

Presas bóvedas

Nuevo tipo ideado por el ingeniero de Caminos, profesor de la Escuela,
D. Alfonso Peña Boeuf

Antecedentes

La Excm. Diputación provincial de Alicante, con fecha 25 de junio de 1875, y en virtud de facultades que le concedía la ley de Canales y Pantanos de 1870, otorgó a D. Toribio Iscar la concesión necesaria para construir en el cauce del río Girona y garganta denominada estrecho de Isbert, en que afluyen los valles de Alcalá de la Chovada, Evo y Saguart, una presa productora de un embalse capaz para dotar de riego gran parte de fértiles términos correspondientes a pueblos de la comarca denominada Marquesado de Denia, que linda con la costa, junto al cabo de San Antonio.

Transcurridos gran número de años sin que, por una serie de vicisitudes, pudieran llevarse a cabo aquellas obras, y en poder la concesión de los herederos del primitivo concesionario, tanto por lo anticuado del proyecto y fuera de la realidad los precios que en aquél se aplicaban, como por tratar de conocer con mayor exactitud los recursos hidráulicos disponibles, encargaron aquéllos al eminente ingeniero, profesor de la Escuela especial de Caminos, Canales y Puertos, D. Alfonso Peña Boeuf, un estudio comparativo de los trabajos hasta entonces efectuados, y asimismo que teniendo en cuenta los datos de aforos y pluviométricos de la comarca, dedujera la media de los recursos hidráulicos con que pudiera contarse; como consecuencia de aquel estudio se le encomendó el proyecto de la presa de embalse.

Estando a cargo de la División hidráulica del Segura, según prescribía la concesión, la inspección de aquellas obras, emití acerca del precitado proyecto un favorable informe, haciendo los elogios, siempre pálicos, que su autor merece, por la genialidad de la idea, por la sencillez con que la resuelve, y, finalmente, por la modestia que aureola toda su actuación.

Las únicas dudas, y así lo expuse al concesionario, que podrían presentarse, las sugerían la permeabilidad del vaso, sobre todo en su fondo, y el volumen de agua disponibles; pero una y otra la experimentación solamente debía decidir las, y ninguna atagüa provisional para ir haciendo embalses parciales podría ejecutarse con mayor economía que la misma presa proyectada; era, pues, sólo condición precisa ejecutarla por partes, que fueran dando a entender, por embalses sucesivos, los puntos de filtración, sin perjuicio que buen número de ellos, ya conocidos, se taponasen, como así se ha hecho, ganando algún tanto en la impermeabilización, según demostró una pequeña avenida reciente que a los nueve metros de altura en la obra vertió con lámina mayor de un metro por encima de ella. El terreno es dudoso, pues pertenece a la formación infracretácea y ofrece algunas pequeñas cavernas, según lo ha demostrado la apertura del túnel del camino de servicio.

Aun cuando las zonas límites de las provincias de Valencia y Alicante acusan un régimen pluviométrico muy escaso, dentro de ellas parece que aquel va-

lle ofrece condiciones de excepción, confirmándolo, según datos recogidos en el país, el nombre árabe de Laguart, que quiere decir «Lluvioso». De todos modos, la altura media de precipitación en el pluviómetro de Fontilles, inmediato al embalse, y seis más de alrededor, es de 550 mm en períodos moderados, llegando a 700 en los lluviosos. Según esto, y contando con un coeficiente de escorrentía de 0,40, dadas las fuertes y desnudas pendientes de aquellos valles y su carácter torrencial, y conocida la cuenca de recogida de 56,678 kilómetros cuadrados, se pueden embalsar, como término medio, de 11 a 15,5 millones de metros cúbicos, descontadas las pérdidas por evaporación. Para este embalse máximo exige la cerrada una altura de presa de 45 metros y ésta se le hubiere dado si fuera del tipo gravedad, por la variación del incremento del volumen de la obra respecto a su altura; pero en las presas bóvedas cuya variación es casi lineal el aumento de coste es pequeño y se proyecta alcanzar los 47 metros, con lo que el embalse será de 17 millones de metros cúbicos, pudiéndose así recoger hasta las aguas de años excepcionales, siendo probable que no funcione nunca el aliviadero de superficie.

Por otra parte, es realmente asombrosa la configuración de la cerrada de Isbert, que serpentea con anchos en la base de seis a siete metros, que a los 150 de altura apenas se han duplicado; es un verdadero tajo o hendidura con paredes sensiblemente verticales, y hasta en desplome en algún punto, abierto en caliza sana, por erosión, como lo ha demostrado la calidad y tersura de la roca de fundación que, limpia de acarreo apareció en masa cerrada de una a otra ladera sin oquedad ni grieta alguna.

Es, pues, ideal el emplazamiento para la colocación de una presa bóveda y único para ensayar el tipo ideado por el Sr. Peña, de valiente perfil, pero con la valentía consciente salvaguardada por las leyes de la Mecánica, no con la valentía temeraria de la inconsciencia. Creo, pues, que nunca mejor ocasión pudo presentarse para llevar a la práctica el primer ensayo del nuevo tipo de presa bóveda.

Las presas de gravedad, por otra parte, no deben aplicarse a cerrar gargantas estrechas, pues su cálculo supone una longitud indefinida o, al menos, grande, respecto a las restantes dimensiones, y en las cortas llega en casi la totalidad de la presa la influencia de las reacciones de estribación, difíciles, como hemos dicho, de tener en cuenta analíticamente, y que sin duda modifican aquellos cálculos, si bien aquella influencia, en general, es favorable a la estabilidad de la obra. Debe, pues, sacarse provecho de aquellas reacciones economizando parte del enorme cubo de obra que exige el tipo gravedad y utilizar el de presa bóveda en esas cerradas estrechas de sección en U o V y laderas de suficiente resistencia, proyectándolas de espesor constante o creciente, con eje vertical o inclinado.

Las presas de esta clase faltas de la necesaria ex-

perimentación son todavía en corto número (en España tenemos la de Montejaque, existiendo algunas también en América), y ello es debido al temor e intranquilidad que a los ingenieros proyectistas les produce el pequeño espesor de su perfil comparado con el triangular corriente de las presas gravedad. Sin embargo, algunas se han construido recientemente, y en la actualidad se están llevando a cabo muy interesantes experiencias en Alemania, Francia y, sobre todo, en Norteamérica, que han de reportar inmensos beneficios, ya que la adopción de aquel tipo de presa supone economías hasta de 70 por 100 sobre el de gravedad corriente; de 80 por 100 es la economía resultante de la comparación de la presa bóveda de Stevenson Creek (California), de 18,30 metros de altura, con la de tipo gravedad de Djidionia (Orán), de 18 metros, que para un desarrollo en la coronación de 50 metros con un espesor de 2,50 metros en la coronación y ocho en la base, el cubo por metro lineal en la mitad superior de presa es de 5,5 metros cúbicos para la primera y 27 para la segunda.

Pues bien, la que con el perfil del Sr. Peña se obtendrá es casi el 85 por 100, pues sus espesores alcanzan hasta un tercio del de las bóvedas corrientes.

Estas, como sólido empotrado en el fondo y márgenes de las cerradas, en que se sitúan, no pueden ser calculadas analíticamente sin hacer hipótesis que, de no ser reales, falsearían su determinación elástica. Basta observar la dificultad en el cálculo de las placas planas rectangulares empotradas en todo su perímetro, para comprender que si aquel perímetro es irregular, como lo es la sección transversal de emplazamiento, y, además, incompleto, pues en la coronación aquél no existe, la dificultad de cálculo es mayor, sin contar con lo que la aumentan las deformaciones que la temperatura, fraguados del hormigón, entumecimiento por saturación de éste con el embalse, posibles variaciones en la fábrica del módulo de elasticidad y otros, y precisamente aplicado al cálculo elástico de las placas planas, la hipótesis de igualación de las deformaciones en los dos elementos normales ha estado aquélla en desacuerdo con la experimentación llevada a cabo por Bach. Es, pues, justificada la inquietud de los ingenieros proyectistas.

Las hipótesis comúnmente adoptadas para el cálculo de las presas bóvedas, que es el preconizado por Stucky, profesor de la Universidad de Lausanne, Grüner, Prudon, Cambeaud (véase en *Le Génie Civil*, números 28 agosto y 4 y 11 septiembre 1926: «Teorías de bóvedas circulares y tubos gruesos aplicados al cálculo de piezas de fuerte curvatura y al de las presas bóvedas», cuyo empleo se hace casi sin cálculos gracias a ábacos que proporcionan rápidamente resultados muy aproximados) y otros ingenieros, consiste en igualar las deformaciones que se producen en dos fibras pasando por el punto que se considere una horizontal como arco y otra vertical como muro empotrado en su base, hipótesis que es errónea por no tener en cuenta la resistencia lateral de aquellas fibras con las contiguas, sobre todo en la proximidad a su empotramiento en las laderas, que, evidentemente, han de modificar el equilibrio elástico. Además, es imposible definir la proporción que en el reparto de las deformaciones y de los esfuerzos que las producen corresponde a cada uno de los elementos considerados por el cálculo, o sea la ayuda de unos a otros, ayuda que si se suprime la de uno de los dos

no cabe duda que toda la deformación la sufre el otro.

En esto consiste la genial idea del Sr. Peña: en *po-larizar* los esfuerzos en planos horizontales, como gráficamente expresa en la descripción de su sistema, prescindiendo de la ayuda vertical y construyendo la obra por *rebanadas horizontales independientes*.

Parece natural, y ello demuestra la inexactitud de las hipótesis hechas en la teoría de cálculo Stucky, que al suprimir la ayuda de los elementos verticales resultasen espesores para la bóveda mayores, y ocurre lo contrario: se obtienen espesores un tercio menores sin contar con aquella ayuda, lo que indica también el alto coeficiente de seguridad que tienen las presas bóvedas hasta hoy construídas. En un trabajo publicado por el Sr. Peña en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS se presentó, con motivo de un proyecto de presa bóveda de su sistema, para el valle de Alloz, que no se ha ejecutado, un estudio comparativo de cálculo para los dos métodos, resultando que varían el espesor para la misma altura de 3 a 13 metros.

Esta reducción tan considerable de espesores tal como se deduce no puede producir inquietud, pues el método de cálculo para cada anillo o elemento constructivo es el de una bóveda exclusivamente, con las ventajas de la forma de trabajo por compresión sin flexión alguna, forma la más económica, en la que trabaja el material en las condiciones previstas y con el régimen de fatiga que se desee.

En este sistema no afecta la irregularidad de las laderas, puesto que en ellas se labra el plano de arranque conveniente y sólo por el empotramiento en el fondo del cauce, que pudiera en el primer anillo hacer variar las hipótesis hechas, se da a éste mucho mayor espesor, sirviendo de zócalo o basamento, con lo que aguas abajo se dispone de un gran refallo que puede utilizarse para colocar, en su caso, la caseta de mecanismos, si por él se hace el desagüe de fondo.

El problema, pues, de absoluta indeterminación en su origen, se transforma por el sistema del Sr. Peña en el de piezas dotadas de directriz, que es casi el único que con rigor puede estudiarse en elasticidad aplicada, y aun si el radio fuera grande respecto del espesor podría aplicarse la teoría estática de tubo delgado sujeto a compresión.

Es claro que el cálculo supone rebanadas o anillos elásticamente independientes, o sea que su deformación en nada está influida por las de los elementos contiguos; esto no es rigurosamente cierto, pues sobre cada anillo gravitan todos los superiores y algún rozamiento se producirá, aunque sea pequeño, que en pequeña porción también limite su deformación o transmita la del inmediato. Por esto conviene aminorar en lo posible aquel rozamiento, colocando entre los anillos una materia que no trabaje con el hormigón y que tenga resistencia suficiente para sufrir sin deformación aparente las presiones que por el peso propio de los anillos ha de resistir, y con la plasticidad conveniente para, amoldándose a la rugosidad de sus caras, impermeabilizar la junta entre dos anillos. El material elegido en el proyecto del Sr. Peña es el asfalto, con una proporción de betún, que le da aquellas características. Al propio tiempo, y con el mismo fin de facilitar las deformaciones, conviene enlucir y hasta pulir las caras superiores de los anillos y de la capa de asfalto.

Un poco peligroso para obtener una completa impermeabilidad sería el fiarla exclusivamente a la plasticidad del asfalto, y en el proyecto se proponen unas cubrejuntas de chapa de palastro emplomada, inoxidable con un pequeño fuelle que permita la deformación.

El cálculo supone el anillo como arco apoyado en los planos de arranque, para lo que en todo el trozo embutido en la roca de la ladera se recubre el arco de asfalto, o sea, no sólo la junta de arranque, sino el trasdós e intradós que forman los paramentos de aguas arriba y aguas abajo, dejando para ello un pequeño hueco en la excavación.

Parece que por la misma causa que se coloca la cubrejunta en los planos de asiento de los anillos debía ésta prolongarse en los arranques, empujándola en una caja hormigonada abierta en la roca para conseguir la impermeabilización. Además, creemos sería conveniente en el trasdós e intradós del arranque evitar

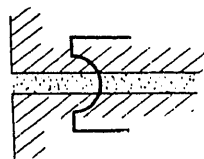


Fig. 1.ª

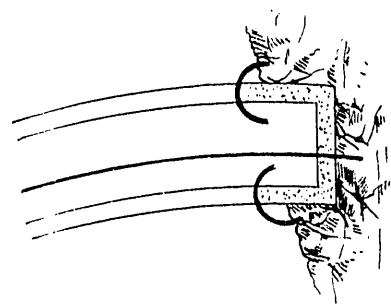


Fig. 2.ª

que por las deformaciones del arco pueda refluir el relleno de asfalto, colocando cubrejuntas verticales, y, según la figura, interrumpidas para cada anillo y con desarrollo suficiente para seguir los movimientos de aquél.

Constructivamente, estos rellenos de asfalto en los arranques no ofrecen facilidad y son poco prácticos, por lo que en anillos cuya longitud, como ocurre en la presa de Isbert, es muy pequeña y casi insignificantes, por tanto, las deformaciones que especialmente por variación de temperatura o empuje del viento a embalse vacío ha de sufrir, puede aceptarse un semiempotramiento.

Para esto, y siendo lo corriente, dada la curvatura del arco, que la profundidad de empotramiento en el paramento de aguas abajo sea menor que la del de aguas arriba, no vemos inconveniente en empotrarle en el perímetro *bcd*, dejando junta para el asfalto en la *ab*, con

lo que si el arco se dilata o sufre en el paramento de aguas abajo el empuje del viento a embalse vacío, el huelgo dejado permitirá la deformación; evitando quizá la formación de alguna grieta.

La mezcla del asfalto con betún de Judea evita el excesivo reblandecimiento en fuertes calores y el que en frío resulte algo quebradizo y poco plástico para evitar la permeabilidad, y además, que aun cuando teóricamente sabemos es insoluble en la agua,

no ocurre lo propio en la práctica, sobre todo con aguas algo alcalinas, como en algunos asfaltados de pavimentación de firmes puede observarse.

Presa proyectada para el pantano de Isbert

Se ha proyectado esta presa según el sistema descrito, y está constituida por anillos de espesor decreciente desde 3 m en la base a 0,70 en la coronación, con retallos de 0,20 en el paramento de aguas abajo y altura para todos ellos de 3 m, salvo el primero, que tiene 6, y descansa sobre un basamento o macizo inferior, en arco también, en el que se aloja el desagüe de fondo, y por ello, no conviniendo aligerarlo demasiado, teniendo presente, además, las fuertes vibraciones que en la práctica de aquellos desagües ha de experimentar, se le da el espesor de 8 m.

Sobre el retallo que este mayor espesor ofrece respecto al del anillo siguiente se coloca la caseta para maniobra de la compuerta. Esta es doble, de válvula compensada, que se defiende por el paramento de aguas arriba contra la introducción de cuerpos flotantes y arrastres de algún volumen por una rejilla y una compuerta circular que, ordinariamente, tapa el orificio de desagüe con el *bipas* correspondiente para la maniobra desde la coronación por medio de un vástago sujeto por múltiples cojinetes de rodillo al citado paramento.

Sobre la coronación se proyecta una pasadera de servicio, que consiste en un sencillo tramo de hormigón armado, constituido por dos nervios y un forjado que se apoya por medio de dos tabiques-pilas sobre el último anillo. Se da acceso por aguas abajo a esta pasadera por medio de un voladizo en escalera, que se empotrará en el cantil de la margen derecha.

En esta misma margen se proyecta ejecutar en túnel la toma de aguas, con lo que se evita toda debilitación de los anillos de la presa, y los detalles de aquélla así como del antecanal en que vierte y canal de riego, nada de particular ofrecen.

El aliviadero de superficie se da por la misma coronación de la presa, dotando su último anillo aguas abajo de una visera de hormigón armado de un metro de vuelo y perfil, según la forma inicial de la parábola de caída, que vierte el agua a unos 26 m del pie de la presa.

Según indicamos al tratar de los recursos hidráulicos, es difícil que el embalse alcance nunca a rebasar el aliviadero; pero si así fuera, no teme el autor del proyecto las socavaciones que en los acarresos del cauce pudieran producirse, puesto que, no siendo la presa de gravedad, los esfuerzos no los transmite a la base, sino a los arranques en su estribación con las laderas; viene a ser una bovedilla de piso, colocada verticalmente y teóricamente sin peso. Tan sólo podría afectar aquella socavación a facilitar, a través de la cimentación, filtraciones del embalse, y esto no ha de ocurrir por estar los cimientos perfectamente empotrados en un banco de roca muy sana, sin grietas ni solución de continuidad alguna.

Esta valiente solución de ejecutar la presa-vertedero quizá sea oportuno modificarla aliviando el embalse por medio de una galería lateral, teniendo en consideración que, a pesar de no ser de temer en teoría las socavaciones próximas al pie de la presa, pudieran producirse en la práctica, y aun cuando la fundación de la obra ha sido inmejorable, habrá que defender el cauce contra la enorme fuerza

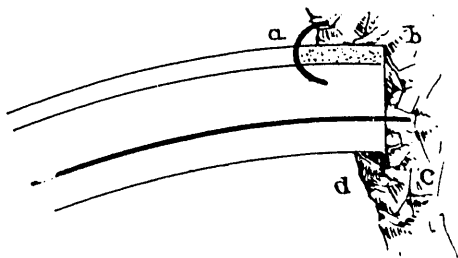


Fig. 3.ª

de la cascada, con obras de encachado que le proporcionen, bien un fuerte colchón de agua, o, mejor, un escollero o canchallera, utilizando los grandes bolos de piedra rodada que arrastran las torrenciales avenidas del Girona, sujetos por viguetas o carriles viejos hincados en el suelo lo suficiente para evitar el arrastre hacia aguas abajo de aquellos bloques, sin impedir que en su remoción se consuma aquella fuerza viva; es posible que con poco mayor coste del que esta defensa supone pueda practicarse la galería aliviadero, cuya longitud seguramente no excedería de 50 a 60 m.

Cálculo de resistencia de la presa

El cálculo de la presa se reduce al cálculo de los anillos, que son los elementos que la constituyen y se suponen independientes entre sí y de los enlaces exteriores, o sea, con libertad elástica en la unión de unos con otros y en su arranque en las laderas.

Si para eje del anillo se adopta la curva antifunicular de los empujes que sufre, que son tan sólo los del agua, no existirán flexiones y sólo sí régimen de compresión.

Por las ecuaciones del funicular se deduce que aquella curva es una circunferencia (pág. 306 de la *Mecánica elástica*, de Peña) para la que podemos fijar el radio que creamos oportuno, según la topografía del emplazamiento, dependiendo de aquél la compresión que se produzca, que sería un mínimo si el arco fuese de medio punto.

Hecho el encaje de la presa a medida de la sección del cauce, en el punto de emplazamiento, se acepta en el proyecto, para radio del paramento exterior, el de 11 m, siendo el interior variable de 8 en el primero a 10,3 m en el superior..

Fijadas así las directrices de los anillos, aplica el Sr. Peña con aquellos espesores el cálculo de un cilindro grueso con tensión normal exterior (página 128 de la *Mecánica elástica*), siendo las tres tensiones elásticas.

$$N_1 = \frac{p''}{K^2 - 1} \left(K^2 - \frac{r'^2}{r^2} \right)$$

$$N_2 = \frac{p''}{K^2 - 1} \left(K^2 + \frac{r'^2}{r^2} \right)$$

$$N_3 = p$$

en las que

$$N_2 = \frac{r''}{r'} = \frac{\text{radio exterior}}{\text{radio interior}}$$

Ya vemos que la segunda de aquellas fórmulas que corresponde a la compresión longitudinal es la que da mayor valor numérico y es la que habrá que tener en cuenta, y en ella los puntos más cargados son aquellos en que su radio r sea igual a r' , o sea en las del paramento de aguas abajo, convirtiéndose entonces la fórmula en

$$N_2 = \frac{2p''K^2}{K^2 - 1}$$

para $r = r''$, o sea en los puntos del paramento de aguas arriba

$$N_2 = \frac{p''(K^2 + 1)}{K^2 - 1}$$

pero difieren ambas en el factor $2K^2$ del numerador de la primera y $K^2 + 1$ de la segunda, que por ser $K > 1$, siempre el primero es mayor.

La ley de crecimiento de los empujes es

$$p'' = 1000y$$

siendo y la ordenada a partir de la coronación, y la ley de crecimientos de espesores es

$$r'' - r' = 0,07y$$

De ellas deduciremos

$$N_2 = \frac{9,8y^3}{0,0049y^2 - 1}$$

Aplicando esta fórmula a los distintos anillos se encuentra para el inferior una compresión máxima de 18,25 kg·cm², y otra mínima de 13,95, disminuyendo ambas en los anillos siguientes hasta el de coronación para el que se obtiene una compresión máxima de 7,46 y mínima de 7,06 kg·cm², régimen de trabajo muy moderado a pesar de los reducidos espesores.

En esta presa, dado su régimen isostático, ya que ningún enlace tienen los anillos con elementos exteriores, no hay que tener en cuenta esfuerzo alguno ni por dilataciones térmicas ni por fraguado, ni por entumecimiento del material con que se construya, en general, de hormigón. Si bien en la presa aquel completo isostatismo no existe, su influencia, dada la longitud corta de los anillos y las condiciones climatológicas del emplazamiento de pequeña variación de temperatura, es insignificante. Lo propio ocurre teniendo en cuenta el peso de aquéllos en que N_1 no llega en el máximo a 6 kg·cm², y como consecuencia la máxima tensión elástica principal establecida en dos planos normales

$$T = \frac{N_1 + N_2 \pm \sqrt{(N_2 - N_1)^2 + 4T^2}}{2T}$$

excede un poco de 19 kg·cm² en vez de los 18,25 que antes obtuvimos.

El efecto del viento huracanado, a embalse vacío, es como máximo el que se ejerce sobre el anillo superior sobre el que insiste la pasadera y la visera del vertedero, resultando por metro un peso de 1 233 kilogramos, que agregado al peso propio de 6 440 kilogramos y suponiendo un viento huracanado de 150 kg·m² se desvía el centro de apoyo 0,17 en la sección de 0,70 m, o sea 0,045 fuera del núcleo central, restando aun hasta el borde 0,18 m. Está, pues, el anillo, aun en este caso, en buenas condiciones de estabilidad.

El presupuesto de esta presa es tan sólo de pesetas 300 000, reportando, según anteriormente dijimos, una economía sobre las de perfil triangular, cuyo coste aproximado sería de 2 millones de pesetas, de 85 por 100 y de 63 por 100 sobre los sistemas empleados de presas bóvedas, cuyo coste hubiera sido de 800 000 pesetas.

Actualmente la presa está construida hasta la altura de 19 metros sobre el basamento y el gasto realizado parece comprobar muy bien las cifras anteriores del presupuesto.

Estudio experimental

En obras como la presa bóveda que hemos descrito, de características tan distintas de las que tienen las hasta hoy ejecutadas, no basta la fe en los cálculos, debiendo aquélla obtener la confirmación de experiencias repetidas que nos den a entender las deformaciones en cada punto de la obra y los esfuerzos a que están sometidos, comparando después estos resultados con los que, según el cálculo, deben obtenerse. Es el único medio de llevar por completo al ánimo la tranquilidad de que está garantida la seguridad pública y ningún daño puede sobrevenir.

Lo contrario es obrar con ligereza algún tanto temeraria, y esto justifica el gran número de experiencias que tanto en Norteamérica como en Francia y Alemania se están llevando a cabo, no ya con modelos tipos de presas tan valientes por su espesor en relación con su altura como el ideado por el Sr. Peña, sino con los más conocidos de bóvedas cuyos espesores, según hemos dicho, son mucho mayores, experiencias muy costosas que determinan el grado de seguridad, que se llevan a cabo bien con obras ejecutadas sobre el terreno a escala menor, bien con modelos semejantes contruidos en el laboratorio, empleando para el empuje líquidos de mucha mayor densidad y para la fábrica material de mucho menor coeficiente de resistencia.

Para llevar a cabo aquellas experiencias se miden las deformaciones por gran número de aparatos costosos que unos se embeben en la fábrica y otros se aplican sobre sus paramentos (también se puede efec-

tuar la medición por procedimientos topográficos geodésicos), cuya descripción y medios de operar nos proponemos describir con detalle en otro artículo. Entre los muy interesantes que se están hoy llevando a cabo se halla el estudio experimental de Stevenson Creek, en los Estados Unidos de América, de cuyos resultados se ocupa *Le Génie civil* en sus números 2 enero 1926, 14 mayo y 15 diciembre 1927, 26 mayo, 18 agosto y 10 noviembre 1928.

Es muy de desear que disponiendo nuestra Escuela de ingenieros de Caminos, de un completo y bien montado laboratorio y profesorado que nada tiene que envidiar al de cualquier otro Centro análogo de cualquiera otra nación y ante la realización de idea tan genial como la del ilustre ingeniero Sr. Peña, se efectúen ensayos que demuestren, por sus resultados, la exactitud de la teoría por él sustentada, ante la hoy admitida por otros países, según los cálculos de Stucky.

A falta de aquella experimentación nos proponemos que en la presa de Isbert, que bajo nuestra inspección se está ejecutando, se lleven a cabo las experiencias que, dados los cortos alcances económicos de que se disponen, se puedan efectuar, pues sería una falta de previsión permitir la rápida elevación de la obra (pues con tan pequeño cubo de fábrica es cuestión de unos meses) sin que embalses parciales a distintas alturas de ella nos manifestasen gradualmente las deformaciones y esfuerzos a que está sometida y su concordancia con los que los cálculos prevén.

En otra ocasión describiremos las experiencias que nos proponemos realizar.

Arturo MONFORT HERVÁS
Ingeniero jefe de C., C. y P.

Revista de revistas

La dosificación del agua en las emulsiones

El método de Marcusson se emplea desde hace mucho tiempo para dosificar el agua en las sustancias que se alteran cuando se desecan en estufas o producen espumas; consiste en arrastrar el agua por el vapor de tolueno o de xylol y en leer el volumen después de condensación y decantación.

Winkler y Jacqué han conseguido evitar las grandes dificultades que el método presentaba ideando un aparato que funciona automáticamente y no necesita vigilancia; el aparato resulta patiricularmente apropiado para análisis en serie (alquitranes, petróleos, emulsiones, etc.) realizados por un solo operador.

Se compone (fig. 1.^a) de tres partes: un globo, un decantador graduado de 10 a 25 cm³, que tiene un sifón interno, y un refrigerante. Las piezas se unen por tapones de corcho o por roldanas.

El aparato funciona de la manera siguiente: si se trata, p. ej., de un alquitrán ordinario de hulla, con proporción de agua alrededor de 5 %, se pesan en el globo, previamente tarado, 100 gramos de alquitrán y se añaden de 100 a 150 cm³ de xylol; se calienta el globo del aparato, una

vez montado, con una llama moderada, y los vapores mixtos pasan por el tubo lateral y se condensan en el decantador. Se regula el calentamiento de tal modo que la condensación no sobrepase la segunda bola del refrigerante. El agua se decanta en la parte graduada; el líquido que la arrastra se coloca encima, y cuando llega a un cierto nivel vuelve al globo por efecto de sifón.

La disposición particular de sifonamiento interno del aparato está constituida de la siguiente manera: un tubo de pequeño diámetro atraviesa axialmente el decantador, a cuya base está soldado, y se prolonga hacia abajo por una parte estrangulada. En su parte superior el tubo axial está recubierto por una campana de vidrio en la parte que excede a la que contiene las graduaciones. El sifonado intermitente y automático que resulta asegura el agotamiento del agua de la muestra que se reúne en la parte graduada del decantador. Cuando el nivel se mantiene aproximadamente fijo (después de una o dos horas como máximo), se activa durante algunos minutos el calentamiento para lavar las paredes del refrigerante. Después de enfriado el aparato se lee la proporción de agua que da directamente la escala, con apreciación de una décima. Si se quiere obtener mayor aproximación se reemplaza el decantador por un cuello de cisne y se continúa la operación teniendo en cuenta el exceso de disolvente añadido.

Se recomienda limpiar químicamente de cuando en cuando el decantador y el refri-

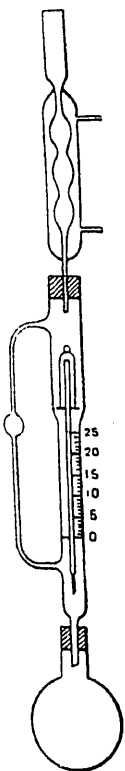


Fig. 1.^a

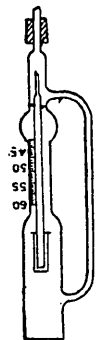


Fig. 2.^a