

ALINEAMIENTO VERTICAL

YULIETH PEREZ HERNANDEZ

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE VIAS
TERRESTRES

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

CURVAS VERTICALES

Elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes consecutivas tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, facilitando una operación vehicular segura y confortable, de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado.

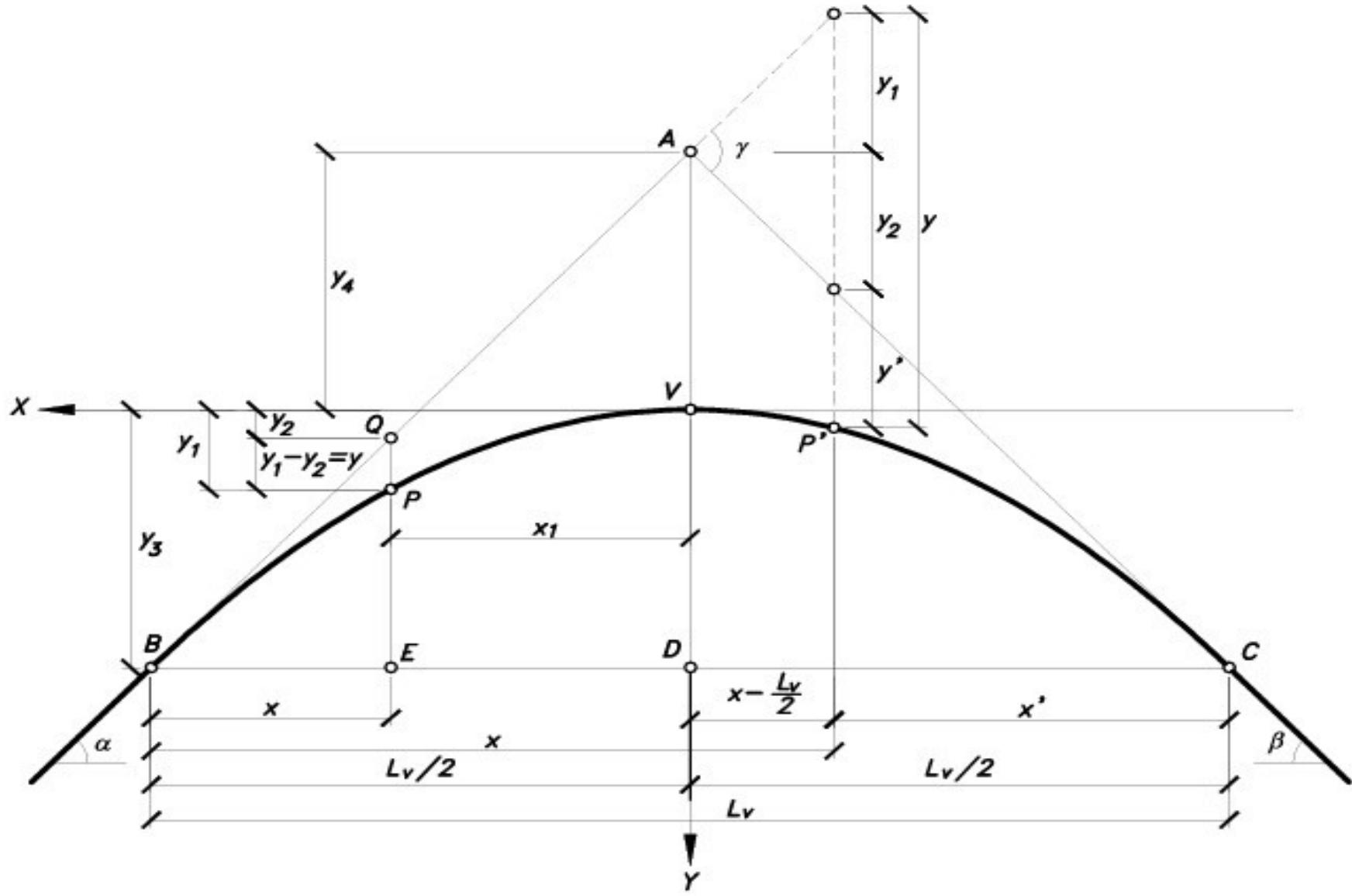
CURVA VERTICAL

La curva que permite enlazar dos tangentes consecutivas es la:

PARABOLA

- Permite un cambio gradual.
- Facilita la operación vehicular.
- Brinda apariencia agradable.
- Permite adecuado drenaje.

GEOMETRIA DE LAS CURVAS VERTICALES PARABOLICAS



GEOMETRIA DE LAS CURVAS VERTICALES PARABOLICAS

$A = PIV$ = Punto de intersección vertical. Es el punto donde se interceptan las dos tangentes verticales.

$B = PCV$ = Principio de curva vertical. Donde empieza la curva.

$C = PTV$ = Principio de tangente vertical. Donde termina la curva.

$BC = L_v$ = Longitud de la curva vertical, medida en proyección horizontal.

$VA = E_v$ = Externa vertical. Es la distancia vertical del PIV a la curva.

$VD = f$ = Flecha vertical.

$P(x_1, y_1)$ = Punto sobre la curva de coordenadas (x_1, y_1) .

$Q(x_1, y_2)$ = Punto sobre la tangente de coordenadas (x_1, y_2) , situado sobre la misma vertical de P .

$QP = y$ = Corrección de pendiente. Desviación vertical respecto a la tangente de un punto de la curva P . Valor a calcular.

$BE = x$ = Distancia horizontal entre el PCV y el punto P de la curva.

α = Ángulo de pendiente de la tangente de entrada.

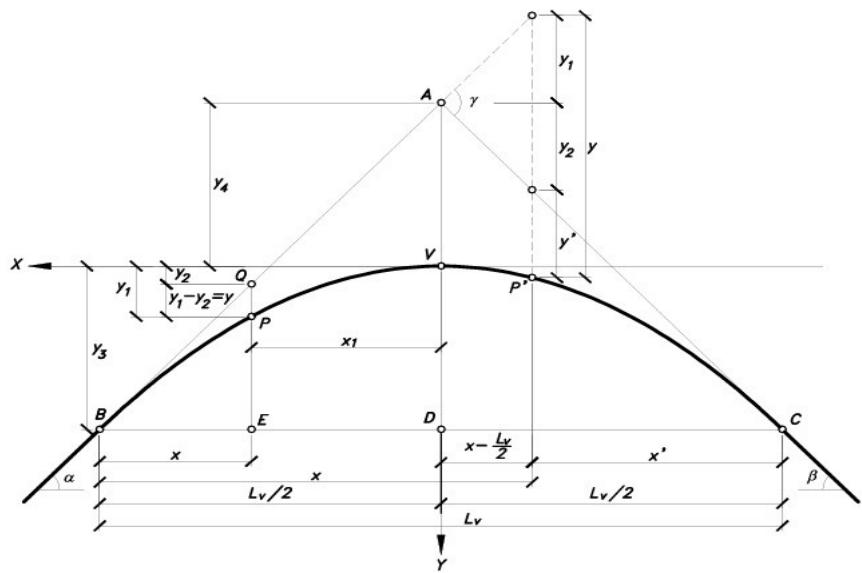
β = Ángulo de pendiente de la tangente de salida.

γ = Ángulo entre las dos tangentes. Ángulo de deflexión vertical.

$m = \tan \alpha$ = Pendiente de la tangente de entrada.

$n = \tan \beta$ = Pendiente de la tangente de salida.

$i = \tan \gamma$ = Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y de salida.



CORRECCIÓN VERTICAL DE LA CURVA

$$y = E \left(\frac{x}{L_v/2} \right)^2$$

$$y = \left(\frac{i}{2L_v} \right) x^2$$

Ecuación con la cual se calcula la corrección vertical para la curva en función de la externa E y donde x corresponde a la distancia tomada desde el PCV.

COEFICIENTE ANGULAR DE UNA CURVA VERTICAL

K_v: define la curvatura de la parábola como una variación de longitud por unidad de pendiente.

$$k_v = \frac{L_v}{i} \text{ (mts / %)}$$

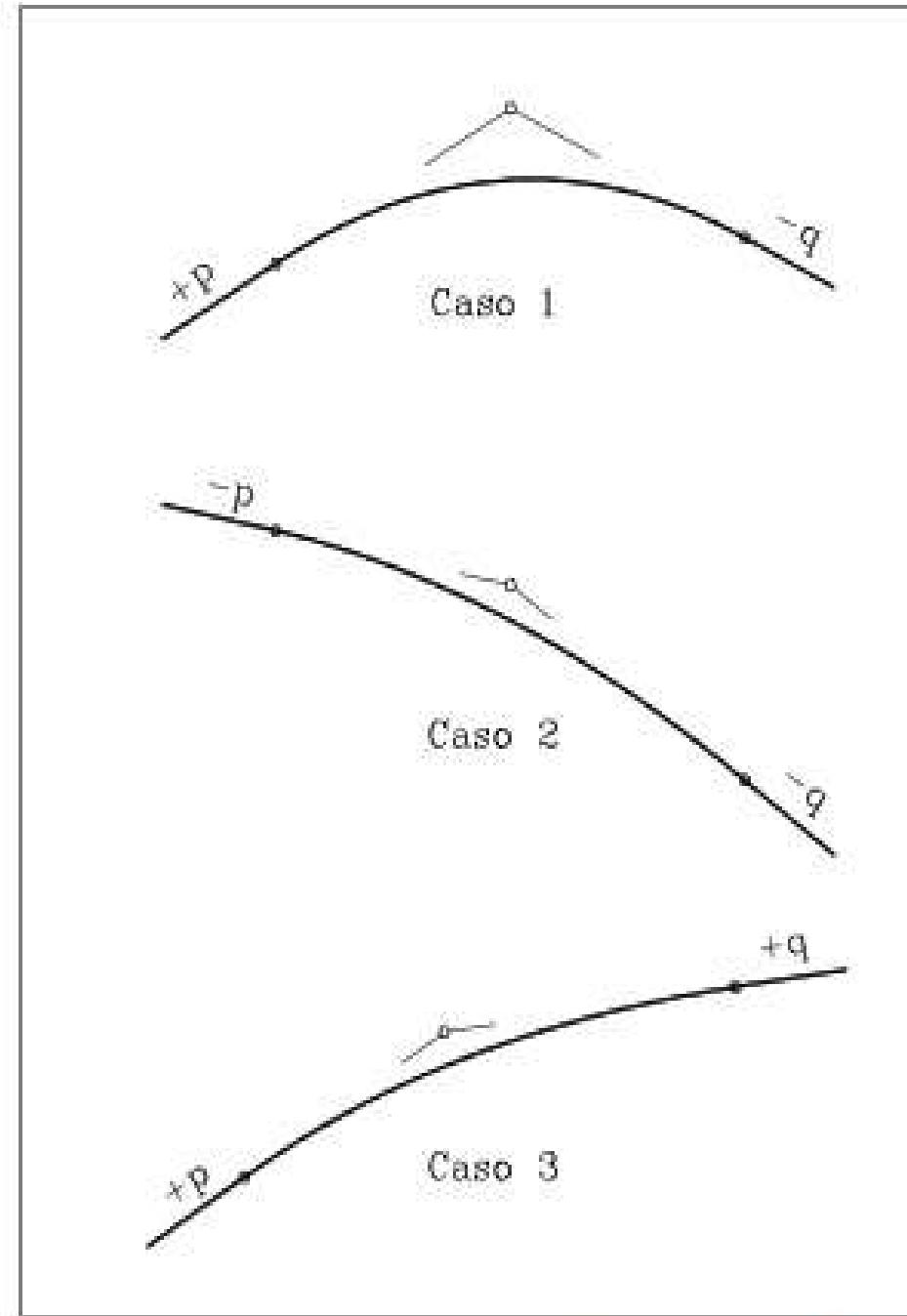
$$\text{Sí } i = 1\% \rightarrow k_v = L_v / 1\% \text{ (mts / %)}$$

Entonces k_v es la distancia horizontal en metros, necesaria para que se efectúe un cambio del 1% en la pendiente de la tangente a lo largo de la curva.

TIPOS DE CURVAS VERTICALES

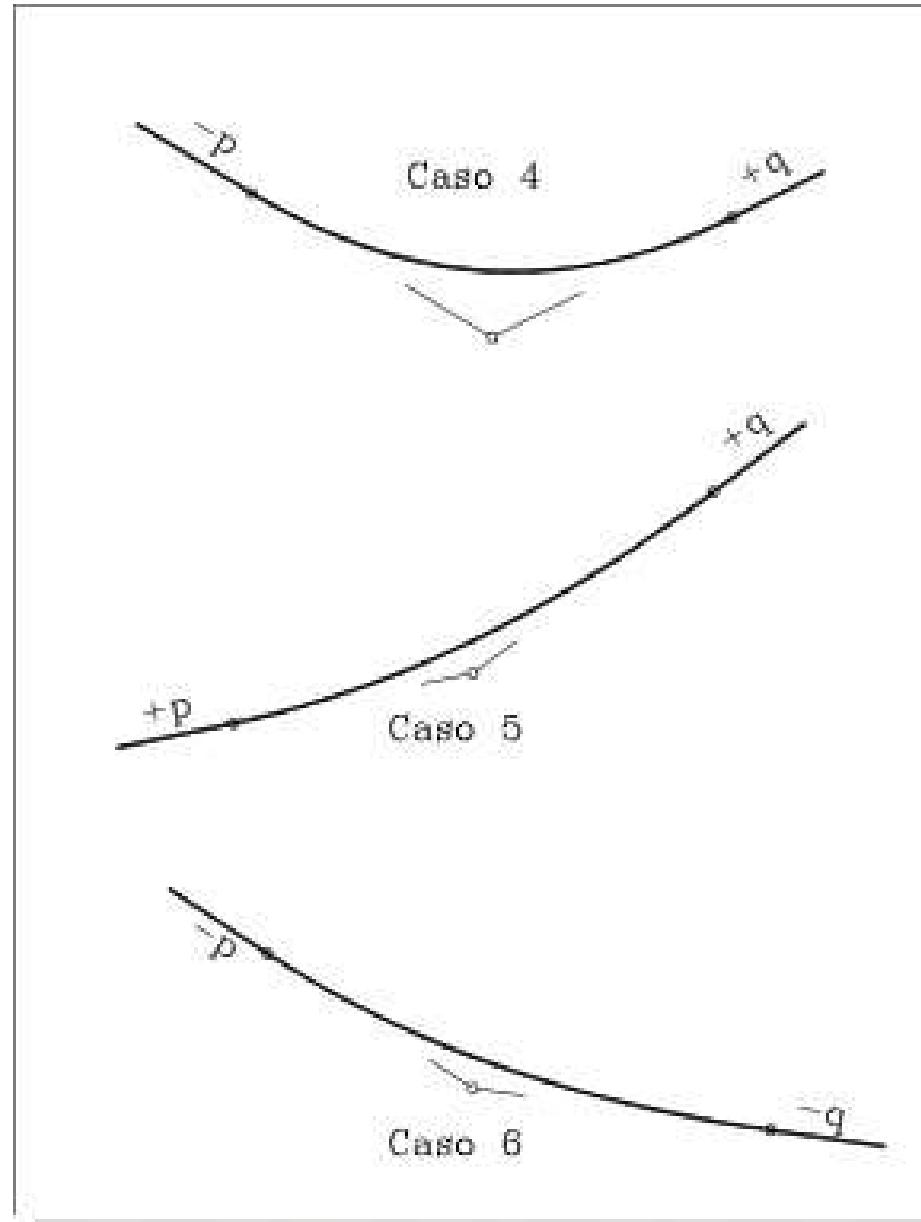
- SIMETRICAS
- ASIMETRICAS
- CONCAVAS
- CONVEXAS

CURVAS VERTICALES CONVEXAS



CURVA VERTICAL CONVEXA

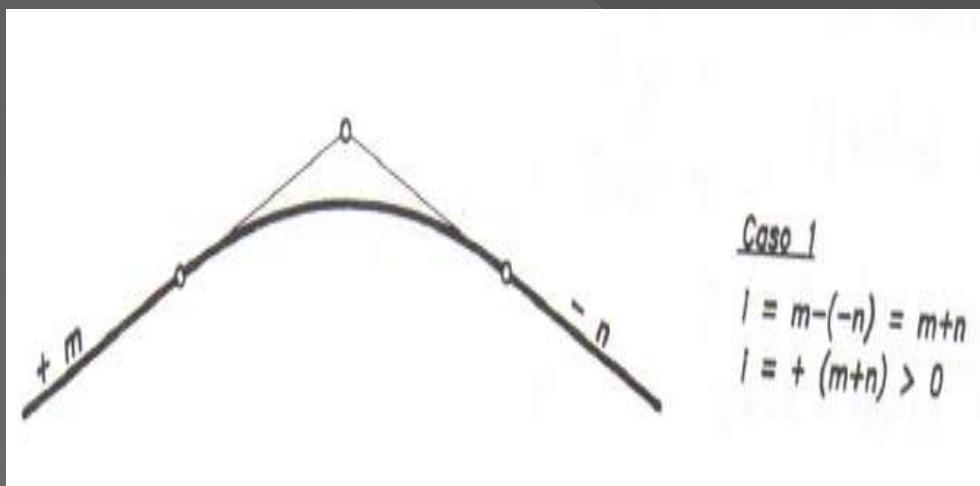
CURVAS VERTICALES CONCAVA



CURVA VERTICAL CÓNCAVA

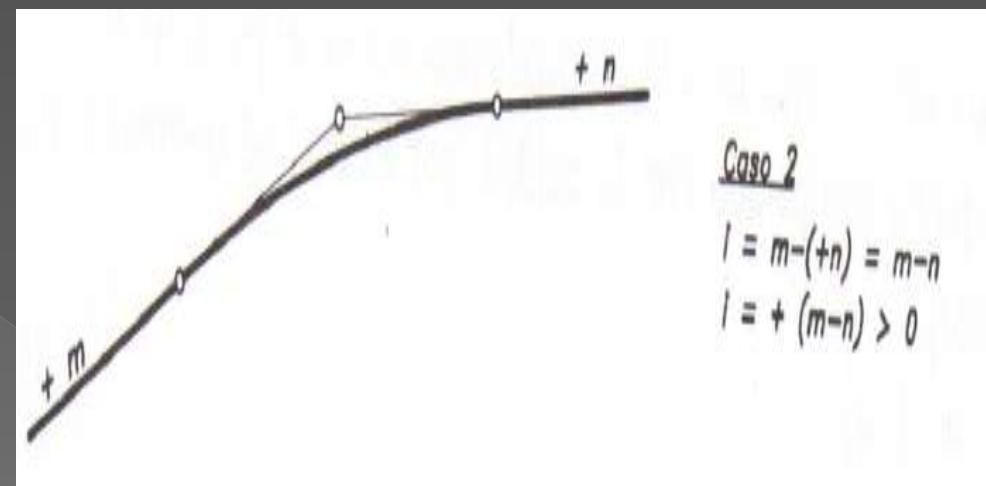
CURVAS VERTICALES SIMÉTRICAS

La diferencia algebráica entre las pendientes de entrada y de salida se denomina i



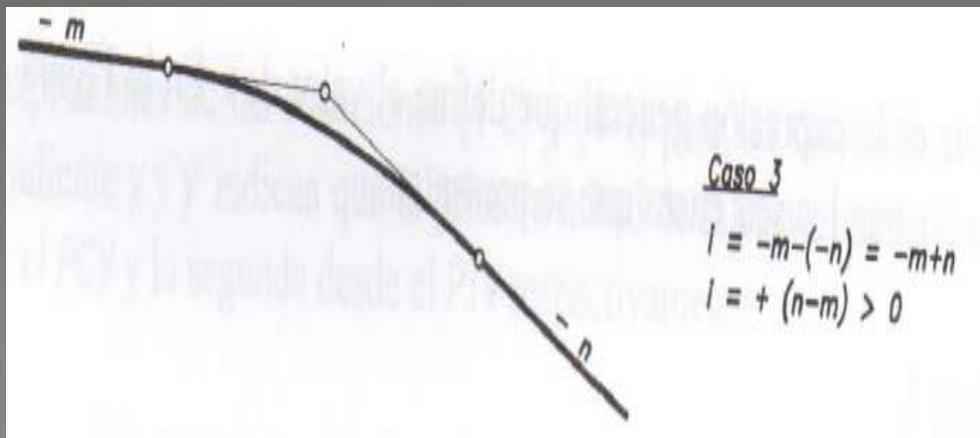
Caso 1

$$i = m - (-n) = m+n$$
$$i = + (m+n) > 0$$



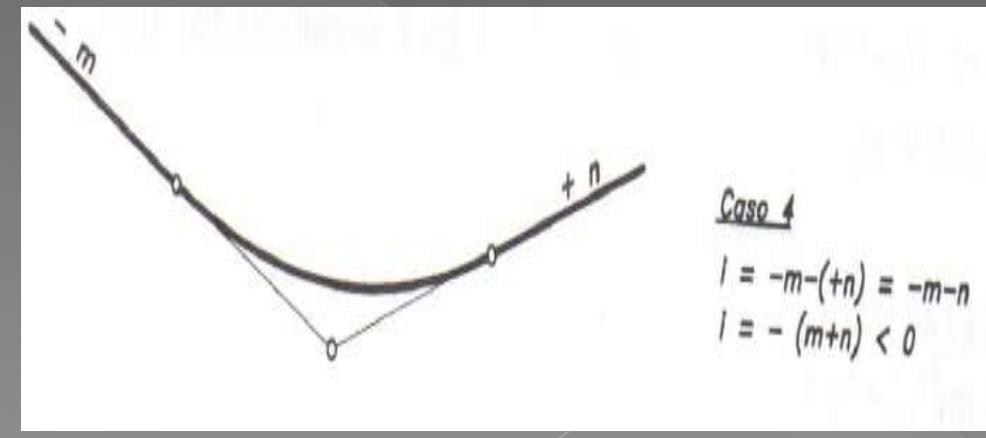
Caso 2

$$i = m - (+n) = m-n$$
$$i = + (m-n) > 0$$



Caso 3

$$i = -m - (-n) = -m+n$$
$$i = + (n-m) > 0$$



Caso 4

$$i = -m - (+n) = -m-n$$
$$i = - (m+n) < 0$$

CURVAS VERTICALES SIMÉTRICAS

La diferencia algebráica entre las pendientes de entrada y de salida se denomina i



Caso 5

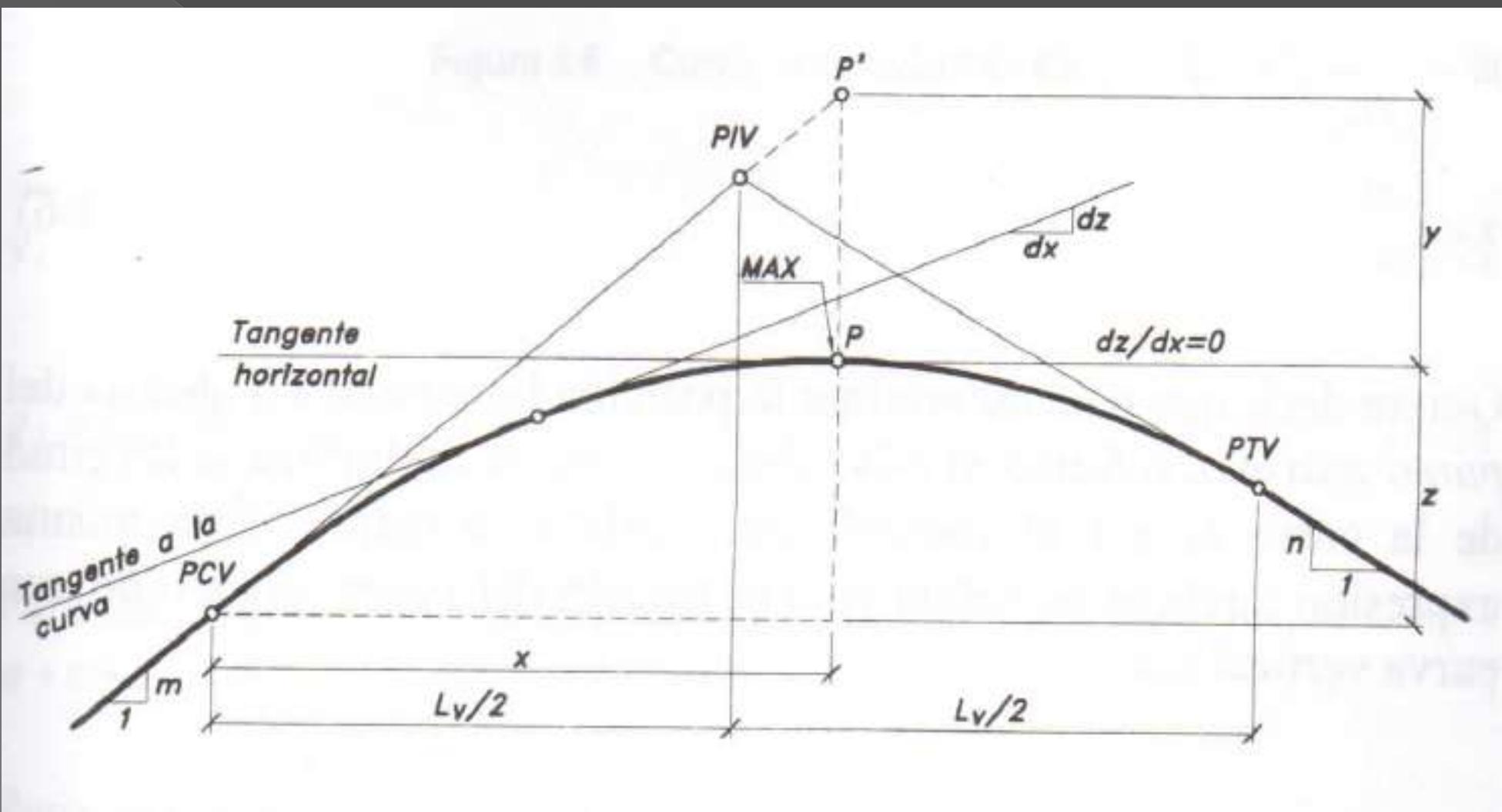
$$I = -m - (-n) = -m + n$$
$$I = - (m - n) < 0$$



Caso 6

$$I = m - (+n) = m - n$$
$$I = - (n - m) < 0$$

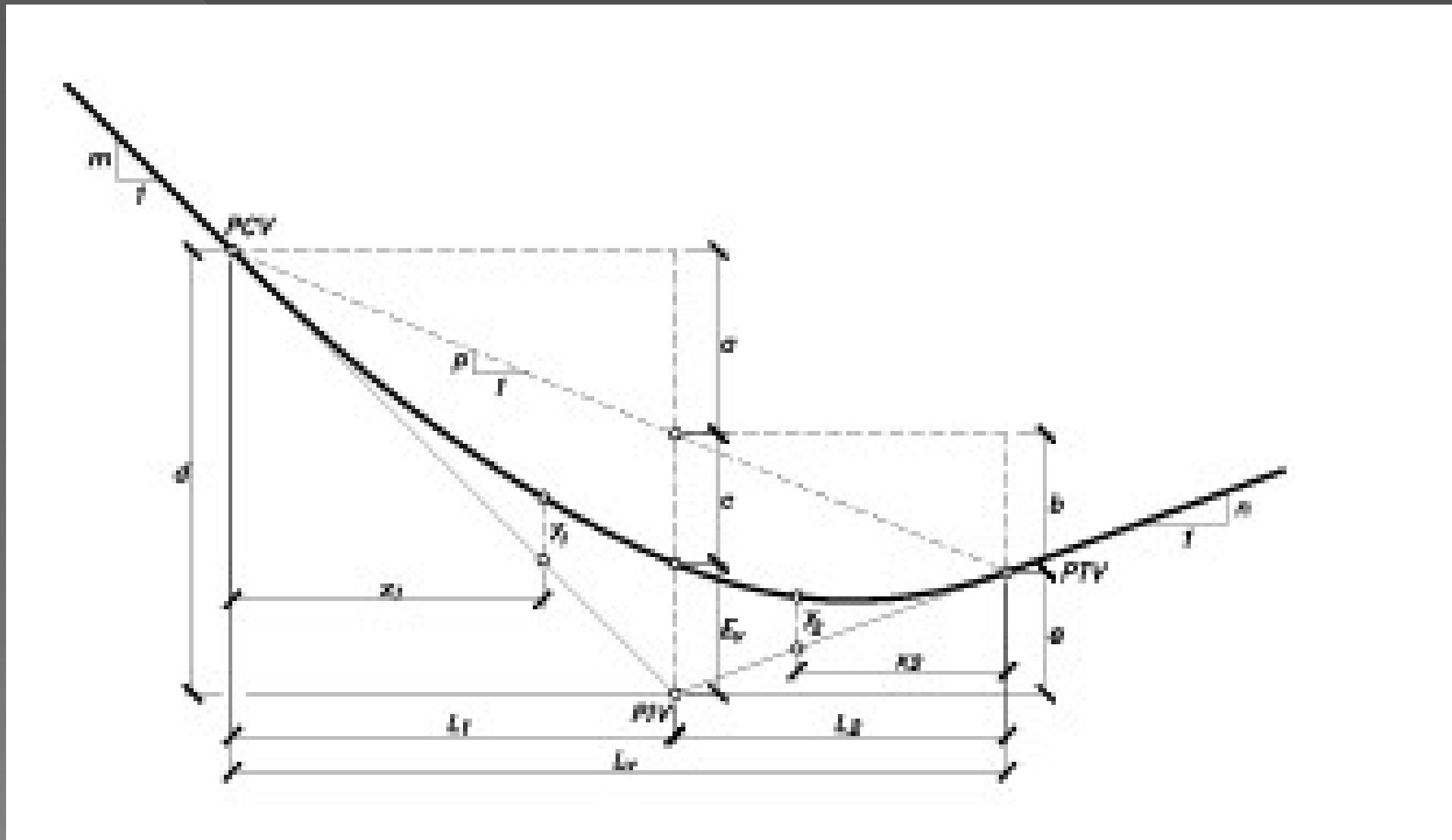
PUNTO MÁXIMO DE UNA CURVA VERTICAL SIMÉTRICA



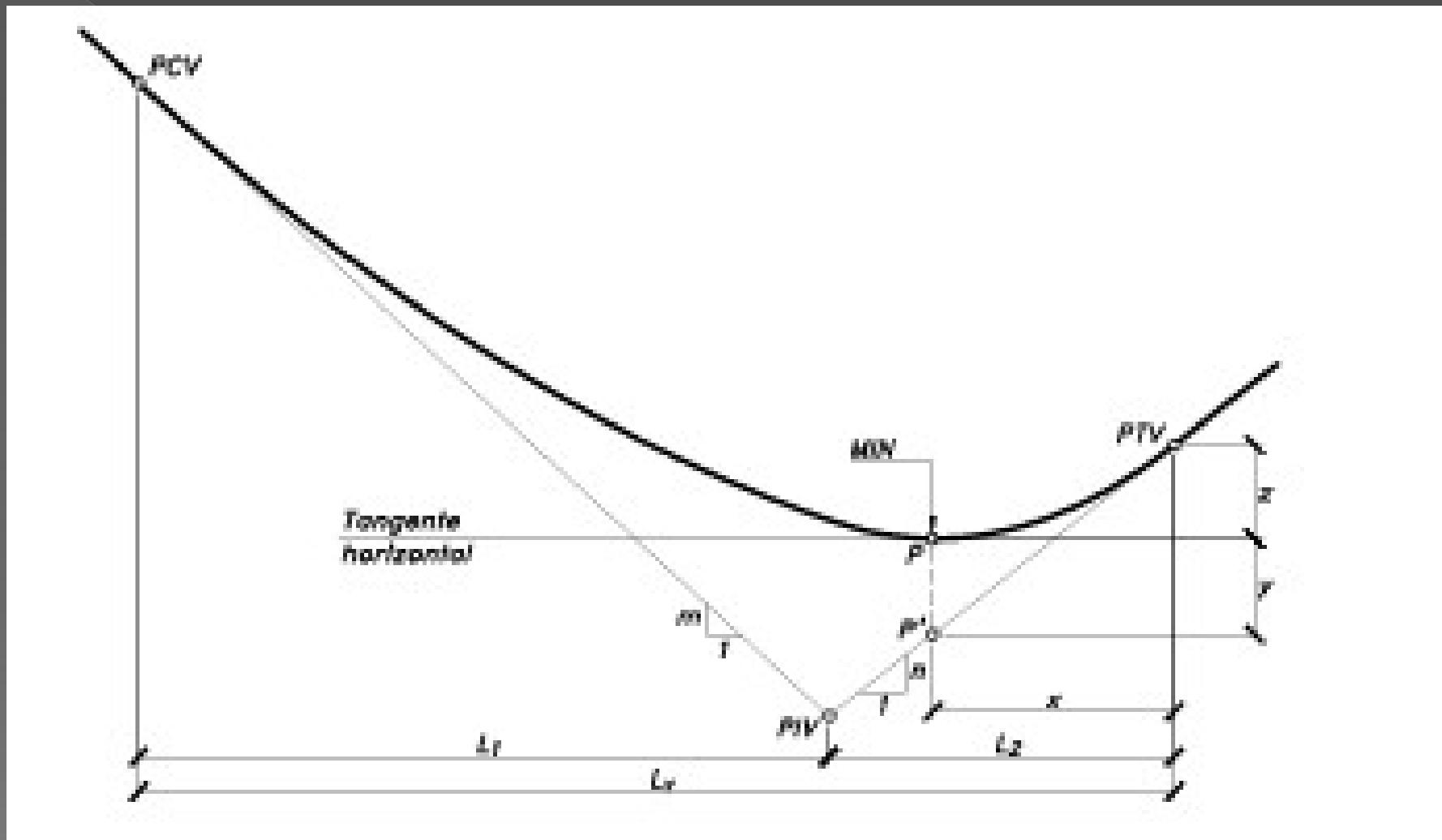
$$x = \left(\frac{m}{i} \right) L_v$$

$$\text{Cota } P = \text{Cota } PCV + mx - \left(\frac{i}{2L_v} \right) x^2$$

CURVAS VERTICALES ASIMÉTRICAS



CURVAS VERTICALES ASIMÉTRICAS



$$x = \frac{nL_T^2}{2E_r}$$

$$\text{Cota } P = \text{Cota } PTV - n x + E_r \left(\frac{x}{L_T} \right)^2$$

CURVAS VERTICALES

Para el calculo de una curva vertical simétrica se dispone de la siguiente información:

Abscisa del PIV : K2 + 640

Cota PIV : 500m

Pendiente tangente de entrada : +8%

Pendiente tangente de salida : -3%

Longitud de la curva vertical : 120 m

Calcular la curva vertical en abscisas de 10 m

CURVAS VERTICALES

1. Abscisa del PCV : Abs PIV – Lv/2 =
 $K_2 + 640 - 60 = K_2 + 580$

● Abscisa del PTV : $K_2 + 700$

2. Cota del PCV : Cota PIV – m(Lv/2) =
 $500 - 0.08 \times 60 = 495.200\text{m}$

● Cota del PTV : 498.200m

CURVAS VERTICALES

3. Cotas puntos intermedios.

Cotas en la tangente en puntos intermedios:

Estas cotas se calculan a partir de la cota del *PIV*, así:

$$\text{Cota de 1} = \text{Cota PIV}-m(50) = 500-0.08(50) = 496.000m$$

$$\text{Cota de 2} = \text{Cota PIV}-m(40) = 500-0.08(40) = 496.800m$$

$$\text{Cota de 3} = \text{Cota PIV}-m(30) = 500-0.08(30) = 497.600m$$

CURVAS VERTICALES

$$\text{Cota de 4} = \text{Cota PIV-m}(20) = 500 - 0.08(20) = 498.400m$$

$$\text{Cota de 5} = \text{Cota PIV-m}(10) = 500 - 0.08(10) = 499.200m$$

$$\text{Cota de 6} = \text{Cota PIV-n}(10) = 500 - 0.03(10) = 499.700m$$

$$\text{Cota de 7} = \text{Cota PIV-n}(20) = 500 - 0.03(20) = 499.400m$$

$$\text{Cota de 8} = \text{Cota PIV-n}(30) = 500 - 0.03(30) = 499.100m$$

$$\text{Cota de 9} = \text{Cota PIV-n}(40) = 500 - 0.03(40) = 498.800m$$

$$\text{Cota de 10} = \text{Cota PIV-n}(50) = 500 - 0.03(50) = 498.500m$$

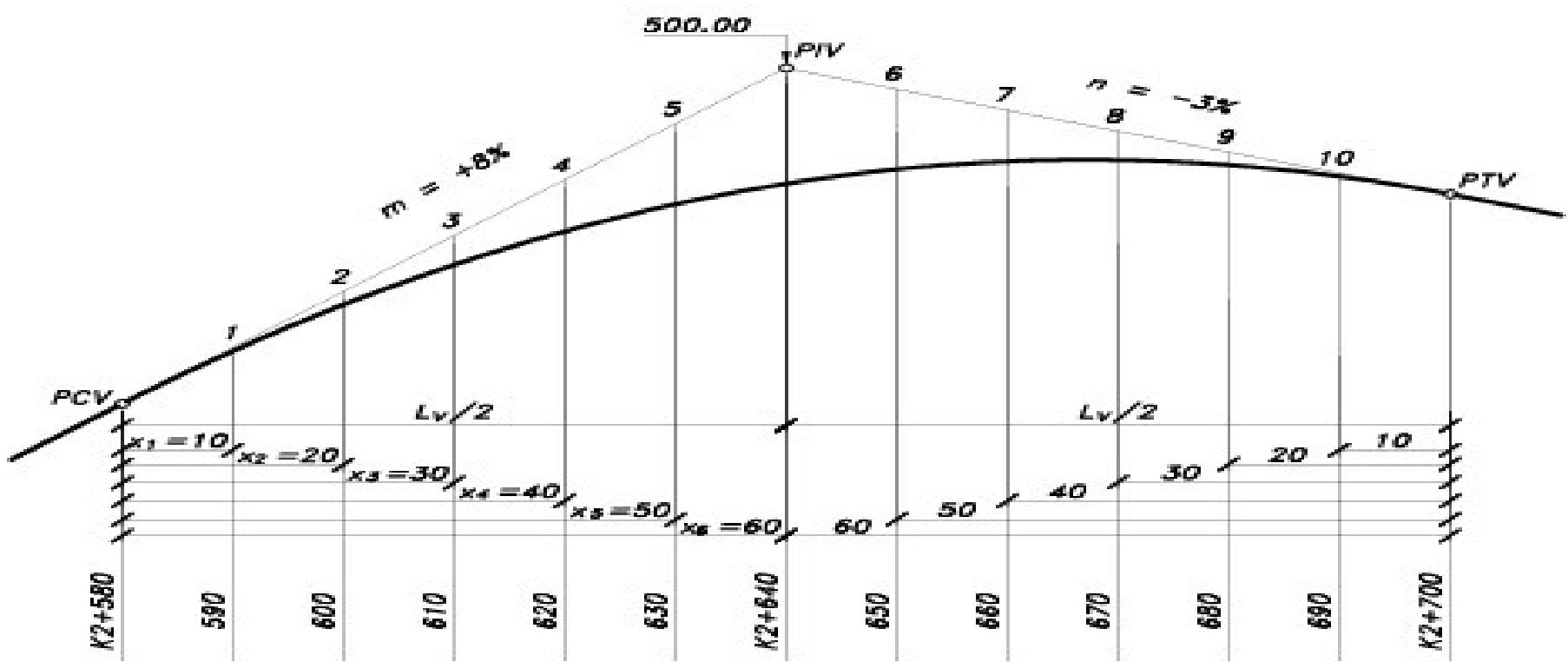


Figura 4.9 Curva vertical convexa simétrica

CURVAS VERTICALES

4. Correcciones de pendiente en puntos intermedios.

$$i = m - n = 8\% - (-3\%) = 11\%$$

$$y = \left(\frac{i}{2L_v} \right) x^2 = \frac{0.11}{2(120)} x^2 = [4.58333(10)^{-4}] x^2$$

Punto 1: K2+590, $x_1 = 10m$, $y_1 = [4.58333(10)^{-4}](10)^2 = 0.046m$

Punto 2: K2+600, $x_2 = 20m$, $y_2 = [4.58333(10)^{-4}](20)^2 = 0.183m$

Punto 3: K2+610, $x_3 = 30m$, $y_3 = [4.58333(10)^{-4}](30)^2 = 0.412m$

Punto 4: K2+620, $x_4 = 40m$, $y_4 = [4.58333(10)^{-4}](40)^2 = 0.733m$

Punto 5: K2+630, $x_5 = 50m$, $y_5 = [4.58333(10)^{-4}](50)^2 = 1.146m$

PIV : K2+640, $x_6 = 60m$, $y_6 = [4.58333(10)^{-4}](60)^2 = 1.650m$

$$E_v = \frac{L_v i}{8} = \frac{120(0.11)}{8} = 1.650m$$

CURVAS VERTICALES

6. Cartera de diseño de rasante curva vertical convexa

PUNTOS	ABSCISAS	PENDIENTES	COTAS EN LA TANGENTE	CORRECCIÓN DE PENDIENTE	COTAS ROJAS
PCV	K2+580	○	495.200	0.000	495.200
1	590		496.000	-0.046	495.954
2	600		496.800	-0.183	496.617
3	610	+8%	497.600	-0.412	497.188
4	620		498.400	-0.733	497.667
5	630		499.200	-1.146	498.054
PIV	K2+640	○	500.000	-1.650	498.350
6	650		499.700	-1.146	498.554
7	660		499.400	-0.733	498.667
8	670	-3%	499.100	-0.412	498.688
9	680		498.800	-0.183	498.617
10	690		498.500	-0.046	498.454
PTV	K2+700	○	498.200	0.000	498.200