

Ecuación fundamental de los Puentes Colgantes

NOTA.—H. D. Steinman representa con Leon S. Moisseis la más alta autoridad teórica y técnica en el desarrollo de la construcción moderna de puentes colgantes. Es autor de numerosas obras sobre la materia cuyo estudio especialmente "Suspension Bridges" y "Plain and Reinforced Concrete Arches" recomendamos a los lectores de este artículo. Como introducción presentamos copia de la carta que el distinguido autor Steinman ha enviado al Profesor De Greiff Bravo sobre el presente estudio.

Dear Ing. Bravo:

I am very glad to have your letter of October 27th and am pleased to note your interest in my textbook on Suspension Bridges. I also note with considerable interest your derivation of the basic formula for cable tension by use of the Castigliano theorem.

Please accept my sincerest greetings and all best wishes.

Faithfully yours,

D. B. STEINMAN

* * *

En su excelente tratado "Suspension Bridges" presenta H. D. Steinman la fórmula fundamental en que se basa el cálculo y diseño de este tipo de estructuras, sin deducirla. Creemos conveniente presentar aquí su análisis siguiendo el método de Castigliano, dada la gran importancia del tema.

Sea M el momento en un punto cualquiera de la estructura. En el cable y en las torres será cero; solamente tiene valor en la viga. Sea N el esfuerzo normal de tracción.

En la armadura insostática los momentos valen Ma y los esfuerzos normales valen Na . Estos son despreciables.

Aplicando el estado de carga $H=1$, se tienen los momentos m y los esfuerzos normales n . Así que los momentos y esfuerzos axiales verdaderos valen

$$(1) M = Ma + Hm$$

$$(2) N = Na + Hn.$$

Energía del sistema

$$U = \frac{1}{2} \int_0^1 \frac{M^2 dx}{EI} + \frac{1}{2} \int \frac{N^2 ds}{EA}$$

Desplazamiento según H ,

$$\frac{dU}{dH} = 0$$

o sea

$$0 = \int_0^1 M \frac{dM}{dH} \frac{dx}{EI} + \int N \frac{dN}{dH} \frac{ds}{EA}$$

como según las fórmulas (1) y (2)

$$\frac{dM}{dH} = m, \quad \frac{dN}{dH} = n$$

se tendrá:

$$\int_0^1 \frac{(Ma + Hm) m dx}{EI} + \int \frac{(Na + Hn) n ds}{EA} = 0$$

$$\int \frac{Ma m dx}{EI} + H \int \frac{m^2 dx}{EI} + \int \frac{Na n ds}{EA} + H \int \frac{n^2 ds}{EA} = 0$$

el tercer término es prácticamente nulo; por consiguiente

$$H = \frac{\int \frac{Ma m dx}{EI}}{\int \frac{m^2 dx}{EI} + \int \frac{n^2 ds}{EA}}$$

Ma = momentos flectores (en la viga o armadura de rigidez) para las cargas dadas, con $H = 0$

m = momentos flectores (en la viga o armadura de rigidez) para cargas nulas, con $H = 1$

n = esfuerzos axiales (en cable, torres y péndolas) con cargas cero, para $H = 1$.

I = momento de inercia (de la armadura o viga de rigidez)

A = áreas seccionales (del cable, torres y péndolas).

Ingo. LUIS DE GREIFF BRAVO

Profesor de la Facultad.