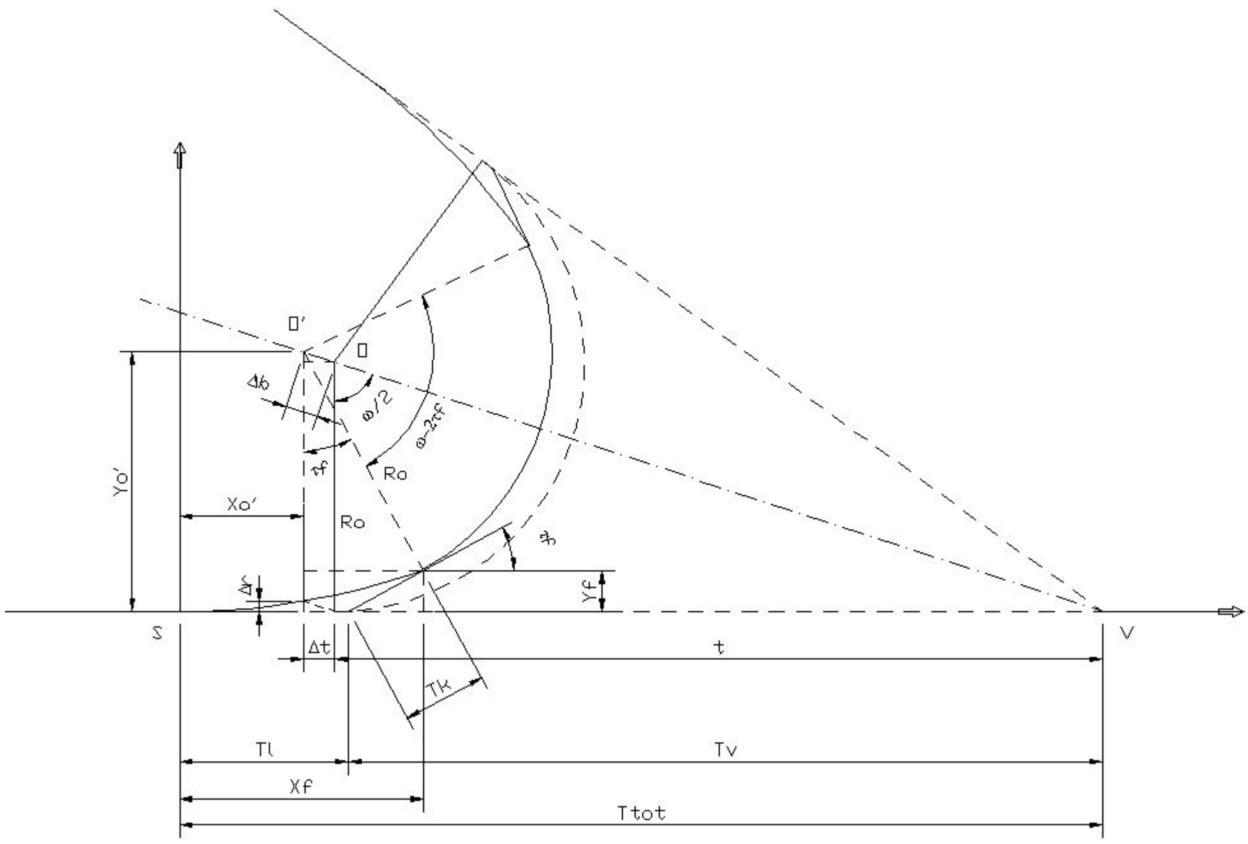
GEOMETRIA DELLE CURVE A RAGGIO VARIABILE (CLOTOIDI)

Tra rettifili e curve circolari la normativa vigente (D.M. 5/11/2001) prescrive l'interposizione di una curva a raggio variabile chiamata clotoide e definita dalla seguente equazione:

$$r * s = A^2$$



TRACCIAMENTO DELLA CLOTOIDE

Si fissa il raggio finale della curva circolare R_0 in relazione all'orografia dei luoghi e si calcola la tangente in funzione dell'angolo al centro.

$$t = R * tg \frac{\omega}{2}$$

Si determina la velocità corrispondente al suddetto raggio in funzione di quanto prescritto dalla normativa (vedi tabella di relazione tra velocità e raggi nelle curve circolari)

$$R = \frac{v^2}{127 * (f_t + q_{max})}$$

con q_{max} = 0.07

e per f_t

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. $f_{t\ max}$ per strade tipo A, B, C, F extra urbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. $f_{t\ max}$ per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

In funzione della velocità si fissa il valore minimo del parametro della clotoide nel rispetto dei tre criteri fissati dalla normativa vigente:

1° criterio (dinamico o di limitazione del contraccolpo)

$$\boldsymbol{A \geq 0{,}021 \times V^2}$$

2° criterio (costruttivo o della sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i \left(q_i + q_f\right)}$$ con

Bi = larghezza corsia

$\Delta i_{\max} = 18 * \frac{Bi}{v}$

3° criterio (estetico o ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo deve essere verificata la relazione

A ≥ R/3

Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:

A ≤ R

METODO A RAGGIO CONSERVATO

Fissato il parametro A, si possono calcolare le seguenti grandezze utilizzando anche gli sviluppi in serie:

Scostamento tra rettifilo e cerchio primitivo (arretramento centro di curvatura)

$$\Delta R \cong \frac{A^4}{24Ro^3}\left(1 - \frac{A^4}{112Ro^4}\right)$$

Arretramento lungo la bisettrice

$$\Delta b = \frac{\Delta R}{\cos \frac{\omega}{2}}$$

Arretramento lungo la tangente

$$\Delta t = \Delta b * sen \frac{\omega}{2}$$

Angolo di deviazione finale

$$\tau_f = \frac{A^2}{2 * R_0^2}$$

Ascissa del punto finale del raccordo

$$X_f = A\sqrt{2\tau_f}\,(1 - \frac{\tau_f^{\ 2}}{10} + \frac{\tau_f^{\ 4}}{216} - ......)$$

Ordinata del punto finale del raccordo

$$Y_f = A\sqrt{2\tau_f}\,(\frac{\tau_f}{3} - \frac{\tau_f^{\ 3}}{42} + \frac{\tau_f^{\ 5}}{1320} - ......)$$

Ascissa del centro della nuova curva circolare

$$Xo' = Xf - Ro * sen\,\tau_f$$

Ordinata del centro della nuova curva circolare

$$Yo' = Yf + Ro * \cos\tau_f$$

Angolo al centro nuova curva circolare

$$\omega' = \omega - 2\tau_f$$

Tangente lunga

$$Tl = Xf - \frac{Yf}{tg\,\tau_f}$$

Tangente corta

$$Tk = \frac{Yf}{sen\,\tau_f}$$

Tangente totale

$$T_{tot} = Xo' + \Delta t + t$$

Tangente vertice

$$Tv = T_{tot} - Tl$$

Sviluppo clotoide

$$s = \frac{A^2}{R}$$

TRACCIAMENTO TOPOGRAFICO

Per il tracciamento topografico si divide lo sviluppo in un numero di parti uguali calcolando l'intervallo costante

$$\Delta s = \frac{s}{n}$$

Successivamente si determina il raggio corrispondente

$R = \dfrac{A^2}{\Delta s * i}$ con i variabile da 1 a n

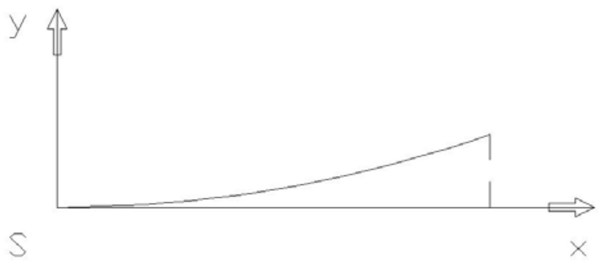
In funzione di R si determina l'angolo di deviazione

$$\tau = \frac{A^2}{2 * R^2}$$

E quindi x ed y con lo sviluppo in serie

$$X = A\sqrt{2\tau}\left(1 - \frac{\tau^2}{10} + \frac{\tau^4}{216} - ......\right) \qquad Y = A\sqrt{2\tau}\left(\frac{\tau}{3} - \frac{\tau^3}{42} + \frac{\tau^5}{1320} - ......\right)$$

Infine si traccia il raccordo per coordinate cartesiane:



Rappresentazione finale