LOSAS HELICOIDALES ARTICULADAS

Dr. Bernardo Villegas R.
Ingeniero Civil

Debido a la articulación en los apoyos superior e inferior, no existe momento alrededor del eje horizontal. Las fuerzas actúan como se muestra en la figura 1, que es una planta de la hélice. Se supone que los soportes son rígidos alrededor del eje vertical y que la reacción vertical en cada uno es la mitad de la carga total, (W).

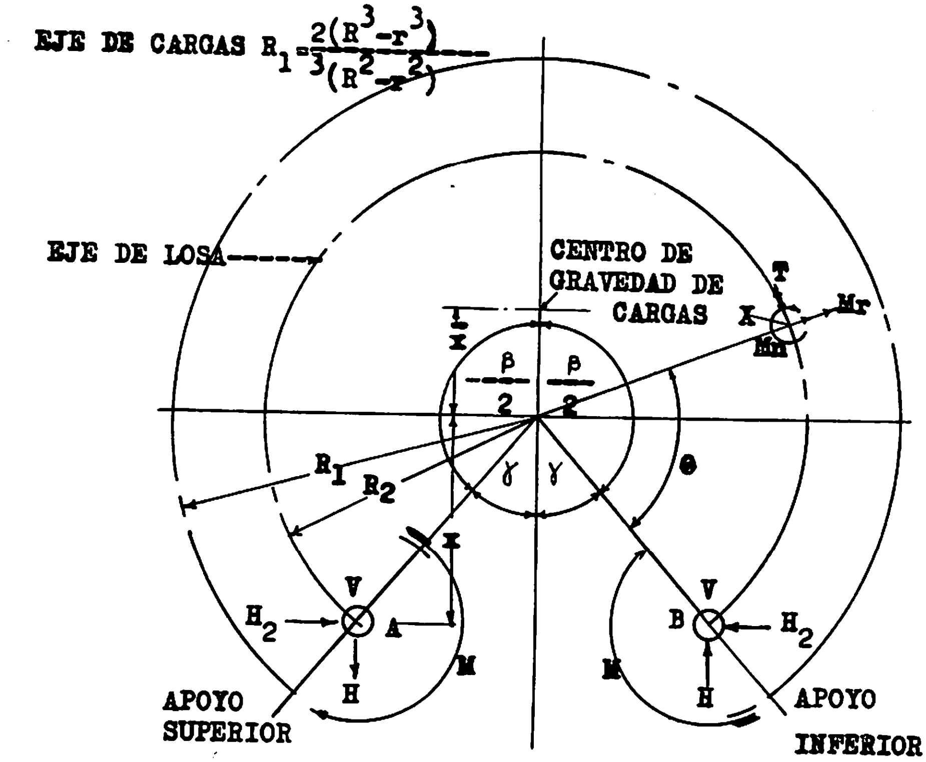

FIGURA 1.

La distancia $\bar{x}$ del centro de la hélice al centro de gravedad de las cargas está dada por $\bar{x} = \dfrac{2R_1}{\beta} \cdot \operatorname{sen}\left(\dfrac{\beta}{2}\right)$

El momento alrededor de un eje horizontal a través de A y paralelo al eje de simetría es $V\ (2 \cdot R_2 \cdot \operatorname{sen}\gamma) - H_2\, h = W\,(R_2 \cdot \operatorname{sen}\gamma)$ en donde h es la distancia vertical entre A y B. Como $V = \frac{W}{2}$, H_2 es cero.

Los momentos alrededor de un eje horizontal a través de B, normal a eje de simetría son $W\ (\bar{x} + x) = H . h \therefore$

$$H = \frac{w}{h} . R_1 \left[2 . R_1 . \text{Sen}\left(\frac{\beta}{2}\right) + R_2 . \beta . \text{Sen}\left(\frac{\beta}{2} - \frac{\pi}{2}\right)\right] \qquad (1)$$

Los momentos alrededor de un eje vertical por centro de la hélice son:

$$2M = 2(H . R_2 . \text{Sen}\ \gamma)$$

$$\therefore M = H . R_2 . \text{Sen}\ \gamma \qquad (2)$$

En cualquier punto de la hélice los siguientes momentos actúan:

a) Un momento T alrededor de la tangente a la hélice en ese punto;
b) Un momento M_r alrededor del radio a través del punto; y
c) Un momento M_n alrededor de un eje normal a la tangente y el radio en el punto.

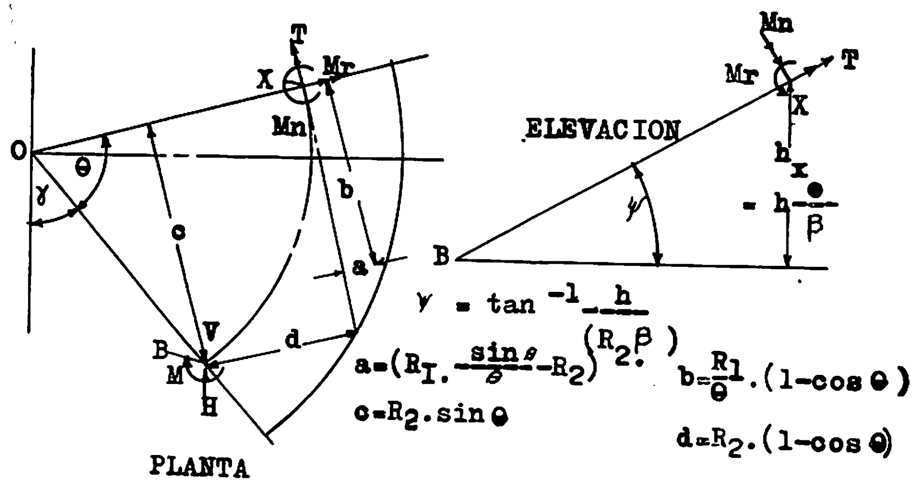

FIGURA 2.

La torsión en X, a una distancia $\left(\frac{R_2\ \theta}{\cos\ \phi}\right)$ del apoyo inferior (fig. 2), es:

$$T = [V . d . \cos\ \psi] - [M . \text{sen}\ \psi]$$

$$- \left[H \left\{ \text{sen}\left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2}\right)\right\}\left\{ h . \frac{\theta}{\beta}\right\} \cos\ \psi \right]$$

$$- \left[H \left\{ 2 \, . \, R_2 \, . \, \text{sen} \, \frac{\theta}{2} \, . \, \text{sen} \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} - \gamma \right) \right\} \text{sen} \, \psi \right]$$

$$+ \left[\{ \omega \, . \, R_1 \, . \, \theta \} \, a \, . \, \cos \, \psi \right]$$

$$= \left[\omega \, . \, R_1 \, . \, R_2 \, . \, \frac{\beta}{2} \, (1 - \cos \, \theta) \right.$$

$$- H \, . \, h \, . \, \frac{\theta}{\beta} \, . \, \text{sen} \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\left. + \, \omega \, . \, R_1 \, (R_1 \, . \, \text{sen} \, \theta - R_2 \, \theta) \right] \cos \, \psi$$

$$- \left[H \, . \, R_2 \, . \, \cos \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) \right] \text{sen} \, \psi \qquad (3)$$

El momento M_r en X es:

$$M_r = - V \, . \, c + H \cos \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) h \, . \, \frac{\theta}{\beta} + \omega \, . \, R_1 \, . \, \theta \, . \, b$$

$$= - \, \omega \, . \, R_1 \, . \, R_2 \, . \, \frac{\beta}{2} \, \text{sen} \, \theta$$

$$+ H \, . \, h \, . \, \frac{\theta}{\beta} \cos \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$+ \omega \, . \, R^2_1 \, (1 - \cos \, \theta) \qquad (4)$$

El momento M_n, en X es:

$$M_n = V \, . \, d \, . \, \text{sen} \, \psi + M \, . \, \cos \, \psi$$

$$- H \, . \, \text{sen} \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) h \, . \, \frac{\theta}{\beta} \, . \, \text{sen} \, \psi$$

$$+ H \, . \, 2R_2 \, . \, \text{sen} \, \frac{\theta}{2} \, \text{sen} \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} - \gamma \right) \cos \, \psi$$

$$+ \omega \, . \, R_1 \, . \, \theta \, . \, a \, . \, \text{sen} \, \psi$$

$$= \left[\omega \, . \, R_1 \, . \, R_2 \, . \, \frac{\beta}{2} \, (1 - \cos \, \theta) \right.$$

$$- H \, . \, h \, . \, \frac{\theta}{\beta} \, . \, \text{sen} \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) \cos \, \phi$$

$$\left. + \, \omega \, . \, R_1 \, (R_1 \, \text{sen} \, \theta - R_2 \, \theta \right] \text{sen} \, \psi$$

$$+ \text{ H . R}_2 \text{ . cos} \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) \cos \psi \qquad (5)$$

En el mismo punto X la losa está sometida a:

I) Fuerza de cizalladura radial horizontal:

$$\text{S . h} = \text{H . sen} \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) \qquad (6)$$

II) Cizalladura normal a la tangente:

$$\text{S}_n = \text{H . cos} \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) \text{sen } \phi$$

$$- (\text{V} - \omega \text{ . R}_1 \text{ . } \theta) \cos \psi \qquad (7)$$

III) Fuerza normal sobre un plano normal a la tangente:

$$\text{P}_n = \text{H . cos} \left(\theta + \gamma - \frac{\pi}{2} \right) \cos \phi$$

$$+ \text{ V} - \omega \text{ . R}_1 \text{ . } \theta - \text{sen } \psi \qquad (8)$$

En la figura 3 puede apreciarse las variaciones de M_n, M_r y T, para una escala con un ángulo al centro β = 300, ancho de la escala 1,50 mts. y radio interior 1,50 mts.

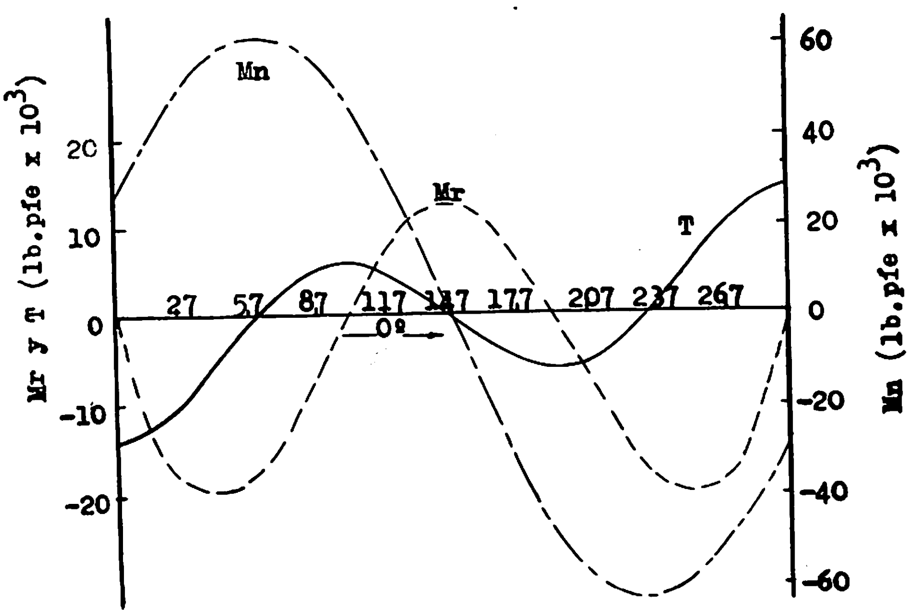

FIGURA 3.