

momentos flectores en una sección cualquiera de las estructuras verticales; I_{h_0} , I_{h_1} , I_{h_2} ; I_{v_1} , I_{v_2} , I_{v_3} los respectivos momentos de inercia; l , la distancia de cualquier punto de las estructuras horizontales al apoyo

de la izquierda; y, distancia de cualquier punto de las estructuras verticales al punto más alto de cada sección en que dividen esos montantes las vigas horizontales, y E , el módulo de elasticidad, se tendrá:

$$T = \frac{1}{2E} \left(\int_0^{L_0} \frac{M_{h_0}^2}{I_{h_0}} dl + \int_0^{L_1} \frac{M_{h_1}^2}{I_{h_1}} dl + \int_0^{L_2} \frac{M_{h_2}^2}{I_{h_2}} dl + \int_0^{a_1} \frac{M_{v_1}^2}{I_{v_1}} dy + \int_0^{a_2} \frac{M_{v_2}^2}{I_{v_2}} dy + \int_0^{a_3} \frac{M_{v_3}^2}{I_{v_3}} dy \right)$$

representando los tres primeros términos el trabajo interno de las fuerzas que flexionan las estructuras horizontales 0, 1 y 2, suponiendo no trabaja la 3, por estar adosada al busco, al cual transmite su esfuerzo, y los tres últimos términos, el trabajo de las fuerzas que flexionan las armaduras verticales.

Los M_h y M_v pueden expresarse en función de X_0 , X_1 , X_2 , X_3 , y como X_2 , X_3 pueden ponerse en función de X_0 , X_1 , se establecerá la condición del trabajo mínimo igualando a cero las derivadas de T con relación a X_0 y X_1 , de modo que las otras dos ecuaciones que faltaban para determinar las cuatro incógnitas con las [1] y [2], serán

$$\frac{\partial T}{\partial X_0} = 0 \quad [3]$$

$$\frac{\partial T}{\partial X_1} = 0 \quad [4]$$

Por no hacer más pesado de lo que ya resulta el presente artículo, no se desarrollan, como Halmos lo hace en la Revista citada, esas expresiones de tra-

bajo y sus derivadas; aquél, hasta expuso los resultados de un ejemplo numérico; pero parece suficiente lo expuesto, ya que el propósito es solamente indicar la existencia de este procedimiento de cálculo muy racional, quizás menos laborioso que alguno de los propuestos, como los de igualar las flechas en cada uno de los nudos, y más satisfactorio para el ingeniero que el recurrir al elemental procedimiento de considerar cada pieza aisladamente y sometidas a unas hipótesis de cargas muy exageradas para tener un gran coeficiente de seguridad; pero a costa de emplear material en exceso, aun cuando no resulte tan inútil, por aconsejarse en esta clase de obras el dar un margen o exceso de espesor en el material empleado, por tratarse de elementos constantemente sometidos a la acción del agua del mar, alternativamente sumergidos y en seco, y en los cuales es precisa una conservación grande y asidua y que en ocasiones no puede hacerse con la constancia y oportunidad requeridas.

Ramón HERNANDEZ MATEOS
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

“Mecánica Elástica”, por A. Peña Boeuf

Acaba de publicarse una notable obra de Mecánica Elástica escrita por el reputado ingeniero de Caminos, profesor de la Escuela Especial del Cuerpo, D. Alfonso Peña Boeuf, que seguramente será leída con avidez por cuantos desean estar al corriente de las teorías más modernas de la ciencia del constructor.

Constituye esta obra un tratado de las aplicaciones de los métodos más recientes y perfectos al arte de construir, derivados de la elasticidad.

El autor, que domina la materia, comprende las dificultades que ofrece la asimilación rápida de estas teorías, y con el fin de hacer fácilmente asequible su aplicación en el cálculo de estructuras indeterminadas estáticamente, ha dado a la exposición de esta obra un carácter elemental, sin dejar por eso de abarcar con gran maestría y originalidad multitud de teorías complejas condensadas en lo más sustancial.

En las obras que ha de manejar el hombre de acción, lo interesante es concretar los resultados a que se llega por transformaciones complicadas de cálculo, evitando que en los desarrollos se pierda el interés del problema físico, objeto fundamental de la cuestión. Y esa es la ventaja que se encuentra en esta obra, esencialmente concreta, en la que más que el rigor matemático se busca la rapidez, siempre dentro de la corrección de cálculo de toda obra doctrinal.

Aun en aquellas teorías como la de las placas planas, en que por su dificultad de expresión analítica se requiere el planteamiento de expresiones complicadas, se hace una síntesis todo lo breve que consiente su racional estudio, y considerando la relativa influencia de sus términos, se prescinde de los que afectan poco al

resultado, para llegar a fórmulas de bastante sencillez.

A continuación copiamos los párrafos del prólogo en que el autor hace una somera descripción de cada uno de los capítulos y de los problemas en ellos tratados:

“En ocho capítulos se divide este libro, todos ellos muy breves, constituyendo, los que le siguen, aplicaciones del primero, en que se exponen las teorías fundamentales.”

“Empezamos por exponer, siempre de un modo elemental, la teoría de la Elasticidad, extractando lo sustancial de ella y derivando, por simplificaciones sucesivas, las fórmulas aplicables a las piezas prismáticas, cuyo cálculo queda así reducido a la determinación de las reacciones. A este fin, se incluyen los teoremas de Castigliano, Maxwell y el método abreviado, resultado de prescindir del trabajo normal, que con facilidad resuelven la indeterminación estática en la mayor parte de los casos.”

“El segundo capítulo se ocupa de los arcos, empezando por definir la directriz como antifunicular de las cargas y estudiando en general el cálculo elástico con fórmulas explícitas para los circulares y parabólicos y con trazado gráfico que interprete las ecuaciones para una directriz cualquiera.”

“Los pórticos ocupan el tercer capítulo, en el que gradualmente se van presentando los pórticos rectos, los de cabeza curva y el problema general, terminando por resolver, de un modo sencillísimo, el pórtico curvo con tirante.”

“El estudio de los tubos se desarrolla en el siguiente capítulo, dividiendo en tres partes los géneros de sollicitación: régimen de tracción o compresión exclusiva, fle-

sión transversal y flexión longitudinal, variable de una sección a otra, por la perturbación debida a tabiques transversales o fondos."

"Quizá sea el más fecundo de los capítulos el dedicado a estructuras múltiples. Partiendo de la teoría de Ritter, hacemos una original aplicación al cálculo de las vigas de varios tramos y de los pórticos múltiples, con operaciones tan sencillas que sólo requieren resolver dos ecuaciones lineales, por grande que sea la complejidad de cargas, y para la mejor comprensión se presenta en cada uno un ejemplo numérico. La doctrina contenida en este capítulo se prestaba a desarrollar en muchas páginas sus innumerables aplicaciones; pero una vez entendido el mecanismo no es preciso insistir en demasía, ya que en él se indica con suficiente claridad el modo de operar en las estructuras reticuladas y en otras similares. Incluimos también los sistemas Vierendeel por afinidad con las otras formas, aunque el método de su autor sea distinto."

"Las cúpulas ocupan el sexto capítulo, haciendo su estudio del modo más sencillo, es decir, prescindiendo de las flexiones, por ser secundarias comparadas con el régimen de tensiones superficiales, deduciendo unas fórmulas generales, que tienen su comprobación en las ya conocidas para presión normal que se aplican en los fondos de depósitos para líquidos, de las que pueden considerarse como caso particular."

"No podíamos eludir la exposición de la teoría de las placas planas, muy interesante desde antiguo en la Elasticidad, pero poco extendida, porque realmente presenta mucha dificultad. Inspirándonos principal-

mente en los admirables estudios de Navier y Clebsch, hemos hecho un extracto referente a las placas circulares y rectangulares, simplificando las complicadas expresiones, para llegar a resultados de suficiente aproximación y fáciles de manejar."

"Por último, el octavo capítulo trata de las presas. Divididas éstas en tres tipos, los más corrientes: presas de gravedad; presas de hormigón armado o similares, compuestas de contrafuertes y bóvedas, y presas bóvedas, propiamente tales, se indica para las primeras lo característico de sus elementos y el método de cálculo derivado de la teoría de la Elasticidad, empleado primero por Lévy, que de un modo análogo se utiliza en América y en que modernamente el desarrollo de las expresiones se hace rápidamente siguiendo los cálculos de Pigeaud. Para las presas de contrafuertes, del tipo de las de hormigón armado, existe todavía escasa documentación, por lo que hemos preferido exponer el método que creemos debe seguirse para el cálculo de los contrafuertes, de la parte del fondo y de la pantalla o bóveda, de forma que cumpla el mínimo de trabajo, determinando la directriz, no obstante, de un modo rápido y fácil. En realidad, para las presas bóvedas sólo ha lugar a indicar las teorías de otros capítulos que son aplicables."

"Este programa, aunque extenso en la enumeración, es, sin embargo, susceptible de exponer en poco más de trescientas páginas, sin detrimento de su claridad."

El mérito de esta obra, que recomendamos a nuestros lectores, está garantizado por la fama merecida de su autor, al que sinceramente felicitamos.

M.

El Real decreto de transportes por carretera y los tranvías

Ni el Real decreto de 5 de julio del año último sobre Transportes mecánicos rodados, ni el Reglamento de aplicación del mismo, redactado por la Junta Central, aluden al caso, muy interesante, de los tranvías, pues si bien son vehículos de tracción mecánica que utilizan las vías públicas, tienen características suficientes, tanto en el aspecto legal de sus concesiones como en el técnico de la instalación, para estar seguros de que no ha estado en el ánimo del legislador comprenderlos entre aquellos a que concretamente se alude en la disposición (automóviles).

Siendo muy interesante observar el trato de diferencia que el Poder público da a los concesionarios de líneas de tranvías (expuestas a toda concurrencia y que pasan a su poder al término de la concesión) y a los de las nuevas líneas de automóviles, con exclusiva y sin obligación de entregar al Estado absolutamente nada al finalizar su período de concesión, con las aludidas disposiciones a la vista, vamos a analizar las distintas soluciones posibles en los trozos de carretera donde existan tranvías de carácter interurbano.

Supongamos el caso concreto de dos poblaciones separadas varios kilómetros, entre las cuales existe un tranvía eléctrico sobre carretera, cuya concesión no implica monopolio, según la norma general en todas las concesiones de Obras públicas, y que, acogiendo a las nuevas disposiciones, una persona o Sociedad solicita la exclusiva de una línea de automóviles entre aquellas poblaciones y sobre la misma carretera. La Junta provincial correspondiente deberá determinar primero, según el art. 6.º del Real decreto, si la

línea propuesta es de utilidad y necesidad públicas y, aunque no es probable, puede ocurrir que la Junta encuentre razones para declararlas y, previo concurso, se conceda la exclusiva de una línea de automóviles (que en este caso será exclusiva para la competencia al tranvía), dando estado oficial a una lucha en la que, si el tranvía tiene indudables ventajas, por su comodidad, seguridad y economía, y probablemente frecuencia, se encuentra, en cambio, con que nunca puede abandonar el campo sin pérdidas cuantiosas, en tanto que el concesionario de automóviles puede, si le va mal el negocio, llevar sus coches a otro sitio, sin más pérdida que la de una pequeña fianza. Y si de la competencia entre varias líneas de automóviles pueden derivarse mejoras del servicio respecto a comodidad, seguridad y economía, entre automóviles y tranvías sólo la velocidad (limitada por las concesiones de éstos) puede ser el arma esgrimida por aquéllos, con el peligro consiguiente para la seguridad de los propios viajeros y el resto de los usuarios de la carretera.

Si, por el contrario, la Junta no acuerda la declaración de utilidad y necesidad públicas de la línea en cuestión, puede ocurrir una de dos cosas: o se permite en ese trayecto la libre concurrencia, o se prohíbe el funcionamiento de línea alguna de automóviles en ese trozo.

La primera solución tiene todos los inconvenientes (agravados en este caso) que han inspirado la liberal disposición, pues al limitarse a esos trayectos la posibilidad de competencias, se convertirán éstos en verdaderos campos de luchas suicidas, tan