FORMULARIO (solo formule più utili)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

⊛ CURVE CIRCOLARI

- **R_{MIN}**

$$R_{MIN1} = \frac{v_{PMIN}^2}{g(q_{MAX} + f_T(v_{PMIN}))}$$

$$R_{MIN2} = \frac{v_{PMIN}^2}{g(q_{MAX} + \frac{S_i}{n_G})}$$

$$R_{MIN3} = \frac{l_0}{\sin(2\phi)}$$

$$R_{MIN4} = R' + \frac{c}{2}$$

- **Abaco delle curve**

$$R_{MIN} = R_{MIN1} = \frac{v_{PMIN}^2}{g(q_{MAX} + f_T(v_{PMIN}))}$$

$$R^* = \frac{v_{PMAX}^2}{g(q_{MAX} + f_T(v_{PMAX}))}$$

$$R_{2,5} = \frac{z_{R2,5}}{z_{R^*}} \cdot \frac{q_{MAX}}{q_{MIN}} \cdot R^*$$

q_{MAX} e $v = \sqrt{R \cdot g(q_{MAX} + f_T(v))}$

$\ln q = -0{,}64 \ln R + b$ e $v = v_{PMAX}$

⊛ CURVE DI TRANSIZIONE - CLOTOIDI

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

- **Parametri**

$$L = \frac{A^2}{R}$$ lunghezza

$$\tau = \frac{A^2}{2R^2} = \frac{L}{2R}$$ angolo di deviazione

$$\begin{cases} x = A\sqrt{2\tau}\left(1 - \frac{\tau^2}{10}\right) \\ y = A\sqrt{2\tau}\left(\frac{\tau}{3} - \frac{\tau^3}{42}\right) \end{cases}$$ coordinate di un punto generico

$$\begin{cases} x_P \simeq L \\ y_P \simeq \frac{L^2}{6R} \end{cases}$$ coordinate del punto di tangenza tra clotoide e curva

$$\begin{cases} x_N \simeq \frac{L}{2} = \frac{A^2}{2R} \\ y_N \simeq R + \Delta R = R + \frac{A^4}{24R^3} \end{cases}$$ coordinate del centro della curva circolare

$$\Delta R \simeq \frac{A^4}{24R^3}$$ scostamento

$$A = \sqrt[4]{24 R^3 \cdot \Delta R \left(1 + \frac{3}{14}\frac{\Delta R}{R}\right)^{-1}}$$ fattore di scala per una clotoide retta-curva

$$\varepsilon = \arctg \frac{x_{N2} \pm x_{N1}}{y_{N1} \pm y_{N2}}$$

⊕ per la clotoide di flesso
⊖ per la clotoide di continuità

- Verifiche per le clotoidi

$$A_{MIN1} = \sqrt{\frac{v^3}{C} - \frac{v \cdot R \cdot (q_f - q_i) \cdot g}{C}}$$ verifica del contraccolpo

  - $C = \frac{dq}{dt}$
  - $v \rightarrow v$ massima in clotoide
  - $R \rightarrow R$ minore tra gli elementi da raccordare
  - per clotoide rettifilo-curva: $(q_f - q_i) = q(R) + q_{min}$
  - per clotoide di flesso: calcolo A_{MIN1} su due rami e prendo il maggiore
  - per clotoide di continuità: $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2}$

$(q_f - q_i) = 0$ se $q_i = q_2 = q_{MAX}$

$$A_{MIN2} = \sqrt{\frac{B \cdot (q_f - q_i) \cdot 100}{\Delta_{iMAX} \cdot \left(\frac{1}{R_f} - \frac{1}{R_i}\right)}}$$ verifica della sovrapendenza longitudinale

  - $\Delta_{iMAX} = \frac{18 \cdot B}{V}$
  - $V \rightarrow V$ massima in clotoide

$A_{MIN3} \geq \frac{R}{3}$

$A_{MAX} < R$ criteri ottici

⊛ RACCORDI VERTICALI

- Parametri dei raccordi

$y = \frac{\Delta_i}{2L} \cdot x^2 + i_i \cdot x$ equazione del raccordo

$L = R_v \cdot \Delta_i$ lunghezza del raccordo

$X_V = -i_i \cdot R_v$ coordinata del vertice del raccordo

- Raccordo concavo, a sacca ($\Delta_i > 0$)

$D_a < L$

$$L = \frac{D_a^2 \cdot \Delta_i}{2(D_a \cdot \theta + h_f)}$$

$$R_v = \frac{D_a^2}{2(D_a \cdot \theta + h_f)}$$

$D_a > L$

$$L = 2\left(D_a - \frac{D_a \theta + h_f}{\Delta_i}\right)$$

$$R_v = \frac{2}{\Delta_i}\left(D_a - \frac{D_a \theta + h_f}{\Delta_i}\right)$$

con
- $\theta = 1^\circ = \frac{\pi}{180}$ rad
- $h_f = 0{,}5$ m
- $D_a = v_0 \cdot t_{PR} + \frac{v_0^2}{2g(f_e(v_0) \pm i_{tot})}$
- $t_{PR} = 2{,}8 - 0{,}01 \cdot V_0$

- Raccordo convesso doppio ($\Delta < 0$)

D < L

$$L = \frac{D^2 \cdot \Delta_i}{2(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

$$R_V = \frac{D^2}{2(h_1 + h_2 + \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

con $\begin{cases} h_1 = 1{,}1 \text{ m} \\ h_2 = 0{,}1 \text{ m} \end{cases}$ se $D = D_a$

$\begin{cases} h_1 = 1{,}1 \text{ m} \\ h_2 = 1{,}1 \text{ m} \end{cases}$ se $D = D_s$

$D_a = v_0 \cdot t_{PR} + \dfrac{v_0^2}{2g(\text{pendenza} \pm \text{limite})}$

$D_s = 20 \cdot v_0$

D > L

$$L = 2\left(D - \frac{h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta_i}\right)$$

$$R_V = \frac{2}{\Delta_i}\left(D - \frac{h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta_i}\right)$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

⊛ ALLARGAMENTI

$$E_T = n \cdot \frac{K}{R}$$ allargamento totale

- n = n° corsie (≤ 2)
- $K = 45$
- R = raggio carreggiata = raggio interno e raggio esterno — se unica carreggiata; se doppia carreggiata

- Per clotoidi di flesso e rettifilo-curva

$$E(S) = \frac{E_T}{3 \cdot L_c} \cdot S^2$$ 1° tratto parabolico ($0 \leq S \leq 15$ m)

$$E(S) = \frac{E_T}{L_c}(S - 7{,}5)$$ tratto lineare ($15 \leq S \leq L_a - 15$ m)

$$E(S) = E_T - \frac{E_T}{3 L_c}(L_a - S)^2$$ 2° tratto parabolico ($L_a + 15\text{m} \leq S \leq L_a$)

- Per clotoidi di continuità

$$E(S) = E_{T1} + \frac{E_{T2} + E_{T1}}{L_c} \cdot S$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

ESAMI SVOLTI DI INGEGNERIA STRADALE

2019

13|02

28|01

07|01

2018

10|09

19|07

25|06

04|06

14|02

29|01

08|01

2017

17|11

07|09

17|07

26|06

05|06

13|04

27|01

13|01

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

ESAME 27/01/17 ✓

Determinare il raggio nei punti 1, 2, 3 e in corrispondenza di $q=4\%$.

⊛ PUNTO 1

- la velocità è quella minima (v_{PMIN})
- la pendenza è quella massima (q_{MAX})
- il raggio è quello minimo (R_{MIN})

$$R_1 = R_{MIN} = R_{MIN,1} = \frac{v_{PMIN}^2}{g\left(q_{MAX} + f_T(v_{PMIN})\right)} = \frac{\left(\frac{50}{3,6}\frac{m}{s}\right)^2}{9,81\frac{m}{s^2}\left(0,005+0,205\right)} = \boxed{77,1\ m}$$ ✓

⊛ PUNTO 2

- la velocità è quella massima (v_{PMAX})
- la pendenza è sempre quella massima (q_{MAX})
- il raggio è R^*

$$R_2 = R^* = \frac{v_{PMAX}^2}{g\left(q_{MAX} + f_T(v_{PMAX})\right)} = \frac{\left(\frac{80}{3,6}\frac{m}{s}\right)^2}{9,81\frac{m}{s^2}\left(0,05+0,16\right)} = \boxed{238,7\ m}$$ ✓

⊛ PUNTO 3

- la pendenza è quella minima
- il raggio è $R_{2,5}$ (raggio minimo per questa pendenza)

$$R_3 = R_{2,5} = \frac{q_{MAX}}{q_{MIN}}\frac{Z_{R2,5}}{Z_{R^*}} \cdot R^* = \frac{0,05}{0,025} \cdot 1,475 \cdot 238,7 = \boxed{707,1\ m}$$ ✓

⊛ PUNTO CON $q=4\%$

- l'equazione della retta tra R^* e $R_{2,5}$ è: $\ln q = a \cdot \ln R + b = -0,64 \cdot \ln R + b$
- conoscendo la pendenza in R^*, trovo b:

$$\ln q_{MAX} = -0,64 \cdot \ln R^* + b$$

$$\hookrightarrow b = \ln(0,05) + 0,64 \cdot \ln(238,7) = 0,511$$

- trovo il raggio:

$$\ln R_4 = \frac{\ln(0,04) - 0,511}{(-0,64)} = 5,828$$

$$R_4 = e^{5,828} = \boxed{338,68\ m}$$ ✓

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745