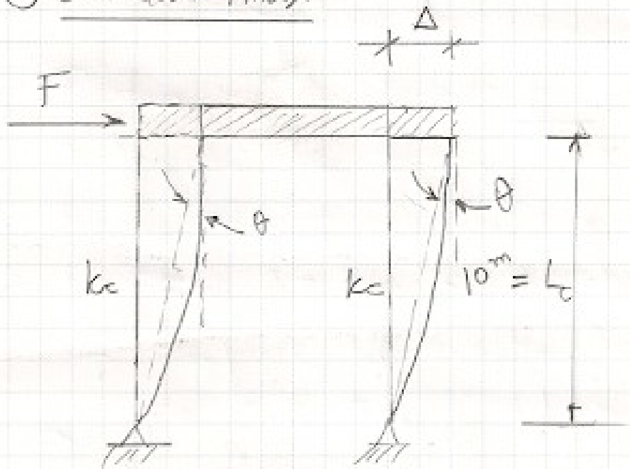
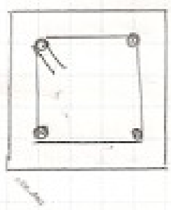
① calcular $F_{máx}$



Columnos de 0.3 m × 0,3 m

$f'_c = 280\ kg/cm^2$

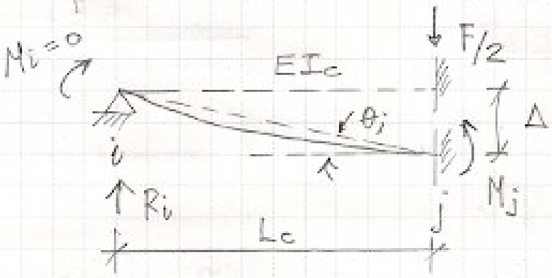
$F_y = 4200\ kg/cm^2$



d · 4φ16
estribos
1φ 8 mm
cada 0.1 – 0,2 – 0.1

Rigidez de Columnas:

Empotradas en el un extremo y articuladas en el otro



$$M_j = \frac{3EI_c}{L_c}\theta_j$$

Como $\theta_j = \frac{\Delta}{L_c}$

Luego $M_j = \left[\frac{3EI_c}{L_c^2}\right]\Delta$

Para satisfacer Equilibrio:

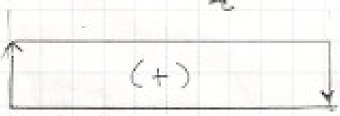
$$R_i = F/2 \ ; \quad M_j = \frac{F}{2}\cdot L_c$$

$$F = 2\left[\frac{3EI_c}{L_c^3}\right]\Delta$$

de donde la rigidez de una columna es: $K_c = \frac{3EI_c}{L_c^3}$, y

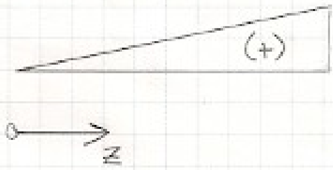
$$F = \frac{6EI_c}{L_c^3}\Delta$$

$V = F/2$



Cortante en Columna (constante)

$M = \frac{Fz}{2}$



$M_j = \frac{FL_c}{2}$ Momento Flector Columna

K (rigidez lateral pórtico) = 10,3 Ton/m

$$K = \frac{6EI_c}{L_c^3} = \frac{6 \times 254{,}000\ kg/cm^2 \times (30\ cm)^4/12}{(1000\ cm)^3} = 103\ \frac{kg}{cm}$$

Jaime F. Argudo Ph.D., P.E. (Tx)
Kennedy Norte Mz. #807 Solar #12, Condominio ESTORIL, Piso1, Apt 2, Guayaquil - Ecuador
Phone: (5934) 5108693 Email: Jaime.argudo@hotmail.com

Capacidad de Carga del Pórtico

Capacidad Por Cortante:

$V_n = V_c + V_s$ (omitimos factor de resistencia ϕ porque estamos interesados en capacidad nominal máx)

$V_c = 0.53\sqrt{f'c}\ bd$

$V_c = 0.53\sqrt{280}\,(30)(25) = 6650\ kgs = 6.65\ Ton$

Para la capacidad cortante proporcionada por el acero usamos $\phi 8$ @ 0.2 m (gobierna zona central con menor # estribos siendo $V(z)$ constante)

$V_s = \dfrac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$ $A_v = [0.5\ cm^2 \times 2] = 1\ cm^2$

$V_s = \dfrac{1\ cm^2 * 4200\ kg/cm^2 * 25\ cm}{20\ cm} = 5250\ kgs = 5.25\ Ton$

$V_n = V_c + V_s = 6.65 + 5.25 = 11.9\ Ton$

$F_{x\,máx} = 2V_n = 23.8\ Ton$ (Falla por corte)

Capacidad Por Flexión:

Se desprecia contribución de carga axial y se calcula como viga sin ϕ para hallar capacidad nominal máx

$M_n = A_s F_y (jd)$; asumimos $jd = 0.9d$

$M_n = A_s F_y (0.9d)$ brazo de palanca entre fuerzas resultantes a compresión (hormigón) y tensión (acero)

$A_s = 2(2\ cm^2) = 4\ cm^2$ ($2\phi 16$ mm en tensión)

$M_n = 4\ cm^2 \cdot 4200\ kg/cm^2 \cdot (0.9 \times 25\ cm)$

$M_n = 378000\ kg\text{-}cm = 3.78\ Ton\text{-}m$

Siendo $L_c = 10\ m$; $M_j = F \cdot L_c/2$

$F_{Flexión\ máx} = \dfrac{2 \cdot M_j}{L_c} = \dfrac{2 \times 3.78}{10}\ \dfrac{Ton\text{-}m}{m} = 0.76\ Ton$

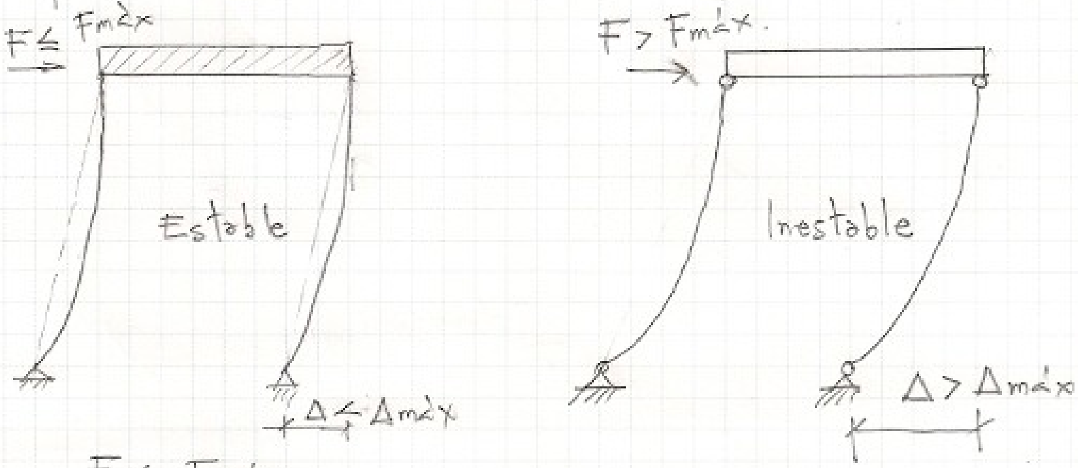
Capacidad de Carga del Pórtico

$F_{V\,máx}$ Cortante = 23.8 Ton

$F_{F\,máx}$ Flexión = 0.8 Ton (gobierna)

$\therefore$ $F_{máx}$ = 0.8 Ton ; y el modo de falla esperado es por flexión

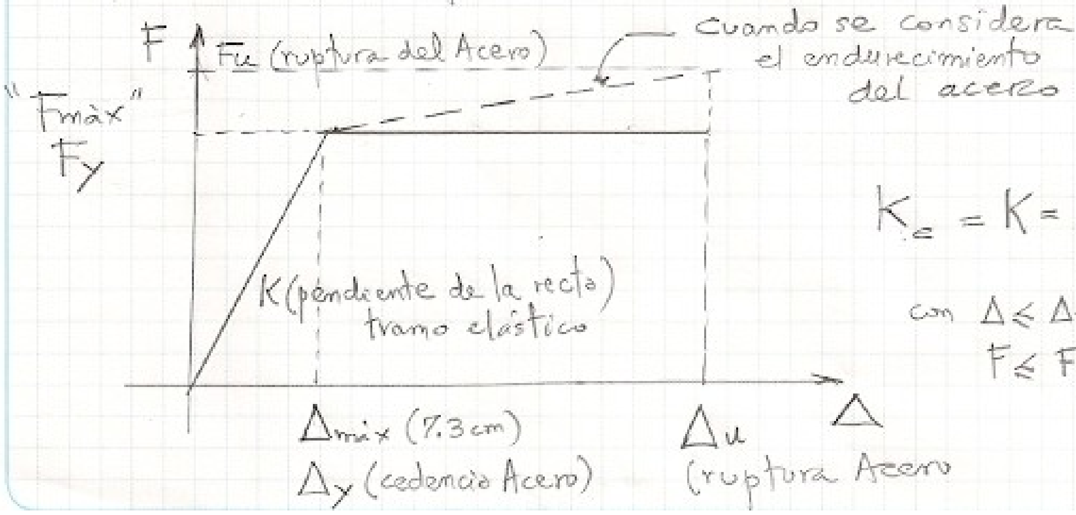
La Falla por flexión es una falla dúctil que forma mecanismo :



$F \leq F_{máx}$

$$\Delta_{máx} = \frac{F}{K} = \frac{0.8 \text{ Ton}}{10.3 \text{ Ton/m}} = 7.3 \text{ cm}$$

Gráfico Fuerza-Deformación del Pórtico:



$$K_e = K = \frac{F}{\Delta}$$

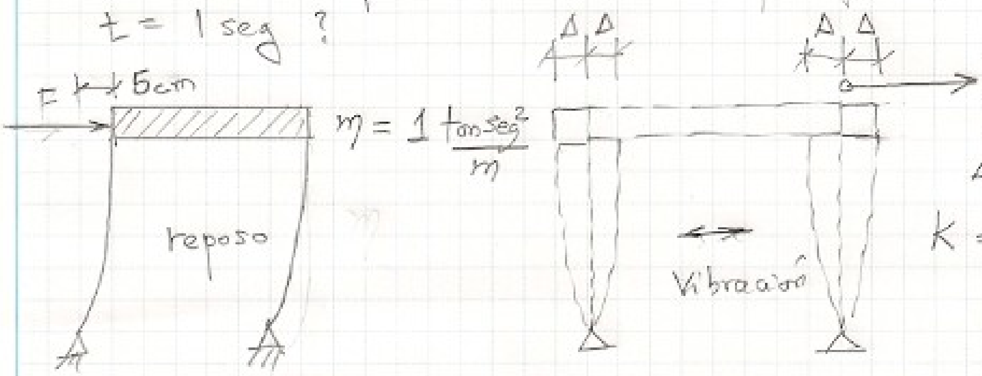
con $\Delta \leq \Delta_y$
$F \leq F_y$

Jaime F. Argudo Ph.D., P.E. (Tx)
Kennedy Norte Mz. #807 Solar #12, Condominio ESTORIL, Piso1, Apt 2, Guayaquil - Ecuador
Phone: (5934) 5108693 Email: Jaime.argudo@hotmail.com

② $x(1\ seg) = ?$

Pórtico es desplazado por una fuerza F una distancia de 5cm. (Usando la solución del tema anterior ahora sabemos que eso es posible porque $\Delta = 5cm < \Delta_y = 7.3\ cm$)

Y después se suelta la fuerza $F = 0.05(10.3)$
$F = 0.5$ Ton y el pórtico entra en vibración libre sin amortiguamiento a partir de $t=0$; queremos saber en que posición está en $t = 1$ seg ?



$m = 1 \frac{ton\ seg^2}{m}$

$\Delta = 5cm$
$\Delta = 0.05m$

$K = 10.3 \frac{Tn}{m}$

Condición Estática antes de $t=0$

Condición Dinámica $t \geq 0$

Condiciones de borde o iniciales $x(0) = 5cm = X_0$
$\dot{x}(0) = 0 = \dot{X}_0$

Ecuación Equilibrio Dinámico

$$m\ddot{x}(t) + Kx(t) = 0$$

haciendo $\ddot{x}(t) + w^2 x(t) = 0$; $w^2 = \frac{K}{m} = 10.3 \frac{rad}{seg^2}$

Se resuelve como $x(t) = A \sin wt + B \cos wt$

derivando $\dot{x}(t) = Aw \cos wt - Bw \sin wt$

Reemplazando condiciones de borde $B = X_0$; $A = 0$

$x(t) = x_0 \cos wt \Rightarrow x(t) = 0.05 \cos(\sqrt{10.3}\,t)$

$x(1) = 0.05 \cos(3.2) = -0.05$ (4.99 cm a la Izquierda)

Jaime F. Argudo Ph.D., P.E. (Tx)
Kennedy Norte Mz. #807 Solar #12, Condominio ESTORIL, Piso1, Apt 2, Guayaquil - Ecuador
Phone: (5934) 5108693 Email: Jaime.argudo@hotmail.com