

En las oficinas del departamento de puentes de la Port of New-York Authority pude ver el modelo reducido que se utilizó para el estudio de esta estructura. A una escala de 1:192 (1:16 de pulgada por pie) se construyó el arco en latón, con sus arriostramientos, haciéndose las uniones con soldadura de plata. El modelo fue de gran utilidad para comprobación de los cálculos y estudios de las deformaciones, así como para el estudio de la acción del viento y deformación de los arriostramientos, difíciles de determinar en los cálculos, y que en una obra de estas dimensiones tiene gran importancia.

Antes de optar por este tipo de estructuras se hicieron estudios comparativos de las diversas disposiciones que se podían adoptar. Las más indicadas eran el puente colgado, el cantilever y el puente en arco. El primer tipo resultó más caro y de menor rigidez que el adoptado. El segundo arrojaba un presupuesto superior, y fue considerado menos estético que los

quedando por acabar algunos detalles de decorado y ensanche de la calzada.

El presupuesto de la obra terminada se calcula en 18 millones de dólares; amortizables con los derechos de peaje.

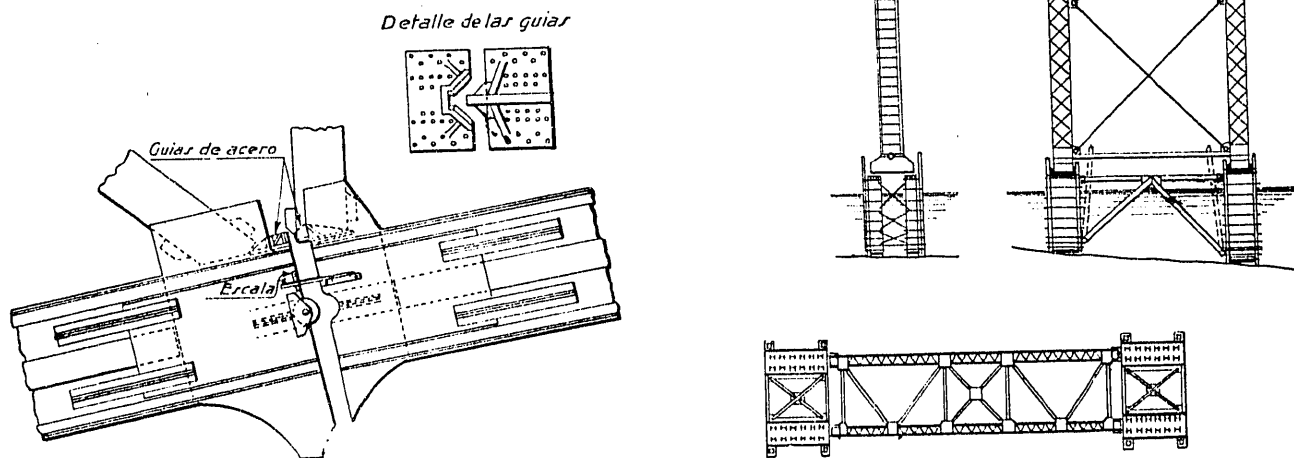


Fig. 16. Detalle de la junta de cierre del arco y croquis de uno de los castilletes de apoyo.

otros dos tipos. Como resultado de estas comparaciones, el puente en arco fue considerado el más indicado.

Los trabajos empezaron en septiembre de 1929, y en 14 de noviembre de 1931 fue abierto al tráfico. En la actualidad se están terminando los accesos.

Estos datos me fueron facilitados por los ingenieros del departamento de puentes de la Port of New-York Authority, de la que es ingeniero jefe mister O. H. Ammann, y el secretario de la American Society of Civil Engineers, a quienes me es grato expresar mi agradecimiento.

E. MIRANDA
Ingeniero de Caminos

Notas sobre el cálculo de presas de gravedad

Con este mismo título han aparecido en esta REVISTA, en los números de 15 de febrero y 1.º de marzo, dos artículos interesantísimos y muy documentados, debidos al ingeniero de Caminos Sr. Cruz López.

Queda flotando, de la lectura del primero, la idea de la existencia y posibilidad de la ya cercana aplicación práctica del llamado Método de Jakobsen, que éste expuso en la Memoria "Stresses in gravity dams by principle of least work" (*Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, septiembre 1930, pág. 1613), y van estas cuartillas a desvanecer, en parte, esa impresión optimista, sintetizando la crítica profusa que tuvo la Memoria antes

citada, por los más prestigiosos ingenieros especialistas en presas de embalse.

La teoría clásica resuelve la indeterminación de primer grado que presenta el problema de encontrar los esfuerzos en el interior de la presa, suponiendo lineal la ley de variación de las n_y (fig. 1).

Jakobsen, en vez de admitir que n_y es función lineal de x e y , intenta encontrar para n_y la expresión que haga que el trabajo elástico sea mínimo. Ante la dificultad que presenta el abordar directamente el problema, lo bordea empleando el llamado Método aproximado de Ritz.

Supone, para expresión de n_y , una función con más constantes que las necesarias, y las determina

con la condición de que el trabajo elástico sea mínimo.

Encuentra con ello unas expresiones para n_y , n_x y t , que indica la figura 2, en donde se representan también las encontradas por la teoría clásica.

En la discusión de la Memoria obtiene Hoadley que la ausencia de tensiones en el paramento de agua arriba se realizaría cuando $K=0,82$.

Ha estudiado Hoadley distintos casos de varia-

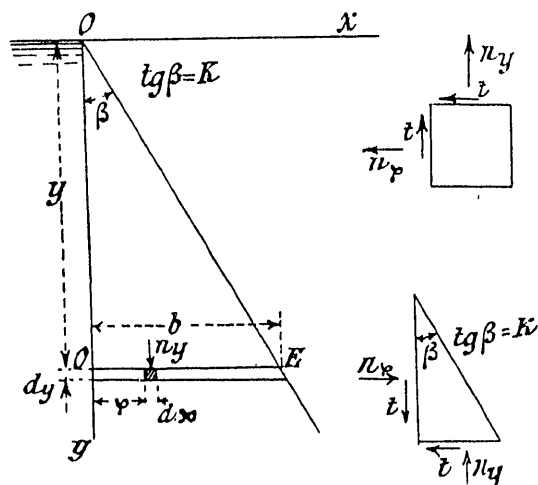


Fig. 1.

ción de K para una presa de 100 pies de altura, y por la homogeneidad de la expresión de n_y (uno de los puntos débiles de la teoría) puede fácilmente deducirse la figura 3 para una presa de 100 m de altura. En ella se ve que en un perfil triangular con tangente en el paramento de agua abajo $K=0,645$ se producen en el paramento de agua arriba tensiones del orden de los 9 kg/cm² a los 100 m de altura, y en un perfil tan robusto como el de $K=0,844$ sólo se produce a los 100 m una carga de compresión del orden de 1,5 kg/cm².

La figura 4 indica la restricción que en la oscilación del punto de paso de la resultante impone esta teoría, para evitar las tensiones en el paramento de agua arriba.

Comparación de los métodos clásico y de Jakobsen
 $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$ $\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$ $m=8$; $K=0,645$

— Metodo Jakobsen Distribución lineal



Fig. 2.

Si fuera exacta, prácticamente no existirían presas libres de esfuerzos de tensión en el paramento de agua arriba, y en muchas de ellas, de bastante altura, se habrían abierto grietas y la subpresión tendería a abrirlas más. El hecho de no acusar pérdidas excesivas los drenes de algunas presas altas hace dudar de la verosimilitud de esta ley de repartición de las n_y .

En España, según esta teoría, tendríamos presas,

como las del Burguillo (Saltos del Alberche) y Príncipe Alfonso, con tensiones en el paramento de agua arriba del orden de 3 kg/cm², sin considerar la subpresión.

Las presas de San Gabriel, Chambon y Chavanon

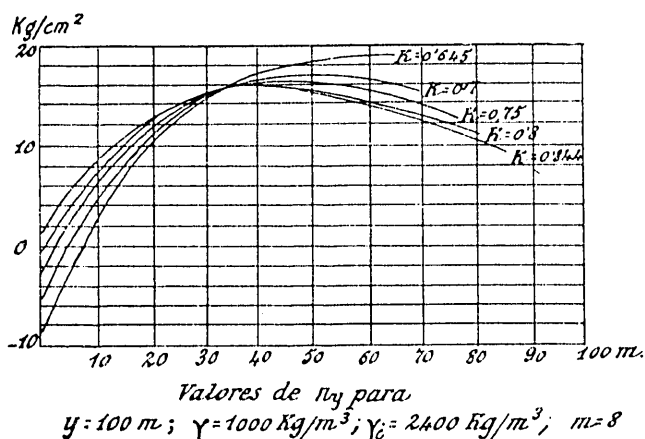


Fig. 3.

tendrían tensiones del orden de los 5 kg/cm²; las de Arrowrock y Schwarzenbach, del orden de los 4 kg/cm², y algunas más modestas, como las de Cignana y Guerledan, del orden de 3 kg/cm².

Ha demostrado Cain y ha probado Vogt que la ley de repartición admitida por Jakobsen envuelve la hipótesis de considerar totalmente inmóvil la cimentación; tal vez sea esta hipótesis, poco probable, la causa de tales tensiones alarmantes.

Adquiere cada día más importancia el estudio de la deformación de la cimentación que altera la ley lineal clásica (exacta en el macizo triangular indefinido) en una zona próxima a los cimientos, que, como indica Haegelen y ha comprobado Mesnager

Comparación de la teoría clásica y la de Jakobsen
 $\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$ $\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$; $y=100 \text{ m}$; $m=8$

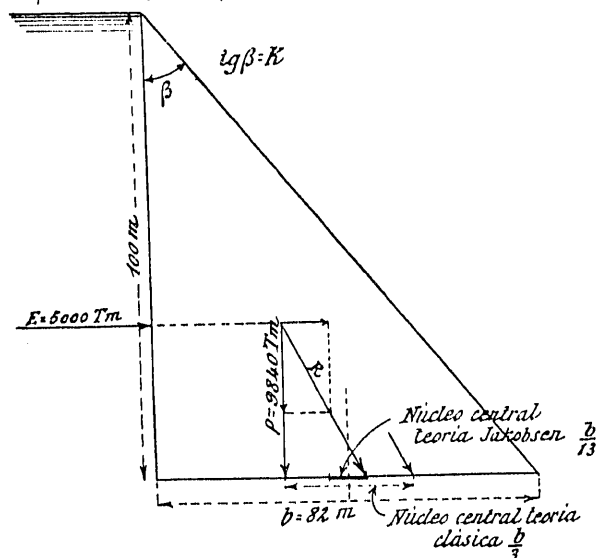


Fig. 4.

en ensayos fotoelásticos, es de poca altura, por amortiguarse pronto esta alteración.

Falla la teoría clásica en el punto más delicado de la presa: en los cimientos, y poco valor pueden tener las cargas en ellos que figuran en proyectos

en los que no se estudió la alteración del régimen lineal, que produce su deformación; serán las que figuran u otras muy distintas.

Se comprende que, ante la importancia del problema y la incertidumbre de los resultados, sea cada día más profusa la investigación teórica y experimental al intentar extrapolaciones audaces.

* * *

La idea de Ziegler, de suponer la presa formada por columnas que refieren a la cimentación los empujes del agua, ha sido desarrollada por H. Shorer, en una Memoria presentada a la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, dando lugar a la llamada presa de igual resistencia. El tipo es parecido a las de Don Martín, en Méjico, y Burguillo (Segovia), en España, que creemos de un gran porvenir, hasta el punto de haberse propuesto recientemente (*Engineering News-Record*, 11 febrero 1932, página 214) este tipo para la presa de Hoover, apuntalando los contrafuertes en las laderas.

Creemos de interés la Memoria de Shorer, por dar una explicación lógica a las juntas inclinadas, realizadas en muchos contrafuertes, y por las comprobaciones que con la teoría clásica encontraron algunos ingenieros que intervinieron en la discusión.

Tal vez, más adelante, demos una síntesis de ella en esta REVISTA.

* * *

Es interesante el ver que los estudios más recientes en el problema de las presas de gravedad (Jakobsen con $K=0,82$, Hoffman con $K=0,83$) llegan a resultados francamente conservadores, y son estos mismos estudios los que inclinan el ánimo (ya francamente predispuerto) a intentar resolver el proble-

ma de las presas de embalse con soluciones más ingenieriles.

Hojeando el *rapport* de D. Pedro M. González Quijano, presentado en 1926 al Congreso Internacional de Navegación, de El Cairo, en donde figuran los perfiles de la mayoría de las presas españolas, parece sacarse la impresión, a la vista de sus robustísimos perfiles, que los ingenieros españoles no quieren olvidar a la venerable presa de Tíbi (Alicante). Ofenden con ello a otra, también venerable y de perfil más esbelto, la de Almansa, de la que son dignas descendientes las de Montejaque, Alloz e Isbert (Denia), ideada esta última por D. Alfonso Peña.

Creo que en los actuales momentos, en los que estamos viendo cómo gravitan sobre la economía patria las obras públicas, es la ocasión de contrarrestar un poco la tendencia francamente conservadora que en España existe respecto a las presas de embalse, estudiando soluciones que resuelvan el problema a base de ingenio, no de masa.

En este sentido son francamente aleccionadores los trabajos de los ingenieros americanos, en donde el posible ahorro de 60 000 dólares en la presa de Pacoima, da lugar al formidable estudio de Jakobsen sobre arcos gruesos; al proyecto de la presa de Gibson, extrapolación atrevida de las presas arco; Owyhee, presa arco-gravedad; Exequer, de igual tipo; Calderwood, Kerckhoff y otras muchas.

Yo espero y deseo contarme entre el grupo de ingenieros jóvenes que emprendamos esta especie de cruzada, y mi fe en ella nace al comprobar la existencia de ingenieros como el Sr. Cruz López, tan preparados para poder ser guías seguros.

Nada más, sino elogiar de nuevo los artículos del Sr. Cruz López, de los que no pretende ser éste más que una sub-nota.

José JUAN ARACIL
Ingeniero de Caminos

Indemnizaciones y gratificaciones

El derecho del personal de Obras públicas al cobro de indemnización de los gastos por los servicios prestados fuera de su residencia oficial, aparece ya en las primitivas Ordenes que disponían su ejecución; pero dictándose éstas sin carácter de generalidad y aplicándose reglas especiales a cada caso particular, pronto se vió la confusión que esto producía y la necesidad de marcar normas fijas, que se tradujeron en la Real orden de 28 de octubre de 1843, aprobatoria de las primeras bases para la indemnización de los gastos extraordinarios que aquel personal tiene que sufragar. Estas bases iban precedidas de las razones que la Dirección general estimaba de justicia, necesidad y conveniencia, según puede verse en el extracto que sigue, en el que casi se copian las frases que en la Real orden aparecen, y que, por tanto, tienen carácter oficial.

Comienza el preámbulo diciendo que el servicio de los ingenieros (léase del personal de Obras públicas) difiere esencialmente del de otros cualesquiera empleados del Estado, en la movilidad que requiere el desempeño de sus comisiones y exige frecuentes viajes, por

lo que desde luego se ve que, a diferencia de los empleados de otros ramos del Estado, que fijos en una población cumplen sus servicios con la asistencia diaria a las horas de oficina, el ingeniero se ve precisado a abandonar su residencia, con los gastos consiguientes, sin contar las incomodidades que tiene que sufrir. Los sueldos asignados, especialmente los de clases inferiores, estimaba la Real orden que no alcanzarían a cubrir tales gastos, y siempre fuera injusto imponerles este sacrificio, resultando notable desigualdad en sus dotaciones respecto a otros empleados.

Sigue manifestando que esto bastaría para probar la justicia y necesidad de indemnizar a los ingenieros de tales gastos; mas, por otra parte, no debe desconocerse la obligación, que también este personal tiene, de obrar con todo el decoro correspondiente, conservando siempre la independencia que le es absolutamente indispensable para actuar con imparcialidad, exactitud y pureza, y mal podría conseguir todo esto sin medios proporcionados, cuya falta distraería irremediabilmente su atención hacia objetos mezquinos y no le permitiría presentarse con la decencia conve-