

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

NUEVOS PUNTOS DE VISTA PARA APRECIAR LA ESTABILIDAD

DE LAS PRESAS DE EMBALSE

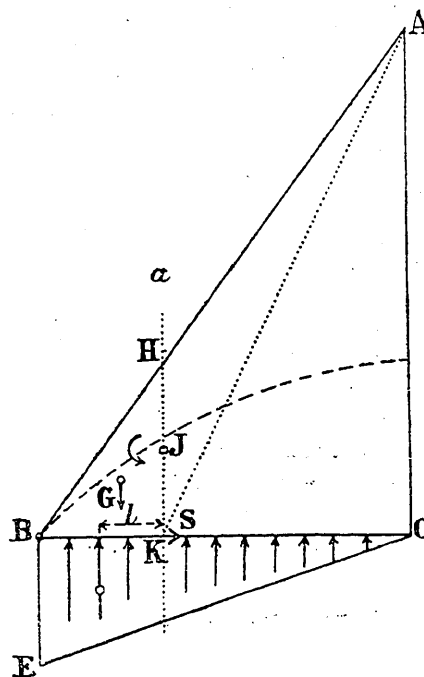
Otra de las consideraciones expuestas por L. W. Atcherley y el profesor K. Pearson en una reciente publicación, *On some disregarded Points in the stability of masonry dams* (London Dulaud and C^o 1904), que ha provocado discusiones de la prensa técnica, tanto en América como en Inglaterra.

Este trabajo tiende á establecer que en las presas de embalse, consideradas como sencillos muros de contención y abstracción hecha de las reacciones de los apoyos extremos, conviene considerar las acciones transmitidas en las secciones verticales y que los puntos peligrosos bajo la presión del depósito lleno están en las secciones verticales al pie del paramento exterior y no en las capas horizontales que son objeto exclusivo en los cálculos usuales.

Los dos matemáticos han establecido sus investigaciones con ayuda de modelos ó bien por el cálculo. Han establecido dos perfiles con tablestacas de madera densa, dispuestas horizontalmente en un caso y verticalmente, ó según un ligero talud interior en el otro; la aspereza de las superficies se ha regulado de modo que correspondan á un ángulo de rozamiento comprendido entre 30° y 36°. Se ejerce por medio de pesos al nivel del centro de presión un esfuerzo equivalente al empuje del agua. Se observa entonces una abertura del punto vertical por detrás del lado libre en el modelo á capas verticales, en tanto que la presión no ha llegado más que á la mitad ó á los dos tercios de la que provoca el primer deslizamiento de las capas horizontales en el segundo modelo. Los observadores obtienen la conclusión de que la rotura de una presa de embalse está provocada desde luego por esfuerzos de tracción, que se acentúan en las secciones verticales próximas al pie exterior y admiten que la grieta producida por estos esfuerzos esté inmediatamente seguida de un cizallamiento de la sección. Creen también que en las secciones horizontales el esfuerzo cortante tiene más importancia que la que generalmente se le concede.

En estos cálculos, el profesor Pearson considera como errónea la repartición lineal de las presiones normales que se admite para las secciones horizontales, y opina deba recurrirse á las ecuaciones generales de la elasticidad en un cuerpo homogéneo é isótropo. La resolución de estas ecuaciones no parece impracticable á los autores para las formas sencillas para las presas; sin embargo, vuelven al modo habitual de cálculo para un cierto perfil, cuya estabilidad será así asegurada, y se pregunta qué acciones interiores deben ser consideradas si se toman en cuenta las secciones verticales.

En un muro de sección triangular ABC las acciones sobre el asiento del cimiento comprenden las reacciones verticales de abajo á arriba, representadas por el triángulo BCE y una reacción según BC oponiéndose al deslizamiento del muro. Si se



buscan las condiciones de equilibrio para la parte del muro que queda á la izquierda de un corte vertical KH se encuentra para valor del momento producido por la reacción horizontal S la reacción parcial vertical A y el peso G de esta parte del muro:

$$M = G \frac{BK}{3} + S KJ - A C.$$

Si M es sinistrorsum con relación á J , existirá en K una compresión, y en el caso contrario una tensión, implicando la posibilidad de una grieta según KH . Además se produce en la sección KH un esfuerzo cortante, del que nos podemos formar idea imaginando una pila de libros yuxtapuestos verticalmente sobre la que viniera á actuar una presión lateral, produciéndose entonces esfuerzos de resbalamiento sobre sus caras en contacto.

MM. Atcherbey y Pearson han considerado diversos modos de distribución de la reacción S á lo largo de la fundación y con la ley parabólica, alcanzando una flecha igual á los $\frac{2}{3}$ de la

media; han encontrado que próximo al pie la tensión de las secciones verticales puede llegar á 10 kilogramos por centímetro cuadrado, y los esfuerzos cortantes á 6 kilogramos.

En este orden de ideas, la repartición de la fuerza S y la de las fuerzas análogas, ejerciéndose entre las secciones horizontales, tiene una importancia evidente. Mas la acción horizontal es considerable cerca del punto B , menos las tensiones en las secciones verticales tendrán tendencia á manifestarse.

Las investigaciones de Wilson y Gore, efectuadas por medio de modelos constituidos con materias elásticas, parece indicar que la repartición de la fuerza S no es lineal y que el máximo está situado entre $\frac{1}{7}$ y $\frac{1}{8}$ de BC .

Independientemente de esta cuestión no resuelta, la evaluación de los esfuerzos que los materiales y el suelo del cimientto están en estado de soportar tiene una importancia particular; la resistencia de la mampostería al cizallamiento puede ser diferente bajo una carga considerable de la que tiene en una sección no cargada.

Se tiende á admitir que es más fuerte en el primer caso, aumentando la estabilidad de la construcción.

No parece suficiente buscar la resistencia á las acciones horizontales únicamente en la resistencia al rozamiento del suelo del cimientto; es necesario asegurarse también de la resistencia de los materiales al esfuerzo cortante. Convendría desde luego proseguir en los laboratorios, por medio de modelos apropiados, las investigaciones relativas á la repartición de los esfuerzos.

En defecto de un procedimiento más exacto y de un carácter práctico, parece deseable, con los métodos actuales, introducir la consideración de las secciones verticales y construir su curva de presión, así como la de las secciones horizontales; el examen de dos líneas de presión indica que un elemento paralelepípedo en el interior de un muro sufre esfuerzos simultáneos en dos direcciones, y desde este punto de vista será útil completar las nociones adquiridas sobre la resistencia de los materiales.

Si el punto de vista abordado en los trabajos de MM. Atcherbey y Pearson parece descubrir un nuevo camino á las investigaciones, puede admitirse con numerosos Ingenieros ingleses que es necesario mucho trabajo antes de aplicar prácticamente estos principios al cálculo de las presas de embalse. Entre tanto puede continuarse sin temor con los procedimientos de cálculo que han servido para construir numerosas obras, cuya buena conservación da toda seguridad. Los accidentes sobrevenidos hasta aquí más son debidos á otras causas que á defectos en los principios de los cálculos de resistencia.—O.

EL ARCO DE MERCURIO

PROPIEDADES Y APLICACIONES

(CONCLUSIÓN)

VI

El arco de mercurio con corriente alterna.

Una fuerza electromotriz alterna de pequeño valor no puede mantener un arco de mercurio tal como se ha definido. La chispa que se forma al separar los electrodos se extingue por grande que sea la intensidad de la corriente, fenómeno que se explica recordando las propiedades del catodo. Para que el arco persista, es indispensable que el polo negativo produzca sin interrupción materia conductora, pues de lo contrario, el arco se extingue, á no ser que por algún otro medio se haga de nuevo activa la super-

ficie del catodo. Ahora bien; con un voltaje alterno, el polo negativo oscila de uno á otro electrodo, y, por lo tanto, se suspende la emisión de iones negativos, extinguiéndose el arco.

Si la fuerza electromotriz aplicada tiene un valor suficientemente alto para hacer activo el catodo á cada alternancia, el fenómeno es diferente según se examinará más adelante; por de pronto, se estudiará el caso de voltajes moderados.

Un procedimiento para que persista un arco de mercurio con corriente alterna consiste en mantener activo uno de los electrodos, haciendo que sea el polo negativo de un generador de corriente continua. La disposición es análoga á la representada por la figura 1.^a, con la única diferencia de que g' es un alternador.

Entre C y B se establece un arco de mercurio con corriente continua. Como el catodo se conserva activo constantemente, siempre que sea el polo negativo de la corriente alterna, éste pasará en dirección de BA y habrá arco; la corriente de dirección contraria no pasará y el arco principal se extinguirá. Resulta, por lo tanto, que en el circuito BA existirá una corriente ondulatoria, pero de una sola dirección, hecho muy interesante y que da el medio de transformar una corriente alterna en otra de aquellas condiciones.

Con dos generadores auxiliares de corriente continua, á cuyos polos negativos se enlaza cada uno de los conductores de la corriente alterna, se puede hacer pasar ésta entre los dos catodos. La discusión de este caso, á pesar de su interés, no se trata en este artículo, porque le haría demasiado largo.

Con la primera disposición, explicada únicamente, se aprovecha una de las mitades de la onda de corriente; para utilizar las dos se puede emplear la combinación representada en la figura 6.^a El tubo posee dos anodos enlazados á las terminales del secundario del transformador, á cuyo punto medio se une el ca-

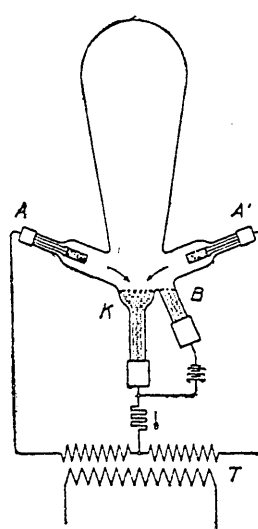


Fig. 6.^a

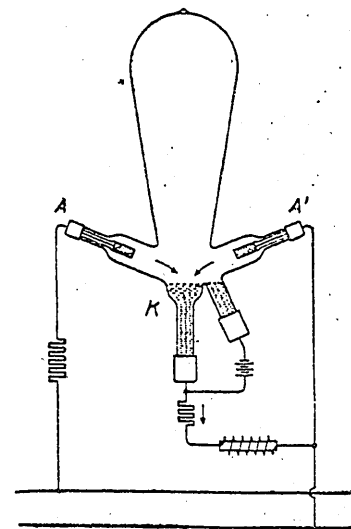


Fig. 7.^a

todo, que es excitado por un generador auxiliar de corriente continua. Para cada media onda de la fuerza electromotriz, una de las mitades del secundario del transformador envía una corriente, cuyo polo negativo es siempre k ; en el conductor que enlaza á éste con el transformador se establece una corriente constituida por una serie de pulsaciones todas de la misma dirección, que pasa por cero cada medio período de la corriente alterna. El generador auxiliar no tiene más objeto que conservar la actividad del catodo K durante el tiempo que la corriente alterna cambia de signo.

Se puede sustituir el generador auxiliar con reactancias apropiadas que acumulan energía durante el período creciente de la corriente y la restituyen durante el decreciente. La figura 7.^a representa un rectificador fundado en este principio que aprovecha media onda.

Los electrodos A y A' se enlazan con los polos de un alterna-