

# CURVAS CIRCULARES

**Versión 2.2**

**Autor:** *German Flores Jarquín*

## Garantía y Derechos de autor

Curvas Circulares es un programa elaborado por *German Flores*, utilizando el compilador TIGCC que es propiedad de *The TIGCC Team* y puede ser encontrado en [www.tigcc.ticalc.org](http://www.tigcc.ticalc.org).

Este programa puede ser distribuido gratuitamente entre las personas que lo encuentren útil. El autor provee este programa “tal y como es”, sin garantías comerciales de ningún tipo, ni siquiera el autor se responsabilizará por daños materiales causados por el mal manejo de este programa.

## Generalidades



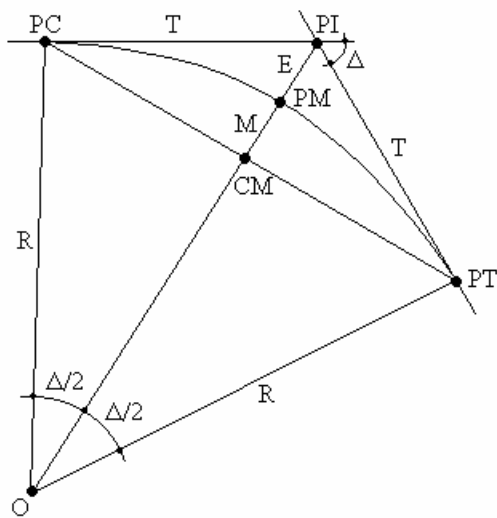
Curvas Circulares es un programa de Proyecto geométrico de viales (también llamado en otros lugares, Vías de Transporte). El programa permite calcular los elementos de curvas circulares con diferentes características, como lo son: curvas simples, curvas compuestas, curvas con un punto obligado y curvas cuyo PI se encuentra inaccesible.

Este programa está escrito completamente en C, es un programa nostub, es decir, no necesitas ningún otro programa extra para poder utilizarlo.

*Curvas* ocupa aproximadamente 21K de memoria. Es un programa que ocupa bastante memoria en relación a la sencillez de los cálculos, un programa similar escrito en TI-Basic ocuparía menos de la mitad de esta memoria. La razón por que decidí hacer este programa como ensamblador, fue simplemente crear un programa sumamente rápido y “agradable”, a diferencia de otros programas hechos precisamente en TI-Basic.

## Descripción

Una curva circular común está compuesta por los siguientes elementos:



- PI:** Es el punto donde se interceptan las dos tangentes. Se conoce también como PV.
- PC:** Es el punto de tangencia entre la tangente y la curva al comienzo de esta.
- PT:** Es el punto de tangencia entre la tangente y la curva al final de esta.
- PM:** Punto medio de la curva circular.
- R:** Radio de la circunferencia, de la que la curva es un segmento.
- T:** Se le denomina Tangente al segmento de recta que existe entre el PI y el PC y también entre el PI y el PT.
- CM:** Se le denomina Cuerda Máxima al segmento de recta que une al segmento de recta que une al PC con el PT.
- LC:** Es la longitud del arco comprendido entre el PC y el PT. Se conoce también como desarrollo.
- M:** Es la ordenada a la curva desde el centro de la cuerda máxima.
- E:** Es la distancia desde el centro de la curva al punto de inflexión.
- Ä:** Es el ángulo de inflexión o de deflexión formado por las tangentes al interceptarse en el PI.

Antes de calcular los elementos de la curva se debe comprobar su radio de curvatura:

**Grado de curvatura:** 
$$G_c = \frac{3600}{\pi R} = \frac{1145.92}{R}$$

Este radio de curvatura en ningún momento puede ser mayor que el radio de curvatura máximo expresado de la siguiente forma:

**Grado Máximo de curvatura:** 
$$G_{\max} = \frac{145692.26(e_{\max} + f)}{V^2}, \text{ donde}$$

**$e_{\max}$ :** peralte máximo a la velocidad del proyecto.

**f:** coeficiente de fricción con la superficie de rodamiento.

**V:** Velocidad de diseño del proyecto.

Según la AASHTO, los valores de f se toman de la siguiente tabla:

f	Velocidad en Km/h
0.16	50
0.15	65
0.14	80
0.13	110
0.12	115

Las fórmulas utilizadas por el programa para el cálculo de los elementos de las curvas son las siguientes:

**Radio:** 
$$R = \frac{T}{\tan \frac{\Delta}{2}}$$

**Cuerda Máxima:** 
$$CM = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

**Mediana:** 
$$M = R \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$$

**Externa:** 
$$E = R \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

**Desarrollo:** 
$$LC = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

Para finalizar con el cálculo de una curva, se necesitan los estacionamientos de los puntos notables:

$$PC = PI - T$$

$$PM = PC + \frac{LC}{2}$$

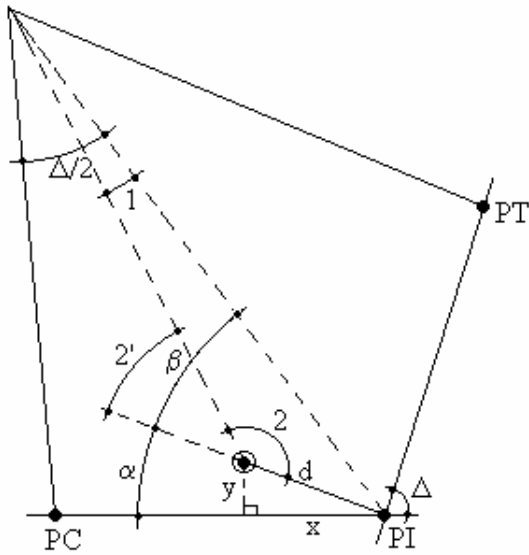
$$PT = PC + LC$$

Todo el procedimiento descrito con las fórmulas, corresponde precisamente al procedimiento de cálculo de una curva circular simple. Para los otros tipos de curvas, existen variaciones, por lo que es necesario realizar unos cálculos iniciales antes de comenzar con los cálculos de los elementos a como se hace con una curva simple.

Los procedimientos para estos otros tipos de curvas se explican en las siguientes páginas.

## Trazado de una curva por un punto obligado

Para el este tipo de curvas, se deben calcular inicialmente otros elementos:



$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$\beta = 90^\circ - \left(\frac{\Delta}{2} + \alpha\right)$$

$$\angle 2' = \sin^{-1}\left(\frac{\sin \beta}{\sin \frac{\Delta}{2}}\right)$$

$$\angle 2 = 180^\circ - \angle 2'$$

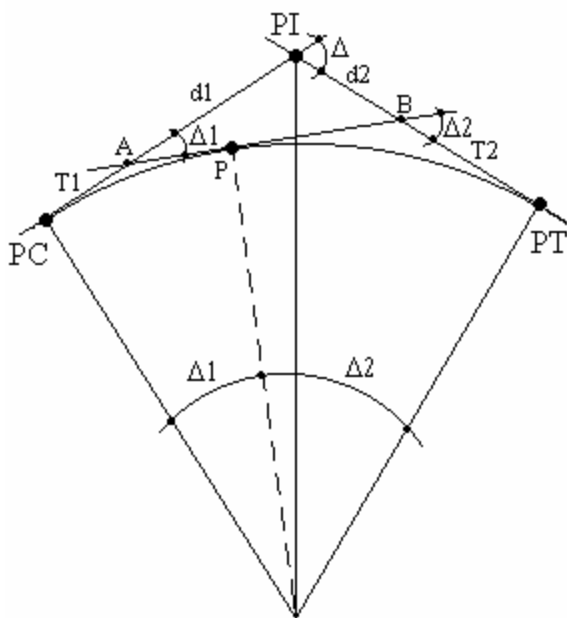
$$\angle 1 = 180^\circ - (\angle 2 + \beta)$$

$$R = \frac{d \cdot \sin \beta}{\sin \angle 1}$$

A partir del radio, se calculan los elementos restantes.

## Trazado de una curva cuando el PI es inaccesible

Para calcular una curva con PI inaccesible, se deben seleccionar dos puntos A y B cuya línea de unión sea tangente a la curva, para que actúen como PI's. Se tiene que medir la distancia AB y los ángulos  $\Delta_1$  y  $\Delta_2$  que forma la línea AB con las tangentes. Por lo que la curva queda dividida en dos:



$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$$

$$d1 = \frac{AB \cdot \sin \Delta_2}{\sin(180^\circ - \Delta)}$$

$$d2 = \frac{AB \cdot \sin \Delta_1}{\sin(180^\circ - \Delta)}$$

$$T1 = R \tan \frac{\Delta_1}{2}$$

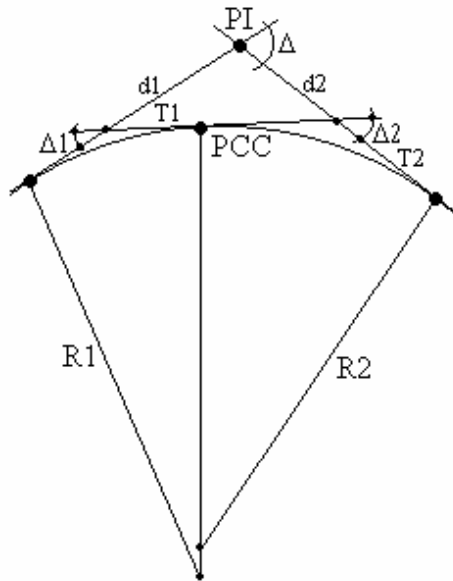
$$T2 = R \tan \frac{\Delta_2}{2}$$

$$R = \frac{T1 + T2}{\tan \frac{\Delta_1}{2} + \tan \frac{\Delta_2}{2}} = \frac{AB}{\tan \frac{\Delta_1}{2} + \tan \frac{\Delta_2}{2}}$$

Con el radio y la deflexión, se pueden calcular todos los elementos de la curva.

## Trazado de una curva compuesta

Dos curvas seguidas constituyen una curva compuesta si se unen en un punto de tangencia, en el que ambas están al mismo lado de la tangente en común.



$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$$

$$d_1 = \frac{\text{sen} \Delta_2 (T_1 + T_2)}{\text{sen}(180^\circ - \Delta)}$$

$$d_2 = \frac{\text{sen} \Delta_1 (T_1 + T_2)}{\text{sen}(180^\circ - \Delta)}$$

$$R_1 = \frac{T_1}{\tan \frac{\Delta_1}{2}}$$

$$R_2 = \frac{T_2}{\tan \frac{\Delta_2}{2}}$$

Se debe cumplir que  $R_{\text{MAYOR}} \geq 1.5 R_{\text{MENOR}}$

Teniendo los radios y las deflexiones, se comienza a calcular los elementos para cada curva, por tanto se obtendrán valores para dos curvas.

Los estacionamientos difieren un poco a como se observa a continuación:

$$PII = PI - dI$$

$$PC1 = PII - T1$$

$$PCC = PC1 + LC11$$

$$PCC = PT1 = PC2$$

$$PT2 = PCC + LC2$$

## Ejemplo

Diseñe la curva horizontal simple con las siguientes especificaciones:

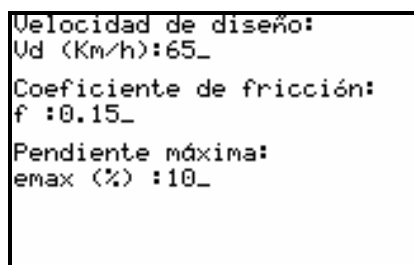
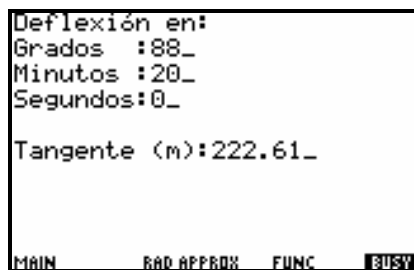
Tangente: 222.61m

Deflexión: 88°20'

Velocidad de proyecto: 65Km/h

$e_{max}$ : 10%

PI: 0+500





Estacionamiento del PI:

Km:0\_

m :500\_

Estacionamiento del PI:

Km:0\_

m :500\_

Gmax≥Gc, OK

Enter=OK

0

2/30

## RESULTADOS

Gmax =  $8^{\circ}37'15.038''$

T = 222.610(m)

R = 229.182(m)

Gc =  $5^{\circ}0'0.196''$

LC = 353.331(m)

E = 90.317(m)

M = 64.786(m)

CM = 319.363(m)

## ESTACIONAMIENTOS

PC = 0+277.390

PM = 0+454.055

PT = 0+630.721

### Acerca de...

Título : Curvas

Versión: 2.2

Fecha : Noviembre 2002

Autor : GERMAN FLORES

necromanser@latinmail.com

www.3ecities.com/in3enieria8992

## Recomendaciones

- Debido a que este es un programa del tipo ensamblador, es recomendable crear una copia de seguridad de la calculadora antes de probarlo la primera vez. Realmente lo he probado bastante y creo si se usa adecuadamente no debe haber ningún problema, hasta el momento mi calculadora no ha sufrido ningún desperfecto.
- Debido a que el programa ocupa algo de memoria, creo que es buena idea archivarlo.
- El programa utiliza la configuración actual de MODE en la calculadora, por lo que si quieren las respuestas con un número determinado de decimales, entonces deben cambiarlo antes de correr el programa.

## Agradecimientos

- ❖ A todo el equipo de TIGCC, especialmente a Zeljko Juric por la elaboración de tan excelente librería.
- ❖ A mi amigo Ovidio quién me presto su folleto de viales (el mío se perdió).

## Autor

German Josué Flores Jarquín  
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)  
Managua, Nicaragua  
2002

Cualquier comentario, idea, reportes de errores o si necesitan ayuda, pueden escribirme a cualquiera de las siguientes direcciones:

[necromanser@latinmail.com](mailto:necromanser@latinmail.com)  
[necromanser2@yahoo.com](mailto:necromanser2@yahoo.com)  
[german\\_josue\\_flores\\_jarquin@hotmail.com](mailto:german_josue_flores_jarquin@hotmail.com)

Otros programas de Ingeniería Civil pueden ser encontrados en mi página web:

[www.geocities.com/ingenieria8992](http://www.geocities.com/ingenieria8992)