

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	XV
LISTA DE FIGURAS	XVIII
PRESENTACIÓN Y OBJETIVO	XXIII

1. Generalidades **3**

1.1	DEFINICIÓN	4
1.2	Clasificación de las vías carretables	4
1.2.1	Por su competencia	4
1.2.2	Según sus características	4
1.2.3	Según el tipo de terreno	5
1.2.4	Según su función	6
1.2.5	Según velocidad de diseño	7

2. Planeación **9**

2.1	DEFINICIÓN	9
2.2	CATEGORÍAS ESTRATÉGICAS DEL PROCESO DE PLANEACIÓN	9
2.2.1	Los planes de desarrollo	9
2.2.2	Las unidades de gestión	9
2.3	CICLO DEL PROYECTO CARRETERA	10
2.3.1	Etapa de preinversión	10
2.3.2	Etapa de inversión o de ejecución	11
2.3.3	Etapa operacional	13
2.4	NIVEL DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y GRADO DE EXACTITUD DE LAS CUANTIFICACIONES	13
2.5	CLASES DE PROYECTOS	13
2.5.1	Proyectos de construcción	13
2.5.2	Proyectos de mejoramiento	14
2.5.3	Proyectos de rehabilitación	14
2.5.4	Proyectos de mantenimiento rutinario	14
2.5.5	Proyectos de mantenimiento periódico	15
2.6	DISEÑO, TRAZADO Y LOCALIZACIÓN	15
2.6.1	Reconocimiento o exploración	16
2.6.2	Trazado antepreliminar o línea de ceros	17
2.6.3	Trazado preliminar o levantamiento topográfico	17
2.6.4	Diseño	17
2.6.5	Localización	17

3. Línea de ceros –Trazado antepreliminar	19
3.1 LÍNEA DE CEROS	19
3.2 TRAZADO EN PLANO	19
3.3 TRAZADO EN TERRENO	22
3.4 EJEMPLO DEL TRAZO DE UNA LÍNEA DE CEROS	24
3.4.1 Sobre un plano o un modelo digital de terreno	24
3.4.2 En el terreno	25
3.5 RUTA	27
3.6 EJEMPLO DEL MÉTODO DE BRUCE	28
4. Levantamiento topográfico - Preliminar	31
4.1 GENERALIDADES	31
4.2 LEVANTAMIENTO DEL TERRENO PARA REALIZAR EL DISEÑO DEL PROYECTO	32
4.2.1 Levantamiento con teodolito	32
4.2.2 Levantamiento con estación	40
4.2.3 Levantamiento <i>lidaR</i>	56
4.3 EJERCICIO	61
5. Distancia de visibilidad	75
5.1 DEFINICIÓN	75
5.2 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (D_p)	75
5.3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (D_A)	78
5.4 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE CRUCE (D_C)	80
5.5 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUENTRO (D_E)	83
5.6 VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES	84
5.6.1 La distancia de visibilidad es menor que la longitud de la curva	84
5.6.2 La distancia de visibilidad es mayor que la longitud de la curva	85
5.7 EVALUACIÓN DE LA VISIBILIDAD DE UN PROYECTO EN PLANOS	86
5.7.1 Evaluación de la distancia de visibilidad en planta	87
5.7.2 Evaluación de la distancia de visibilidad en perfil	87
5.7.3 Análisis de evaluación de la distancia de visibilidad en planos	88
6. Entretangencias	93
6.1 VALORES MÍNIMOS DE ENTRETANGENCIAS	93
6.1.1 Curvas de distinto sentido	93
6.1.2 Curvas del mismo sentido	93
6.2 VALOR MÁXIMO DE ENTRETANGENCIA	94

7. Velocidad	95
7.1 VELOCIDAD DE DISEÑO (V_{TR})	95
7.2 VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_e)	96
7.3 ANÁLISIS DE VELOCIDADES ESPECÍFICAS	96
7.3.1 Velocidad específica de la curva horizontal (V_{CH})	97
7.3.2 Velocidad específica de la entretangencia horizontal (V_{ETH})	98
7.3.3 Velocidad específica de la curva vertical (V_{CV})	98
7.3.4 Velocidad específica de la tangente vertical (V_{TV})	101
7.4 EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE VELOCIDADES	101
7.5 EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE VELOCIDADES PARA UN TRAMO DIFERENTE AL INICIAL DEL PROYECTO	104
8. Curvas circulares simples	105
8.1 NOMENCLATURA O PUNTOS PRINCIPALES	105
8.2 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA CURVA	105
8.2.1 Ángulo de deflexión o ángulo de giro - Δ (delta)	106
8.2.2 Radio (RC)	106
8.2.3 Tangente (T)	106
8.2.4 Cuerda larga (CL)	106
8.2.5 Ordenada o flecha (M)	107
8.2.6 Externa (E)	108
8.2.7 Arco unidad	108
8.2.8 Grado de la curva	109
8.2.9 Longitud de la curva	109
8.3 ABSCISADO DE LA CURVA	109
8.4 DEFLEXIÓN UNITARIA	110
8.5 CÁLCULO DE LAS CURVAS PARA SU LOCALIZACIÓN	112
8.5.1 Coordenadas planas	112
8.5.2 Cuerdas y deflexiones desde el PC o desde el PT	114
8.5.3 Normales a la tangente o coordenadas cartesianas	116
8.5.4 Ángulo y distancia desde el PI	117
8.6 EJEMPLO DE CURVA CIRCULAR SIMPLE	118
8.6.1 Datos de entrada	118
8.6.2 Cálculo de azimut	119
8.6.3 Cálculo del ángulo de deflexión y sentido de la curva	119
8.6.4 Determinación del radio	119
8.6.5 Elementos de la curva	119
8.6.6 Abscisado de la curva	120
8.6.7 Azimut de las líneas principales de la curva	120
8.6.8 Coordenadas puntos principales	120
8.6.9 Localización por deflexiones desde el PC	120
8.6.10 Localización por deflexiones desde el PT	120
8.6.11 Localización por normales a la tangente	122
8.6.12 Localización por ángulo y distancia desde el PI	122

8.6.13	Localización por coordenadas planas	122
8.6.14	Plano de la curva	124
8.7	EJERCICIOS	125

9. CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS 127

9.1	DEFINICIÓN	127
9.2	ANTECEDENTES	127
9.3	APLICACIONES	127
9.4	NOMENCLATURA	128
9.5	SOLUCIÓN DE CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS	128
9.5.1	Método de la tangente larga T_L y la tangente corta T_C	128
9.5.2	Determinación de la tangente de entrada T_e y la tangente de salida T_s por medio del teorema de los senos	134
9.6	EJEMPLO CURVA CIRCULAR COMPUESTA DE 2R	138
9.6.1	Determinación de la tangente larga y de la tangente corta	138
9.6.2	Determinación de la tangente de entrada y tangente de salida [...]	139
9.6.3	Determinación de las deflexiones y coordenadas del empalme	140
9.7	EJEMPLO CURVA CIRCULAR COMPUESTA DE 3R	145
9.7.1	Determinación de la tangente larga y de tangente corta	145
9.7.2	Determinación de la tangente de entrada y tangente de salida [...]	146
9.7.3	Determinación de las deflexiones y coordenadas del empalme	147
9.7.4	Ejemplo curva circular compuesta 3R "delta mayor a 180 grados"	151
9.8	EJERCICIOS	161

10. Curvas de transición - Espiral o clotoide 165

10.1	GENERALIDADES	165
10.2	TIPOS DE CURVAS DE TRANSICIÓN - EVOLUCIÓN	165
10.3	NOMENCLATURA DE LA ESPIRAL	167
10.4	ELEMENTOS DE LA ESPIRAL	168
10.4.1	Parámetro "A"	168
10.4.2	Ángulo de giro de la espiral " θ_e "	169
10.4.3	Ecuaciones paramétricas o coordenadas cartesianas X, Y	170
10.4.4	Longitud de la curva espiral " L_e "	172
10.4.5	Disloque de la espiral " ΔR "	173
10.4.6	Longitud de abscisa media " X_M "	174
10.4.7	Longitud de la tangente larga " T_l "	174
10.4.8	Longitud de la tangente corta " T_c "	174
10.4.9	Longitud de la tangente del sistema de empalme " T_e "	174
10.4.10	Longitud de la externa o bisectriz del sistema de empalme " E_e "	174
10.4.11	Ángulo de la cuerda larga de la espiral o deflexión última de la espiral " f_e "	175
10.4.12	Cuerda de la espiral " CL_e "	175

10.5	DEFLEXIONES DE LA ESPIRAL	175
10.6	VALORES LÍMITES DE LA ESPIRAL	176
10.6.1	Longitud mínima del arco de espiral	176
10.6.2	Longitud máxima del arco de espiral	179
10.7	EJEMPLO DE UNA CURVA ESPIRAL CÍRCULO ESPIRAL (ECE)	179
10.7.1	Determinación de los valores límite de diseño	180
10.7.2	Verificación del empalme ECE	181
10.7.3	Determinación de los elementos del empalme ECE	182
10.7.4	Cálculo de la cartera de tránsito: deflexiones y coordenadas de todos los puntos [...]	184
10.8	EJEMPLO DE UNA CURVA ESPIRAL-ESPIRAL (EE)	189
10.8.1	Determinación de los valores límite de diseño	190
10.8.2	Verificación del empalme ECE	191
10.8.3	Determinación de los elementos del empalme EE	192
10.8.4	Cálculo de la cartera de tránsito: deflexiones y coordenadas de todos los puntos [...]	194
10.9	EJERCICIOS	199

11 Peralte **201**

11.1	GENERALIDADES	201
11.2	DEFINICIÓN	201
11.3	ECUACIÓN DE EQUILIBRIO	201
11.3.1	Caso I. $P_p = F_p$	201
11.3.2	Caso II. $P_p < F_p$	202
11.3.3	Caso III. $P_p > F_p$	203
11.4	COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL	204
11.5	VALOR MÁXIMO DEL PERALTE	204
11.6	RADIOS MÍNIMOS ABSOLUTOS	204
11.7	CONCORDANCIA DE RADIOS	206
11.8	TRANSICIÓN DEL PERALTE	208
11.8.1	Rampa de peraltes	212
11.8.2	Longitud de transición	212
11.8.3	Factor de ajuste de la longitud de transición	214
11.9	FORMAS DE GIRAR LA CALZADA DE UNA VÍA	214
11.9.1	Desarrollo del peralte	214
11.9.2	Desarrollo del peralte con separador central	216
11.10	EJEMPLOS DEL DESARROLLO DEL PERALTE	216
11.10.1	Peralte curva simple	216
11.10.2	Ejemplo peralte curva compuesta	219
11.10.3	Ejemplo peralte curva espiral círculo espiral (ECE)	224
11.10.4	Ejemplo peralte curva espiral-espiral (EE)	226
11.11	EJERCICIOS	231

12. Sobreancho	233
12.1 DEFINICIÓN	233
12.2 DETERMINACIÓN DEL SOBREANCHO	233
12.2.1 Vehículos rígidos	233
12.2.2 Vehículos articulados	235
12.3 EJEMPLOS DE CÁLCULO DE SOBREANCHO	238
12.3.1 Ejemplo de sobreancho con vehículo de diseño rígido	238
12.3.2 Ejemplo de sobreancho para vías con vehículo de diseño articulado	239
12.4 LONGITUD DE TRANSICIÓN Y DESARROLLO DEL SOBREANCHO.	239
12.5 EJERCICIOS	241
13. Localización del trazado	243
13.1 GENERALIDADES	243
13.2 LOCALIZACIÓN POR COORDENADAS	243
13.2.1 Curvas circulares simples	243
13.2.2 Curvas circulares compuestas	244
13.2.3 Curvas de transición	245
13.3 LOCALIZACIÓN POR CUERDAS Y DEFLEXIONES	246
13.3.1 Localización del eje	247
13.3.2 Localización de curvas circulares simples	251
13.3.3 Localización de curvas circulares compuestas	254
13.3.4 Localización de curvas de transición (espirales)	258
13.4 OTROS MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN	261
13.4.1 Curvas circulares	261
13.4.2 Curvas espirales por normales a la tangente	262
13.5 OBSTÁCULOS EN LA LOCALIZACIÓN	264
13.5.1 Obstáculos sobre una tangente	264
13.5.2 Obstáculos en las curvas horizontales	266
13.6 PUNTOS INACCESIBLES	280
13.6.1 PI inaccesible	280
13.6.2 PC inaccesible	286
13.6.3 PT inaccesible	288
13.6.4 PC y PT inaccesibles	291
13.6.5 PCC inaccesible	291
13.6.6 TE o ET inaccesible	293
13.6.7 EC o CE inaccesible	294
14. Nivelación del terreno	299
14.1 DEFINICIÓN	299
14.2 NIVELACIÓN DE EJE	299
14.3 TOMA DE SECCIONES TRANSVERSALES	304

15. Alineamiento vertical	311
15.1 GENERALIDADES	311
15.2 ELEMENTOS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL	311
15.3 TANGENTES	312
15.3.1 Longitud de la tangente	312
15.4 PENDIENTES	316
15.4.1 Pendiente mínima	317
15.4.2 Pendiente máxima	317
15.5 CURVAS VERTICALES	317
15.5.1 Elementos y ecuaciones de las curvas verticales	318
15.5.2 Tipos de curvas verticales	323
15.6 CRITERIOS DE DISEÑO	323
15.7 LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS VERTICALES	324
15.7.1 Longitud mínima de las curvas verticales convexas por seguridad	324
15.7.2 Longitud mínima de las curvas verticales cóncavas "criterio de seguridad"	330
15.7.3 Longitud mínima de las curvas verticales por operación	333
15.8 LONGITUD MÁXIMA DE LAS CURVAS VERTICALES POR DRENAJE	333
15.9 VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO	333
15.10 EJEMPLO DE LA DETERMINACIÓN DE LONGITUDES PARA CURVAS VERTICALES SIMÉTRICAS	334
15.10.1 Determinación de la curva vertical convexa	336
15.10.2 Determinación de la curva vertical cóncava	336
15.11 CURVAS VERTICALES ASIMÉTRICAS	338
15.12 EJEMPLO DE CURVA VERTICAL ASIMÉTRICA	340
15.13 CURVAS REVERSAS	341
15.14 PUNTOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS	341
15.14.1 Puntos máximos y mínimos en curvas simétricas	341
15.14.2 Puntos máximos y mínimos en curvas asimétricas	344
15.15 EJEMPLO DE PUNTOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS	347
15.15.1 Determinación de puntos máximos y mínimos de la curva convexa simétrica	347
15.15.2 Determinación de puntos máximos y mínimos de la curva cóncava simétrica	347
15.15.3 Determinación de puntos máximos o mínimos de una curva asimétrica	348
15.16 PUNTOS OBLIGADOS	349
15.17 VISIBILIDAD BAJO PASOS DEPRIMIDOS	351
15.18 EJERCICIOS	353

16. Rasante	355
16.1 DEFINICIÓN	355
16.2 SUBRASANTE	355
16.3 COTA DE TRABAJO O ALTURA DE TRABAJO	356
17. Sección transversal	357
17.1 DEFINICIÓN	357
17.2 TIPOS DE SECCIÓN TRANSVERSAL	357
17.2.1 Vías de doble calzada	357
17.2.2 Vías primarias y secundarias	357
17.2.3 Vías terciarias	358
17.3 ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	358
17.3.1 Zona de reserva vial, ancho de zona o derecho de vía	359
17.3.2 Explanación	359
17.3.3 Corona	359
17.3.4 Calzada	359
17.3.5 Berma	359
17.3.6 Sobreechanco de compactación	360
17.3.7 Cunetas	361
17.3.8 Bombeo	362
17.3.9 Taludes	362
17.3.10 Chaflán	363
17.3.11 Separadores de calzada	363
17.4 SECCIONES TRANSVERSALES EN RECTA	363
17.5 SECCIONES TRANSVERSALES EN CURVA	363
17.6 CARTERA DE RASANTE "SECCIÓN TRANSVERSAL"	364
17.7 EJERCICIO	365
18. Volúmenes para la construcción	369
18.1 GENERALIDADES	369
18.1.1 Movimiento de tierras	369
18.1.2 Excavación de la explanación	370
18.1.3 Banca	370
18.1.4 Excavación de canales	376
18.1.5 Excavación en zonas de préstamo	377
18.1.6 Terraplén o pedraplén	377
18.1.7 Taludes	377
18.1.8 Factores de expansión o contracción	378
18.1.9 Altura de trabajo o cota de trabajo	379
18.1.10 Estacas	379
18.1.11 Puntos de paso o ceros	380
18.1.12 Chaflán	380

18.2	UBICACIÓN DE CEROS Y CHAFLANES	381
18.2.1	Ubicación directa de ceros o puntos de paso en el campo	381
18.2.2	Ubicación de ceros o puntos de paso gráficamente	385
18.2.3	Ubicación de chaflanes directa en el campo	387
18.2.4	Ubicación de chaflanes gráficamente	396
18.3	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	397
18.3.1	Tipos de secciones	398
18.3.2	Cálculo de áreas	399
18.3.3	Ejemplo cálculo de áreas	404
18.4	CÁLCULO DE VOLÚMENES	407
18.4.1	Volumen de un piramoide	407
18.4.2	Volumen de un tronco de pirámide	408
18.4.3	Volumen de una pirámide	408
18.4.4	Volumen en una sección vial	409
18.4.5	Ejemplo del cálculo de volúmenes	409
18.4.6	Volúmenes en las curvas	412
18.5	EJERCICIOS	422
19. Diagrama de masas		425
19.1	DIAGRAMA DE MASAS	425
19.2	ANÁLISIS CON EL DIAGRAMA DE MASAS	426
19.3	ANÁLISIS DE COMPENSACIÓN DE VOLÚMENES	426
Bibliografía		431