrafo a) de este inciso, para proyectar cada tramo de acuerdo al tipo de carretera que corresponda.
- c) Cuando el TDPA estimado para el horizonte de proyecto, sea similar o coincida con alguno de los límites establecidos para clasificar los diferentes tipos de carretera y se presenta en consecuencia un caso de frontera, se deberá seleccionar el tipo de carretera de rango inferior por criterio de costo.
- d) En algunos casos de frontera y cuando las condiciones particulares lo ameriten, para decidir el tipo de carretera, es recomendable efectuar evaluaciones operacionales y económicas que contemplen tanto los costos de construcción de la obra, como los correspondientes a la operación y conservación de la misma. Eventualmente se podrán considerar estrategias de construcción de tipo evolutivo, contemplando la posibilidad de pasar de un tipo de carretera a otro de rango superior.

II.1.2 Para la determinación de las características de la carretera, dentro de los tipos definidos en el inciso 1 capítulo 1, se observará lo siguiente:

- a) En lo que se refiere a la configuración del terreno, para la correcta interpretación de estas especificaciones se conviene en clasificarlo como sigue:

- a.1) TERRENO TIPO PLANO. Aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula.

- a.1) TERRENO TIPO PLANO. Aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula.
- a.2) TERRENO TIPO ONDULADO. Aquel cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de cuarenta y cinco (45) por ciento.
- a.3) TERRENO TIPO MONTAÑOSO. Aquel que tiene pendientes transversales mayores de cuarenta y cinco (45) por ciento, caracterizado por accidentes topográficos notables.
- b) La clasificación del terreno, se definirá no solamente por la configuración topográfica general, sino por las características que el terreno imprime a la carretera, tanto en lo que se refiere a su geometría, como a la magnitud de sus movimientos de tierra; como puede ser el caso de una carretera localizada en un parte-aguas de zona montañosa, en donde el terreno pudiera clasificarse como plano u ondulado.
- c) La velocidad de proyecto, se seleccionará de acuerdo a la severidad de las condiciones topográficas y a la función de la carretera. Cuando la magnitud de los volúmenes de tránsito lo ameriten, se requiere hacer análisis económicos para determinar la velocidad de proyecto óptima.

## VIII.2 DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD

III.2.1 Como mínimo las carreteras deberán proyectarse con la distancia de visibilidad de parada, o de encuentro para carretera tipo "E", según lo disponen los incisos 3.1.4 de dicho capítulo. Sin embargo, para carreteras de dos carriles, se procurará proyectar tramos con distancia de visibilidad de rebase siempre que no se eleven considerablemente los costos de construcción, de manera que en tramos de cinco (5) kilómetros, se tengan los siguientes subtramos con distancia de visibilidad de rebase.

- a) Para carreteras tipo "D", un subtramo de 600 m o dos subtramos de 300 m
- b) Para carreteras tipo "C", un subtramo de 1500 m o dos subtramos de 750 m o tres subtramos de 500 m o cuatro subtramos de 375 m.
- c) Para carreteras tipo "B" y "A<sub>2</sub>", un subtramo de 3000 m o dos subtramos de 1500 m o tres subtramos de 1000 m o cuatro subtramos de 750 m o cinco subtramos de 600 m o seis subtramos de 500 m.

## RECOMENDACIONES

1. Para el proyecto del alineamiento horizontal conviene observar lo siguiente:

- a) Las tangentes muy largas pueden resultar peligrosas, sobre todo para carreteras con altas velocidades de proyecto. Esta situación podrá evitarse sustituyendo dichas tangentes por otras de menor longitud, unidas entre sí por curvas suaves.
- b) El grado de las curvas circulares se debe elegir de manera que se ajusten lo mejor posible a la configuración del terreno. En general, el grado de curvatura será el menor posible para permitir la mayor fluidez del tránsito, pero sin perder de vista el costo de construcción.
- c) Se evitarán cambios bruscos en el alineamiento horizontal. Así, al pasar de una tangente larga a una curva, ésta debe ser de grado pequeño, bastante menor que el máximo especificado. Análogamente, si el proyecto comprende un tramo sinuoso entre dos de buen alineamiento se procurará que el grado de las curvas vaya aumentando paulatinamente hacia las curvas de mayor grado usadas en el tramo sinuoso.
- d) El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible, sin dejar de ser congruente con la topografía. Un alineamiento que se adapta al terreno es preferible a otro con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes.
- e) Conviene evitar las curvas circulares compuestas y las curvas consecutivas en el mismo sentido. El efecto desfavorable que estas curvas ejercen sobre el conductor de un vehículo se reduce cuando:
  - e.1) La longitud en metros de la tangente que separa el PT del PC de dos curvas circulares con transiciones mixtas, es mayor o igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto en kilómetros por hora.
  - e.2) La longitud en metros de la tangente que separa el ET del TE de dos curvas circulares con espirales de transición es mayor o igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto en kilómetros por hora, menos la semisuma de las longitudes de las espirales.

- c.3) La longitud en metros de la tangente que separa el PT del TE o el ET del PC de dos curvas circulares, teniendo una de ellas espiral y la otra transición mixta, es mayor o igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto en kilómetros por hora, menos la longitud de la espiral.
- f) Cuando la longitud de la tangente entre curvas consecutivas en el mismo sentido no cumpla con lo indicado en el párrafo anterior, se podrán sustituir por:
- f.1) Una sola curva que se ajuste, en lo posible, al trazo original.
- f.2) Otras curvas de mayor grado, pero menores al máximo, para lograr la condición de tangente libre de uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto, expresada anteriormente.
- g) Cuando en una curva horizontal con talud de corte en su lado interior, no se satisfaga la distancia de visibilidad de parada, se puede recurrir a cualquiera de las soluciones siguientes:
- g.1) Recortar el talud interior de la curva.
- g.2) Disminuir el grado de la curva.
- h) Cuando los ángulos centrales de las curvas sean pequeños, se evitarán longitudes de curva corta para quitar la apariencia de codo.
- i) Se procurará que la longitud máxima de una curva horizontal con o sin espirales de transición no exceda la distancia recorrida por el vehículo en 20 segundos, a la velocidad de proyecto.
2. Con relación al alineamiento vertical, se procurará observar lo siguiente:
- a) Se proyectarán alineamientos con cambios de pendientes suaves, en vez de tangentes verticales con variaciones bruscas de pendientes. Los controles para el proyectista son la pendiente gobernadora, la pendiente máxima y su longitud crítica, que siempre que sea posible se escogerán menores a los máximos especificados.

- b) Cuando para salvar desniveles apreciables se disponga de tangentes verticales con pendientes escalonadas, se procurará poner las pendientes más fuertes al comenzar el ascenso.
- c) Es preferible un perfil escalonado, en lugar de una pendiente sostenida. Para proyectar este tipo de alineamiento deben tomarse en cuenta los conceptos de pendiente gobernadora, pendiente máxima y longitud crítica de pendiente.
- d) El alineamiento vertical deberá prever el espacio para alojar las obras de drenaje u otra estructura que se requiera.
- e) Se debe evitar que la cima de un columpio quede alojada en corte o balcón, a menos que se justifique económicamente.
- f) Los alineamientos verticales que tienen sucesivamente curvas pronunciadas en cresta y en columpio, suelen presentarse en alineamientos horizontales rectos, en donde el alineamiento vertical sigue sensiblemente el perfil del terreno, resultando caminos antiestéticos y peligrosos en las maniobras de rebase. Estos perfiles pueden evitarse introduciendo cierta curvatura horizontal y/o suavizando las pendientes con algunos cortes y terraplenes. Esta recomendación es particularmente aplicable a caminos con altos volúmenes de tránsito.
- g) Siempre que económicamente sea posible, se procurará que la longitud de las curvas verticales sea mayor que la mínima, aún para bajas velocidades de proyecto.
- h) Deberá evitarse el proyecto de curvas verticales sucesivas con la misma concavidad o convexidad, con tangentes intermedias muy cortas; esta recomendación es particularmente aplicable a curvas en columpio.
- i) Cuando el terreno lo permita y no se incremente sensiblemente el costo de construcción, las curvas verticales deberán proyectarse para satisfacer las distancias de visibilidad de rebase.
- j) Cuando el desnivel a vencer obliga a mantener una pendiente en tramos de gran longitud o en longitudes superiores a la crítica, puede proyectarse un carril de ascenso adicional, si el nivel de servicio deseado lo justifica.

- k) Cuando esté previsto el proyecto de un entronque a nivel en tangentes con pendiente, que afecte sensiblemente la incorporación o desincorporación, se procurará disminuir la pendiente en la zona del entronque.
3. Con relación a la combinación del alineamiento horizontal con el vertical, se procurará observar lo siguiente:
- a) En alineamientos verticales que originen terraplenes altos y largos son deseables alineamientos horizontales rectos o de muy suave curvatura.
  - b) Los alineamientos horizontal y vertical deben estar balanceados. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes y curvas verticales cortas, o bien una curvatura excesiva con pendientes suaves corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es aquel que combina ambos alineamientos, ofreciendo el máximo de seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de las restricciones impuestas por la topografía.
  - c) Cuando el alineamiento horizontal está constituido por curvas con grados menores al máximo, se recomienda proyectar curvas verticales con longitudes mayores que las mínimas especificadas; siempre que no se incremente considerablemente el costo de construcción de la carretera.
  - d) Conviene evitar la coincidencia de la cima de una curva vertical en cresta con el inicio o terminación de una curva horizontal.
  - e) Debe evitarse proyectar la suma de una curva vertical en columpio en o cerca de una curva horizontal.
  - f) En general, cuando se combinen curvas verticales y horizontales, o una esté muy cerca de la otra, debe procurarse que la curva vertical esté fuera de la curva horizontal o totalmente incluida en ella, con las salvedades mencionadas.
  - g) Los alineamientos deben combinarse para lograr el mayor número de tramos con distancias de visibilidad de rebase.



h) En donde esté previsto el proyecto de un entronque, los alineamientos deben ser lo más suave posible.

4. Con relación a la sección transversal, se procurará observar lo siguiente:

a) Cuando se prevean defensas, bordillos, señales, etc., a los lados del camino, deberá ampliarse la corona, de manera que los anchos de los hombros correspondan a los especificados.

b) Los bordillos sólo deberán proyectarse en terraplenes con taludes erosionables.

c) El ancho del derecho de vía deberá determinarse por tramos o zonas, de acuerdo al tipo de carretera, para lo cual se establecerá en cada caso su función, su evolución, requerimientos de construcción, conservación, futuras ampliaciones, uso actual y futuro de la tierra, así como servicios requeridos por los usuarios. Esta determinación debe apoyarse en un análisis económico y en la disponibilidad de recursos.

## REFERENCIAS

- ◆ Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Secretaría de Comunicaciones y Transportes , Cuarta reimpresión. México, 1991.
- ◆ Normas para el Proyecto de Carreteras. Ministerio de Transporte y Comunicaciones Dirección General de Vialidad, Caracas, Venezuela, 1985.
- ◆ Paiz Morales, Byron René. Guía de Cálculo para Carreteras. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, octubre 1980.
- ◆ Velásquez Ramos, Flavio. Alternativas en la selección de la Subrasante más económica. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, junio 1977.
- ◆ A POLICY on GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS and STREETTS. American Association of State Highways and Transporttation officials, Washington D.C., USA, 1984.



## BIBLIOGRAFIA

- ◆ Normas de Servicios Técnicos Proyecto Geométrico de Carreteras. Secretaría de Comunicaciones y Transporte, México 1984.
- ◆ Manual de Capacidad Vial. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México 1991.
- ◆ Barrios Ambrosy, Edwin Raúl. Cálculo y Replanteo de Curvas Horizontales, Verticales y Espirales de Transición para Carreteras. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, marzo de 1978.
- ◆ Pérez Méndez, Augusto René. Metodología de Actividades para el Diseño Geométrico de Carreteras. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, octubre de 1989.