

CONTENIDO

Tablas	ix
Figuras	xi
Introducción	xiii
Material web	xvi

I Curva circular simple

1.1 Generalidades	I
1.2 Definición	I
1.3 Curva circular simple	2
1.3.1 Nomenclatura de la curva circular simple	3
1.3.2 Elementos de la curva circular simple	3
1.3.2.1 Ángulo de deflexión, giro o delta (Δ)	5
1.3.2.2 Radio (R_c)	5
1.3.2.3 Tangente (T)	5
1.3.2.4 Cuerda larga (CL)	6
1.3.2.5 Externa (E)	7
1.3.2.6 Ordenada media o flecha (M)	8
1.3.2.7 Arco unidad (a)	8
1.3.2.8 Grado (G o G_a)	8
1.3.2.9 Longitud (L)	9
1.3.3 Ejemplo 1-1. Elementos de una curva circular simple	9
1.3.4 Deflexión unitaria (δ_u) y deflexión última ($\delta_{\text{última}}$)	10
1.3.5 Cálculo para la localización de curvas circulares simples	10
1.3.6 Ejemplo 1-2. Deflexiones por arco unidad y coordenadas de una curva circular simple	11

2 Curva circular compuesta

2.1 <i>Ejemplo 2-1.</i> Diseño de una intersección por radio de borde con CCC simétrica	14
2.2 <i>Ejemplo 2-2.</i> Diseño de una intersección por radio de borde con CCC asimétrica	17

3 Peralte

3.1 Ecuación de equilibrio	20
3.1.1 Caso I: $P_p = F_p$	20
3.1.2 Caso II: $P_p < F_p$	21

3.1.3	Caso III:- $P_p > F_p$	22
3.2	Coeficiente de fricción lateral	23
3.3	Valor máximo del peralte	24
3.4	Radios mínimos absolutos	24
3.5	Distribución del peralte y la fricción	25
3.6	Transición del peralte	31
3.6.1	Rampa de peraltes	33
3.6.2	Longitud de transición	42
3.6.3	Desarrollo del peralte	43
4	Entretangencia y relación de radios	
4.1	Entretangencia	46
4.1.1	Valores mínimos de entretangencias	46
4.1.2	Valor máximo de entretangencia	48
4.2	Relación de radios	48
4.2.1	Normativa colombiana	48
4.2.2	Normativa española	49
4.2.2	Normativa alemana	50
5	Problemas de seguridad en las curvas circulares	
5.1	Generalidades	52
5.2	Los problemas de seguridad	52
5.3	Tipos de curvas de transición - evolución	53
6	Curvas de transición - Clotoide	
6.1	Generalidades	55
6.2	Nomenclatura de la espiral	56
6.3	Elementos de la espiral	56
6.3.1	Parámetro "A"	56
6.3.2	Ángulo de giro de la espiral (θ_e)	57
6.3.3	Ecuaciones paramétricas "X, Y"	57
6.3.4	Longitud de la curva espiral L_e	59
6.3.5	Disloque de la espiral (ΔR)	60
6.3.6	Longitud de abscisa media (X_M)	60
6.3.7	Longitud de la tangente larga (T_L)	60
6.3.8	Longitud de la tangente corta (T_c)	61
6.3.9	Longitud de la tangente del sistema de empalme (T_e)	61

6.3.10	Longitud de la externa o bisectriz del sistema de empalme (Ee)	61
6.3.11	Ángulo de deflexión última de la espiral ($\varnothing e$)	62
6.3.12	Cuerda de la espiral (CLe)	62
6.3.13	Deflexiones de la espiral	62
6.4	Valores límite de diseño	62
6.4.1	Longitud mínima del arco de espiral	63
6.4.2	Longitud máxima del arco de espiral	67
6.4.3	Longitud mínima de la osculatriz	67
7	Empalmes	
7.1	Generalidades	68
7.2	Empalmes singulares	70
7.2.1	Empalme Espiral – Círculo – Espiral	70
7.2.1.1	Empalme ECE simétrico	71
7.2.1.2	Empalme ECE simétrico con un valor de Te obligada (K)	77
7.2.1.3	Empalme ECE simétrico con un valor de Te obligada, manteniendo el valor de Rc	77
7.2.1.4	Empalme ECE simétrico con un valor de Ee obligada, manteniendo el valor de Rc	82
7.2.1.5	Empalme ECE asimétrico	86
7.2.1.6	Empalme ECE asimétrico con valor de Te obligada	96
7.2.2	Empalme espiral – Círculo – Espiral con $\Delta > a \ 180^\circ$	105
7.2.2.1	Ejemplo de empalme ECE con $\Delta > 180^\circ$ simétrico	108
7.2.2.2	Ejemplo de empalme ECE con $\Delta > 180^\circ$ asimétrico	114
7.2.3	Empalme Espiral – Espiral	122
7.2.3.1	Empalme EE simétrico	122
7.2.3.2	Empalme EE simétrico con valor de Te obligado	126
7.2.3.3	Empalme EE simétrico con valor de Ee obligado	130
7.2.3.4	Empalme EE asimétrico	133
7.2.3.5	Empalme EE asimétrico con Te obligada	146
7.3	Empalmes compuestos	156
7.3.1	Empalme en ‘S’: curvas de diferente sentido	158
7.3.1.1	Empalme en ‘S’ simétrico	158
7.3.1.2	Empalme en ‘S’ simétrico entre dos curvas ECE, una simétrica y otra asimétrica	159
7.3.1.3	Empalme en ‘S’ simétrico entre dos curvas ECE, ambas simétricas	173
7.3.1.4	Empalme en ‘S’ simétrico entre dos curvas EE	184
7.3.1.5	Empalme en ‘S’ simétrico entre dos curvas, una EE y otra ECE	199
7.3.1.6	Empalme en ‘S’ asimétrico	208
7.3.1.7	Empalme en ‘S’ asimétrico entre dos curvas ECE	211
7.3.1.8	Empalme en ‘S’ asimétrico entre una curva ECE y una curva EE	220
7.3.1.9	Empalme en ‘S’ asimétrico entre dos curvas EE	229
7.3.2	Empalme en ‘O’ - Curva conformada por dos segmentos circulares	238
7.3.2.1	Empalme en ‘O’. Radio menor a la entrada	247
7.3.2.2	Empalme en ‘O’. Radio mayor a la entrada	261
7.3.3	Empalme en ‘C’ curvas del mismo sentido	276
7.3.3.1	Empalme en ‘C’ simétrico	277

7.3.3.2	Empalme en 'C' simétrico entre dos curvas ECE, una simétrica y otra asimétrica	279
7.3.3.3	Empalme en 'C' simétrico entre dos curvas ECE, ambas simétricas	291
7.3.3.4	Empalme en 'C' simétrico entre dos curvas EE	302
7.3.3.5	Empalme en 'C' simétrico entre dos curvas una EE y otra ECE	314
7.3.3.6	Empalme en 'C' asimétrico	326
7.3.3.7	Empalme en 'C' asimétrico entre dos curvas ECE	327
7.3.3.8	Empalme en 'C' asimétrico entre una curva ECE y una curva EE	337
7.3.3.9	Empalme en 'C' asimétrico entre dos curvas EE	346
7.3.4	Doble empalme en 'O' – Empalme en 'C'	356
7.3.4.1	Doble empalme en 'O' – Radio menor al centro	356
7.3.4.2	Doble empalme en 'O' – Radios ordenados	385
7.3.4.3	Doble empalme en 'O' – Radio mayor al centro	412

8 Empalmes en Civil 3D

8.1	Generalidades	441
8.2	Empalmes simples	441
8.2.1	Empalme curvas circulares	441
8.2.2	Empalme ECE	442
8.2.3	Empalme ECE con $\Delta > 180^\circ$	444
8.2.4	Empalme EE	444
8.3	Empalmes compuestos	445
8.3.1	Empalme en 'S'	445
8.3.1.1	Free Reverse Spiral-Spiral (Between two curves) - Curvas ECE	445
8.3.1.2	Free Reverse Spiral-Line-Spiral (Between two curves, line length) - Curvas ECE	448
8.3.1.3	Free Reverse Spiral-Curve-Spiral-Spiral-Curve-Spiral (Between two tangents) - Curvas ECE	450
8.3.1.4	Fixed Spiral - Curvas EE	450
8.3.2	Empalme en 'O'	453
8.3.2.1	Free Compound Spiral-Curve-Spiral-Curve-Spiral (Between two curves)	453
8.3.3	Empalme en 'C'	453
8.3.3.1	Free Compound Spiral-Spiral (Between two curves) - Curvas ECE	454
8.3.3.2	Free Compound Spiral-Line-Spiral (Between two curves, line length) - Curvas ECE	456
8.3.3.3	Fixed Spiral - Curvas EE	457

Referencias	459
--------------------	-----