

DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, CLASE 3:

DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL: CURVA SIMPLE

ING. GUILLERMO DAVID MENDÓZA GONZÁLEZ
SEMINARIO DE TOPOGRAFÍA Y CARRETERAS
INGENIERÍA CIVIL
UMG-2021.

DEFINICIÓN:

El diseño geométrico horizontal corresponde al diseño de la línea central y otros elementos geométricos de una vía de comunicación terrestre desde el punto de vista de planta, para ello se consideran parámetros estandarizados que dan seguridad y comodidad a la vía bajo cualquier circunstancia.

Para efectuar el diseño geométrico horizontal se utilizan curvas horizontales simples, curvas horizontales compuestas, curvas horizontales inversas o reversas.

CURVAS HORIZONTALES SIMPLES:

Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, esta se denominan curvas simples.

Según el sentido del kilometraje, las curvas simples pueden ser hacia la derecha o hacia la izquierda, para ello se utiliza la deflexión formada entre la extensión de la tangente de entrada hacia la tangente de salida de la curva.

GRADO DE LA CURVA: se llama al ángulo según el cual se observa desde el centro de la curva una cuerda de 20.00 m.

SUBTANGENTE: es la distancia tangencial comprendida entre el PC y el PI o entre el PI y el PT.

PRINCIPIO DE CURVA PC Y PRINCIPIO DE TANGENCIA PT: son los puntos de tangencia de la curva.

RADIO DE LA CURVA: Es el radio de la curva circular simple.

CUERDA: Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva.

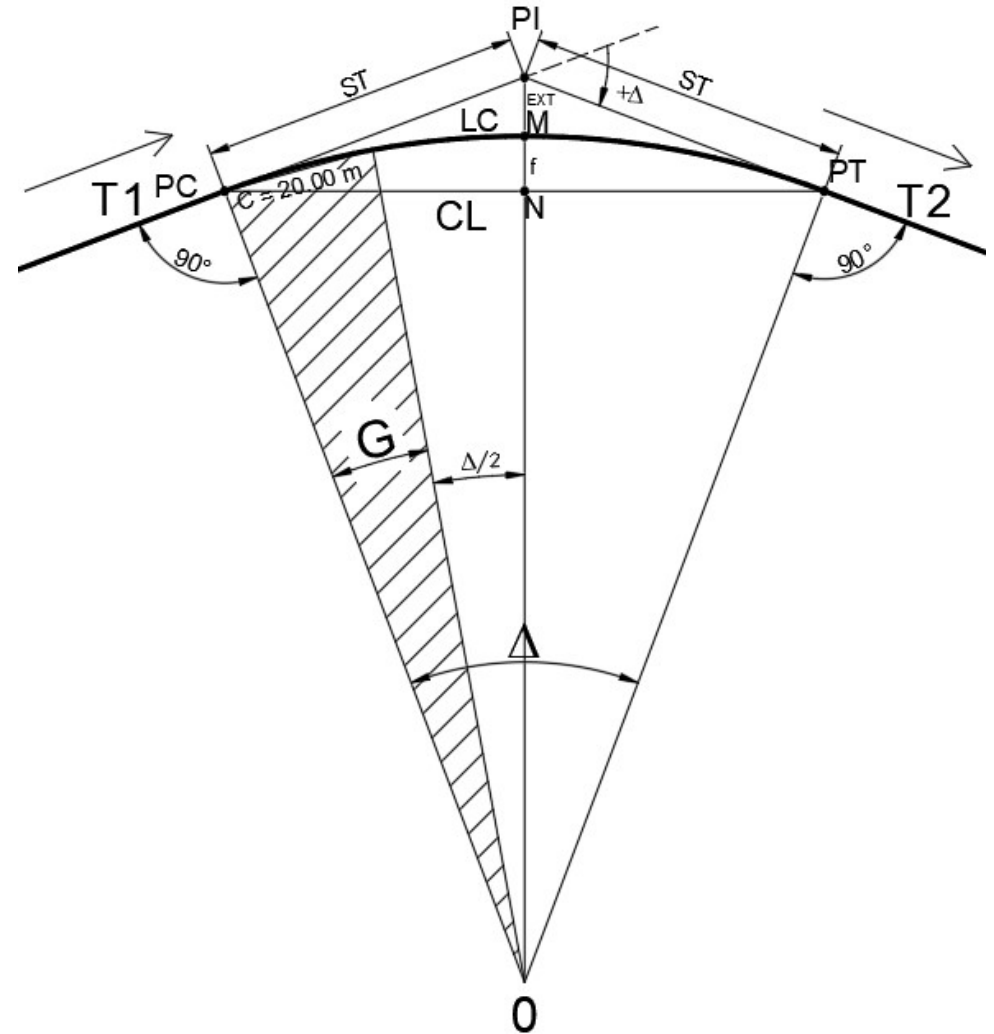
ANGULO DE CUERDA: es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada.

EXTERNA: es la distancia mínima entre el PI y la curva.

FLECHA: es la ordenada media de la curva circular.

CUERDA LARGA: es la distancia entre el PC y el PT.

T1 = Tangente de entrada
 T2 = Tangente de salida
 PI = Punto de inflexión
 D = Deflexión
 PC = Principio de Curva
 PT = Principio de Tangencia
 LC = Longitud de Curva
 CL = Cuerda Larga
 ST = Subtangente
 O = Centro de la curva
 R = Radio de la curva
 M = punto medio de la curva
 N = punto medio de la cuerda larga.
 Ext = Externa
 f = flecha
 G = Grado de la curva



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE CURVAS CIRCULARES SIMPLES:

GRADO MÁXIMO DE CURVATURA: El grado máximo de curvatura es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobreelevación máxima, a la velocidad de proyecto.

Tipo de camino	Grado Máximo de Curvatura
Especial	11°
Primer Orden	28°
Segundo Orden	40°
Tercer Orden	40°

LONGITUD DE CUERDA:

- Aunque la cuerda usada en nuestros país es la de 20 metros, cuando el radio de la curva es corto conviene emplear cuerdas de menor magnitud, por ejemplo: 10 o 5 m, pues de otro modo el arco no se confunde sensiblemente con la cuerda.
- En la tabla siguiente se da a conocer la variación de la cuerda con respecto al arco, para diversos valores del radio y del grado de la curva. Esta variación muestra porque para determinados valores de G se deja de usar la cuerda de 20 metros y se emplea de 10 o 5 metros.

RADIO, en metros	Grado	Cuerda del arco de 20 m
De 6876.00 a 229.00	De 0°10' a 5° 00'	20.00 m
De 208.36 a 143.25	De 5°30' a 8°00'	19.99 m
De 134.82 a 114.60	De 8°30' a 10°00'	19.98 m
De 109.14 a 95.50	De 10°30' a 12°00'	19.97 m
De 91.68 a 84.89	De 12°30' a 13°30'	19.96 m
57.30	20°	19.90 m
40.93	28°	19.80 m
28.65	40°	19.60 m

Use cuerda de 20 metros, para $G \leq 10^\circ$

Use cuerda de 10 metros, para $10^\circ < G < 20^\circ$

Use cuerda de 5 metros, sí: $20^\circ < G \leq 40^\circ$

EJEMPLO DE CÁLCULO DE CURVA CIRCULAR SIMPLE:

- Calcular la curva circular horizontal simple con los siguientes datos:

$$\text{km PI} = 2 + 782.22$$

$$\Delta = 47^{\circ}36' \text{ D}$$

$$G = 08^{\circ}30' = 8.5^{\circ}$$

- **CÁLCULO DE RADIO:**

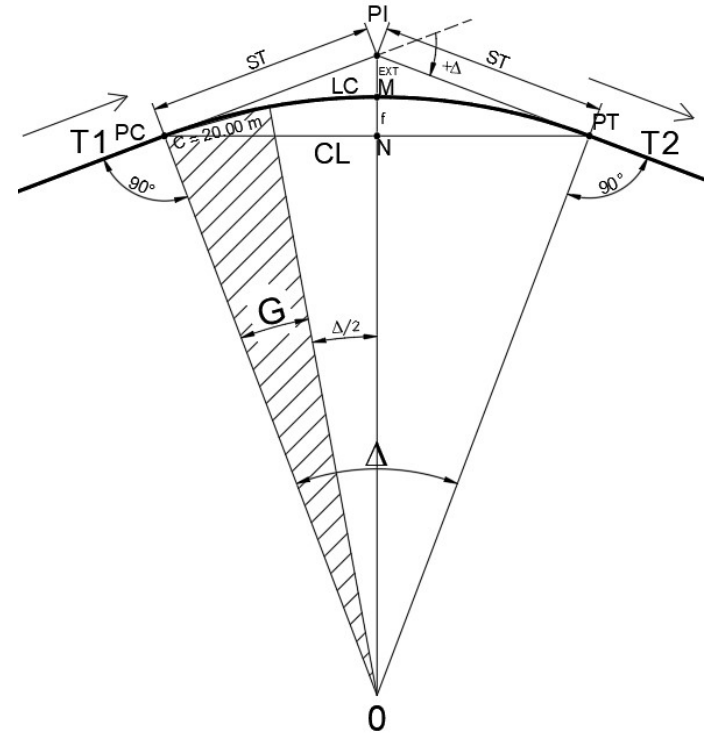
$$R = \frac{1145.92}{G} = \frac{1145.92}{8.5} = \mathbf{134.814\text{ m}}$$

- **CÁLCULO DE SUBTANGENTE:**

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2} = 134.81 \tan \frac{47^\circ 36'}{2} = \mathbf{59.46 \text{ m}}$$

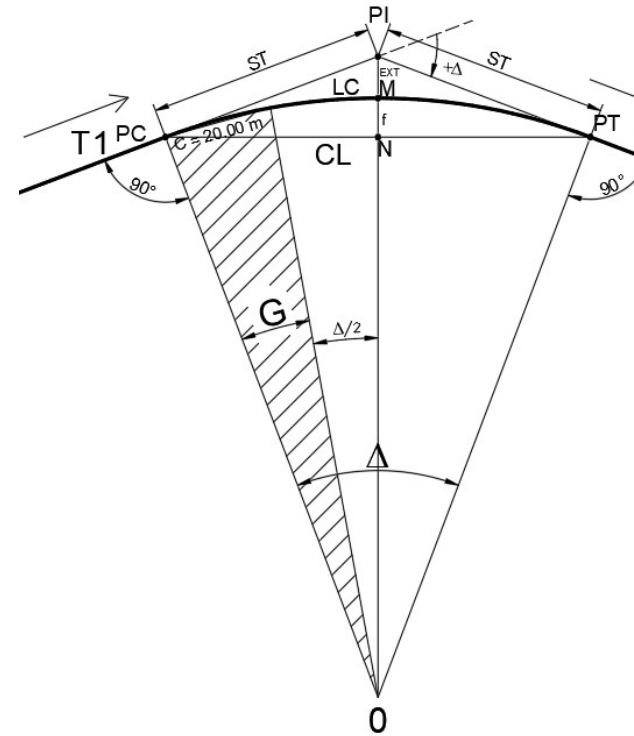
- **LONGITUD DE CURVA:**

$$LC = \frac{\Delta}{G} * 20 = \frac{47.6}{8.5} (20) = \mathbf{112.00\text{ }m}$$



- **KILOMETRAJES:**

KM PI	2+782.22
ST	59.46
KM PC	2 + 722.76
LC	112.00
KM PT	2 + 834.76



- **DEFLEXIÓN POR METRO EN MINUTOS DE ARCO:**

$$D'm = 1.5 G = 1.5 (8.5) = 00^{\circ}12.75'00'' \text{ (en minutos)}$$

- **CUERDA LARGA:**

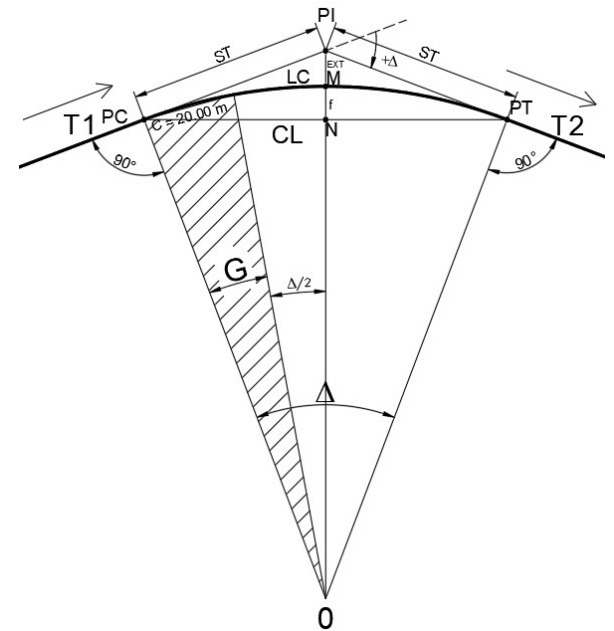
$$CL = 2R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2} = 2(134.81 \text{ m}) \operatorname{sen} \frac{47^{\circ}36'}{2} = \mathbf{108.804 \text{ m}}$$

- **FLECHA:**

$$f = R \operatorname{sen}^{-1} \frac{\Delta}{2} = 134.81 \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right) = 134.81 \left(1 - \cos \frac{47^{\circ}36'}{2} \right) = 11.464 \text{ m}$$

- **EXTERNA:**

$$Ext = R \operatorname{ex} \sec \frac{\Delta}{2} = 134.81 \left(\frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} - 1 \right) = 12.53 \text{ m}$$



- **TABLA DE DEFLEXIONES PARA TRAZAR LA CURVA:** como el grado de curvatura $G = 8^{\circ}30'00''$ y como este valor es menor a 10° , entonces según los valores de la tabla de especificaciones utilizamos cuerdas de 20.00 m.

- **CÁLCULO DE SUBCUERDAS Y DEFLEXIONES PARCIALES:**

- **SUBCUERDA 2**

$$C_2 = 20.00 \text{ m}$$

$$D_2 = D'_m * C_2 = 12.75' * 20.00 \text{ m} = \frac{255'}{60} = 4^{\circ}15'$$

SUB CUERDA 1:

KM	2 + 740.00
KM PC	2 + 722.76
<hr/>	
C1	17.24

$$D_1 = 12.75' C1 = 12.75' (17.24 \text{ m}) = \frac{220'}{60} = 3^\circ 40'$$

SUB CUERDA 3:

KM PT	2 + 834.76
KM	2 + 820.00
<hr/>	
C3	14.76

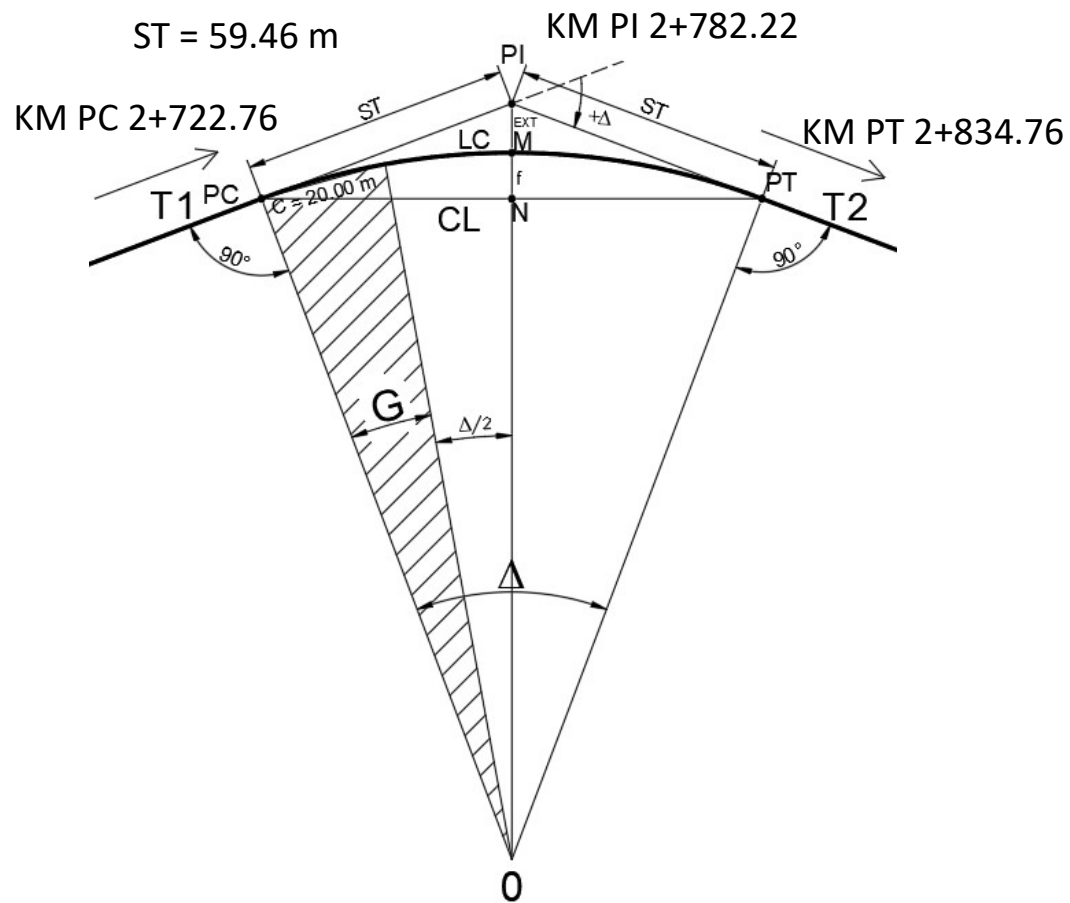
$$D_3 = 12.75' C3 = 12.75' (14.76 \text{ m}) = \frac{220'}{60} = 3^\circ 08'$$

ESTACIONES	CUERDAS	DEFLEXIONES PARCIALES	DEFLEXIONES TOTALES
PC 2 + 722.76			00°00'
2+740	17.24	3°40'	3°40'
2+760	20	4°15'	7°55'
2+780	20	4°15'	12°10'
2+800	20	4°15'	16°25'
2+820	20	4°15'	20°40'
PT 2+834.76	14.76	3°08'	23°48'

LC = 112.00 m

Comprobación: $LC * D'm = 112.00 * 12.75' = \frac{1428'}{60} = 23°48' = \Delta/2$

- PRESENTAR RESULTADOS EN PLANO:



RESÚMEN DE CURVA:

CURVA No. 15

$$D = 47^{\circ}36'$$
$$G = 8^{\circ}30'$$
$$R = 134.814 \text{ m}$$
$$ST = 59.46 \text{ m}$$

LC = 112.00 m

$$D'm = 00^{\circ}12.75'00''$$
$$CL = 108.804 \text{ m}$$
$$f = 11.464 \text{ m}$$

Ext = 12.53