

HORMIGÓN Y ACERO

NUM. 3 - JULIO, 1934

REVISTA TÉCNICA MENSUAL DE CONSTRUCCIÓN - APARTADO DE CORREOS 151 - TELÉFONO 23394 - MADRID
DIRECTORES: DON EDUARDO TORROJA Y DON ENRIQUE GARCÍA REYES - INGENIEROS DE CAMINOS
PRECIO DEL EJEMPLAR: ESPAÑA, PORTUGAL Y AMÉRICA, 3 PESETAS - EXTRANJERO, 4 PESETAS
SUSCRIPCIÓN ANUAL: ESPAÑA, PORTUGAL Y AMÉRICA, 30 PESETAS - EXTRANJERO, 40 PESETAS

El arco de hormigón mayor del mundo

Mientras el descimbramiento del puente de Plougastel pregonaba al mundo técnico las posibilidades inagotables del hormigón, un ingeniero español estudiaba un nuevo arco cuya luz superaba a la de todos los existentes.

Cinco años han pasado desde entonces, y ahora, coincidiendo casi con la inauguración en Estocolmo del puente de Traneberg Sound, segundo en la serie de estos grandes arcos construídos, van a adjudicarse las obras de este gran viaducto español, que será todavía el mayor arco de hormigón del mundo.

Su autor, el Ingeniero de Caminos don Francisco Martín Gil, no conocerá su obra ni leerá el homenaje de estas líneas; su muerte prematura, víctima quizá de su propio esfuerzo, es doble motivo para que resaltemos el valor de su proyecto.

Basta comparar las características de los tres arcos:

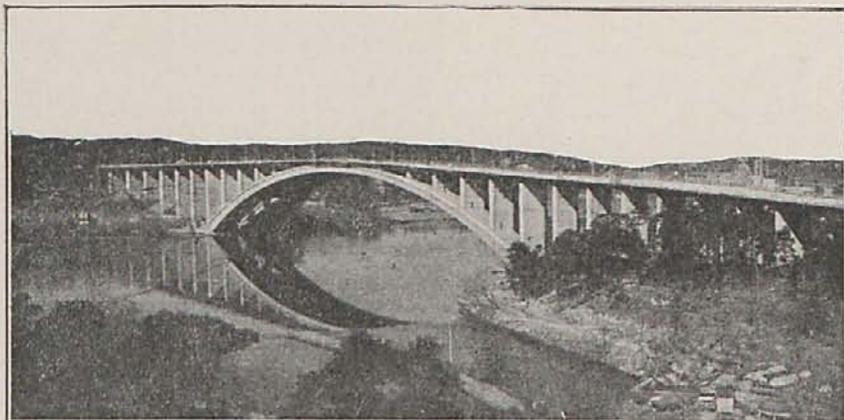
	PLOUGASTEL	TRANEBERG	ESLA
Luz libre	172,60 m.	178,50 m.	192,40 m.
Luz teórica	186,40	181,00	209,84
Flecha	35,30	27,00	62,40
Coste p. m. l. aprox. incluidos viaductos acceso	10.000 ptas.	6.750 ptas.	9.400 ptas.
Carga de trabajo del hormigón.....	75 Kg./cm ²	98,5 Kg./cm ²	86 Kg./cm ²

Destaca la mayor luz y también la mayor flecha del puente del Esla. La comparación de las cargas de trabajo no puede hacerse simplemente por las cifras expuestas, porque depende en gran parte de las hipótesis de cálculo, sobre todo en lo referente a variaciones térmicas o higroscópicas, que en estas grandes luces tienen primordial importancia.

Los numerosos estudios experimentales hechos con motivo de la construcción del puente de Plougastel produjeron un importante avance en el conocimiento de las deformaciones del hormigón y de sus causas, así como en el desenvolvimiento de la teoría de Freyssinet, que desarrollamos también en este número.

Recientemente, en el puente de Traneberg Sound se han confirmado y ampliado los resultados de Plougastel, especialmente debido al gran número de auscultadores, o testigos de las deformaciones, que se han dejado empotrados en la masa del hormigón.

En el viaducto del Esla tiene todavía mayor interés el estudio del comportamiento del arco, no sólo durante su construcción o en el período de pruebas, sino también en etapas posteriores a su puesta en carga, análogamente a lo realizado en Traneberg. Por estar aquella obra emplazada en un lugar de



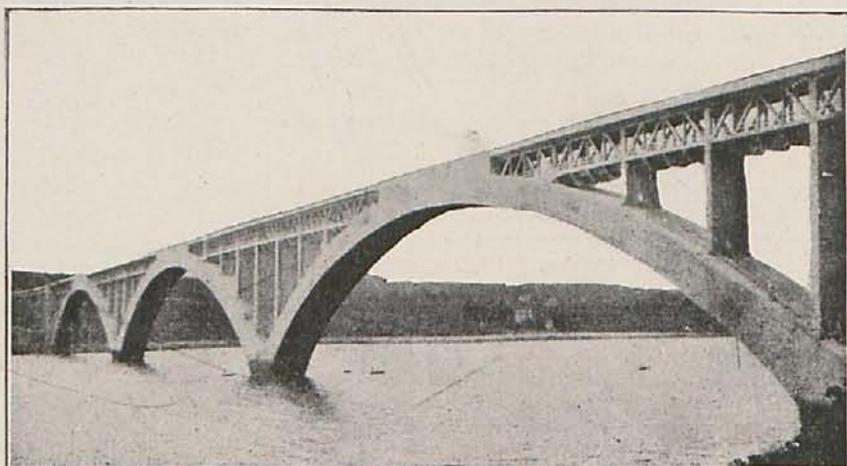
El puente de Traneberg
en Estocolmo.

clima tan seco y tan duro como el de la meseta castellana, y al quedar sumergida en el embalse parte de ella en determinadas épocas, pueden resultar más graves los fenómenos de deformación; además, sus diferencias con los resultados obtenidos en los climas húmedos y fríos de las costas del Norte, pueden arrojar gran luz sobre las nuevas teorías de retracción, temperatura, etc., que en la actualidad preocupan y son de estudio incansable para todos los técnicos del mundo.

Todas estas grandes obras constituyen, no sólo el triunfo para su autor; significan, además, un motivo de orgullo nacional y un exponente del progreso de su técnica. En el caso presente, la valía de nuestros técnicos y de las casas constructoras especializadas, tie-

nen una ocasión de dar pruebas del elevado nivel a que se encuentran. Pero para ello es también necesario que la Administración disponga con amplitud los medios para experimentación y estudio, que, en general, no suele proporcionar. De este modo podría aportar la ingeniería española, a la técnica mundial, un arsenal de experiencias y un avance en la utilización del hormigón, que elevarían el rango técnico de España ante el mundo.

Cuando se conozcan los planos de construcción del puente, y en especial el sistema de cimbra y demás problemas previos a estudiar, de más importancia y dificultad que el proyecto general mismo, tendremos al corriente de ellos a nuestros lectores.



El puente de Plougastel.

EL VIADUCTO DEL ESLA

Por CESAR VILLALBA, Ingeniero de Caminos (Jefatura de Puentes y Cimentaciones)

Descripción del proyecto de viaducto sobre el embalse del Esla, con el mayor arco de hormigón del mundo, para la línea de ferrocarril de Zamora-Orense-Coruña.

Entre los numerosos trabajos que el que fué mi querido compañero Francisco Martín Gil realizó en los últimos años de su malograda existencia, en los cuales colaboramos en el mismo servicio, la Jefatura de Puentes y Cimentaciones, descuella por su importancia y por los profundos conocimientos que revela, el proyecto del viaducto del Esla, proyecto que a grandes rasgos vamos a dar a conocer a los lectores de esta Revista, como póstumo homenaje al autor de tan importante estudio.

Desechadas por la Superioridad diversas soluciones estudiadas por la Jefatura de Estudios y Construcciones de ferrocarriles encargada de la construcción del ferrocarril de Zamora a la Coruña, la de Puentes y Cimentaciones emitió un informe en el que se decía que realizado por los Ingenieros de esta dependencia (la Jefatura de Puentes y Cimentaciones) un ligero tanteo, se afirmaba la posibilidad de construir un arco de hormigón en masa de 200 m. de luz aproximadamente, con 60 m. de flecha y sección en doble cajón, sin acudir a supercementos, con un presupuesto aproximado de cinco millones de pesetas, lo que representaba una economía de pesetas 1.300.000 respecto al más barato de los proyectados por la Jefatura de Estudios y Construcciones de ferrocarriles.

Autorizada la Jefatura de Puentes y Cimentaciones para redactar el proyecto, de acuerdo con el citado informe, efectúa el señor Martín Gil dicho trabajo.

La obra proyectada es para doble vía, el arco central tiene 191 m. de luz real en la coronación de cimientos y su flecha hasta el intradós en la clave es de 62,418 m. Este arco, de 7,90 m. de ancho en la clave y 3,70 m. de altura, está aligerado por tres huecos longitudinales y sus frentes presen-

tan un talud de 0,015, común a toda la obra del vano principal.

El arco así constituido termina a la cota 684,509, y desde ésta a los cimientos se prolonga por unos salmeres para disponer de manera adecuada la parte de obra que ha de estar inundada por el embalse de Ricobayo, hoy en construcción. Disposición es ésta empleada entre otros en el puente de Luxemburgo y del Risorgimento en Roma, y ya preconizada por Von Emperger en estas palabras: "Las articulaciones son poco ventajosas, alguna vez inútiles, y es mucho mejor preferir los arcos empotrados en fuertes consolas formando parte de los apoyos de tal modo, que una fracción de la luz total del arco sea salvada por el voladizo de las consolas."

Soporta el gran arco los pórticos de sustentación del tablero y encuadrando la obra proyectada para salvar el vano central, se han dispuesto las pilas-estribos y cinco arcos de 22 metros para el viaducto de entrada, sobre pilas que, en el arranque de los arcos, tienen espesores de tres metros en la pila de menor altura, y 4,50 en la más alta, así como tres arcos de igual luz sobre pilas de espesores de 3,90 y 3,25 en el viaducto de salida.

I.—DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

Tal es, en términos generales, la magnitud de la obra propuesta. Demos algunos detalles de la misma.

Los arcos, de 22 metros de luz, son de medio punto, intradós circular de 11 metros de radio y limitados estos arcos por la junta a 60° de la clave. El espesor, en la clave, es de 1,10 metros. Estos arcos van armados con perfiles laminados, cuyo objeto, además de contrarrestar los esfuerzos producidos por las

cargas, variación de temperatura y retracción del fraguado, es el de oponerse a los producidos por la elasticidad de los apoyos; esta última causa, en las pilas altas, es la que produce efectos más desfavorables sobre los arcos que sustentan.

Los salmeres de estos arcos están limitados por el plano general de arranques (cota 713,018), las caras de intradós de los arcos, las juntas de rotura de éstos a 60° de la clave y la coronación (cota 719,618), que es la horizontal de las juntas de intersección de las de rotura con el trasdós de los arcos. La longitud de los salmeres es de ocho metros en la parte inferior.

Los tímpanos van aligerados mediante bóvedas de medio punto, de dos metros de luz, con pilas aligeradas.

Las pilas, en los viaductos de acceso, enrasadas a la cota de arranque aparente (713,018), tienen ocho metros de longitud, medida transversalmente en el eje y en su coronación, y talud transversal de 0,02. Son huecas, con huelgo suficiente para elevar materiales. En la coronación, y longitudinalmente, tendrán paredes de 0,90 metros de espesor, retallando 0,10 metros en cada trozo; transversalmente, tienen en la coronación un espesor de paredes de 1,50 metros y retallos de 0,25 metros, correlativos de los de 0,10 metros. A las mismas características responden las pilas-estribos.

Pasando a la descripción del arco principal, que es el elemento básico del proyecto, nos referiremos primero a la zona superior a la cota 684,508 metros, considerando después la inferior como salmer de arranque.

La bóveda puede considerarse como de hormigón en masa, ya que la armadura, en muy escasa cuantía, no se dispone para contrarrestar los esfuerzos principales. Sus frentes tienen la inclinación de 0,015, por lo cual los anchos varían de 7,90 metros en la clave, a 9,063 metros en arranques. En cuanto a la sección, de altura variable, oscila desde 3,70 metros en la clave, a 5,072 en arranques, con lo cual se ha pretendido que la proyección

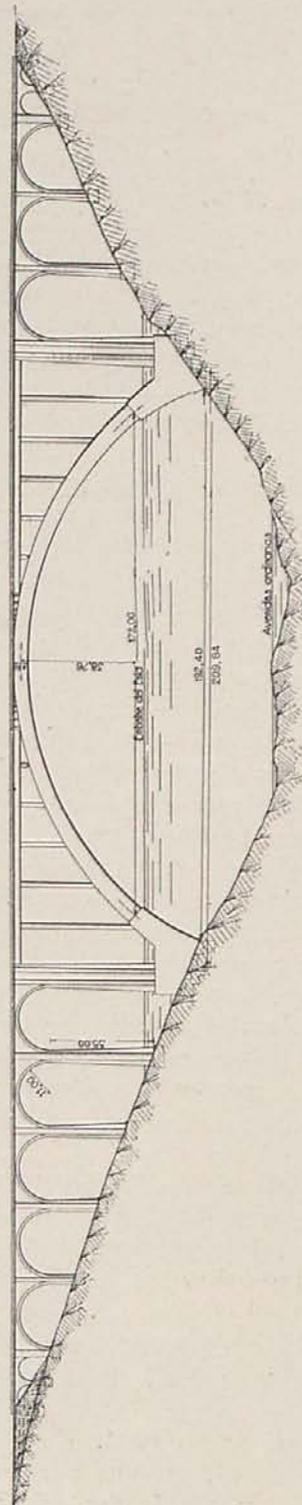


Fig. 1.—Alzado general del viaducto.

de la sección sobre la clave sea constante y que la proyección del momento de inercia sobre la clave también lo sea, consiguiendo lo primero, y de una manera aproximada, lo segundo.

La sección transversal es hueca, presentando dos cabezas, ambas de igual espesor, variable de 0,90 en el centro del vano, a 1,324 en el apoyo sobre el salmer, y, unidas dichas cabezas por cuatro tabiques de 0,70 metros de espesor constante y altura variable desde 1,90 metros en el centro a 2,424 en los extremos.

La fibra media del arco corresponde a la ecuación

$$Y = 206,7(\alpha - 2\alpha^2 + 2\alpha^3 - \alpha^4)$$

en la cual Y está expresada en unidades absolutas, y α es la relación de la abscisa a la luz en arranque, esto es, a 172 metros. Es esta fibra media, sensiblemente, la funicular de cargas fijas.

Los tímpanos del arco, estudiados primeramente como arcos de 11,50 metros de luz, fueron constituidos definitivamente por elementos de hormigón armado. Se distinguen en estos tímpanos tres partes. Una extrema, que es la inmediata a arranques, con seis tramos de 12,50 metros de luz libre cada uno, constituida por vigas sobre pilares. Otra intermedia, formada por una losa continua de cinco tramos de 2,50 metros de luz libre, empotrada a pilares articulados en su base, y, por último, la parte central, en nueve metros a partir de la clave, constituyendo tímpano macizo.

Los salmeres del arco principal son macizos, tienen por fibra media la continuación de la fibra media del arco de 172 metros, con igual ecuación; pero, además de ser macizos, presentan, respecto del arco, mayor sección transversal; el ancho aumenta en 1,35 metros, que es la diferencia existente entre la altura total de los taludes de 0,015 adoptado para la bóveda, y el de 0,02 de las pilas-tribos, con 0,50 de zarpa. La altura es de 1,20 metros más para el salmer que para el arco, en la superficie de contacto.

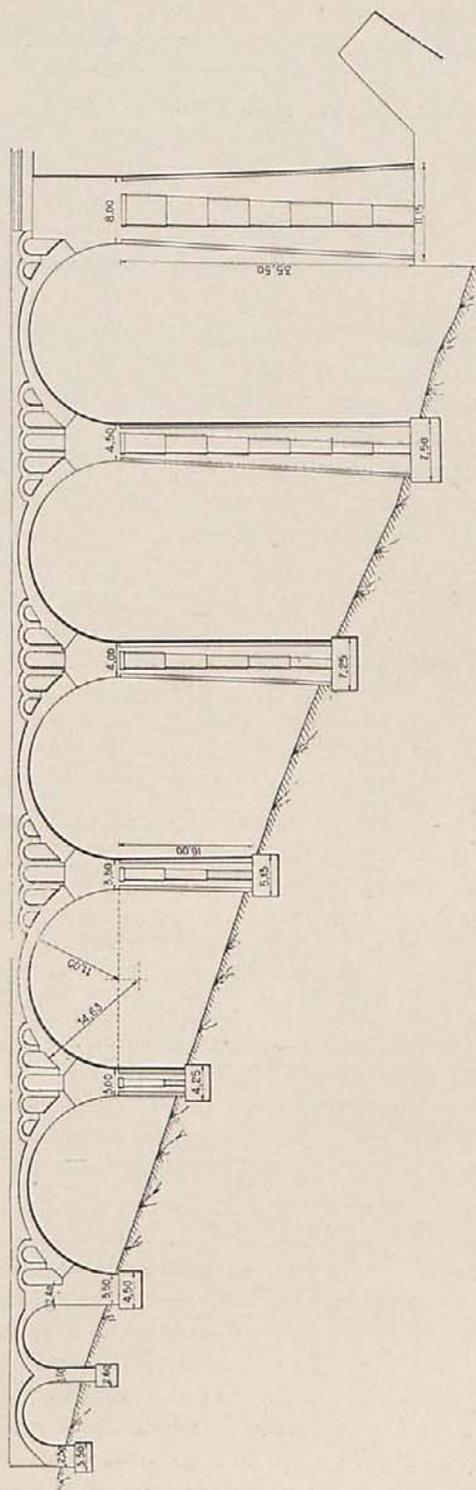


Fig. 2.—Sección longitudinal del viaducto de entrada.

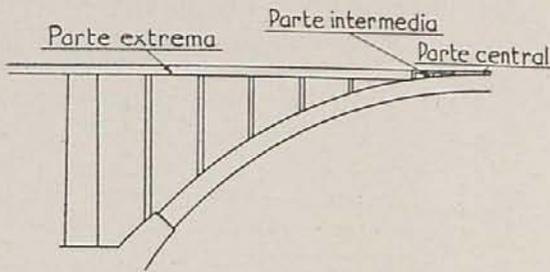


Fig. 3. - Croquis de los tímpanos con los tres tipos de estructura.

Respecto a las fundaciones, las pizarras y cuarcitas que constituyen el terreno, están al descubierto, pero ante el temor de encontrar bolsadas de arcilla más o menos dura, lo que es frecuente en estos terrenos, se efectuaron calicatas que confirmaron la buena naturaleza del terreno de fundación.

II.—CÁLCULOS DE ESTABILIDAD.

Pasando a la explicación, en líneas generales, de los cálculos justificativos, diremos que se establecen primeramente las ecuaciones

generales de las bóvedas, tanto de la principal, como las de viaductos de acceso. Para ello, dibujada primeramente la línea de carga de los pesos fijos, ésta se asemeja a una parábola de segundo grado, haciendo intervenir la relación p del peso por metro en los arranques al peso por metro en la clave.

Como la funicular es la integral doble, resulta una parábola de cuarto grado, cuyas constantes se determinan con las condiciones de que pase por el origen, tenga su tangente horizontal en el punto medio y el coeficiente sea tal que, para la semiluz, la ordenada sea igual a la flecha, estudio que anteriormente ha sido expuesto por nuestro compañero Sr. López Rodríguez en la *Revista de Obras Públicas* (años 1923-24 y 27).

Las expresiones generales de las reacciones se han obtenido prescindiendo, en primer término, de las variaciones longitudinales y estableciendo las fórmulas generales del momento flector y esfuerzo normal, sin esfuerzo cortante, y siguiendo el procedimien-

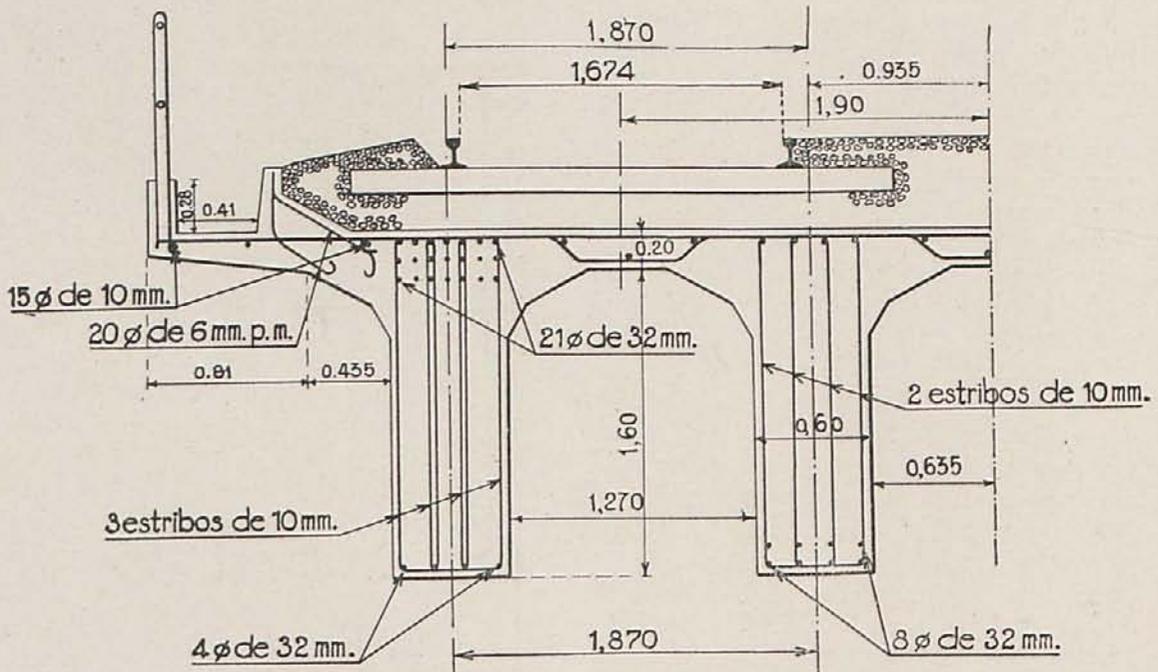


Fig. 4. - Semisección del tablero, correspondiente a los tímpanos en la parte extrema.

to que se deduce del teorema de Castigliano.

La ecuación que resulta de hacer intervenir como causa el momento flector, no ofrece ningún artificio de cálculo, pero sí la del esfuerzo normal, en la que se supone que dicho esfuerzo, en el arranque, es igual al empuje horizontal, artificio que facilita la integración y que es admisible especialmente para los arcos rebajados a $1/5$.

Se obtienen así, sencillamente, las fórmulas que dan los valores de V , H y M , en el origen.

Suponiendo luego que actúan solamente las causas longitudinales y procediendo de igual modo, se obtienen los efectos longitudinales.

a) Arcos de 22 metros.

Establecidas así las ecuaciones y fórmulas generales para las parábolas de cuarto grado, se estudian los arcos de 22 metros, que corresponden a los viaductos de acceso. Se sustituye, para ello, simplificando así los cálculos, la línea circular por la parábola de cuarto grado resultante de hacer $p = 3$ en la fórmula general, de cuya deducción acabamos de hacer mención. Resulta así la parábola:

$$Y = 5,45 (3\alpha - 9\alpha^2 + 8\alpha^3 - 4\alpha^4)$$

referida a ejes que pasan por los arranques y estando α en unidades relativas siendo unidad la luz.

Esta parábola presenta gran analogía con la fibra media real, coincidiendo ambas curvas en clave y arranques y a 0,2 y 0,8 de la luz; la divergencia máxima es de 0,04 metros y la diferencia de los radios de curvatura en la clave 0,63 metros, menos del 5 por 100.

Calculados, mediante descomposición en dovelas, el efecto de las cargas fijas, y por las líneas de influencia el de las sobrecargas, se añaden a éstos los de una variación de temperatura que se ha supuesto de $\pm 10^\circ$, teniendo en cuenta, para fijar este valor, los fuertes espesores de la bóveda y su protección por la capa de relleno y balasto. Tam-

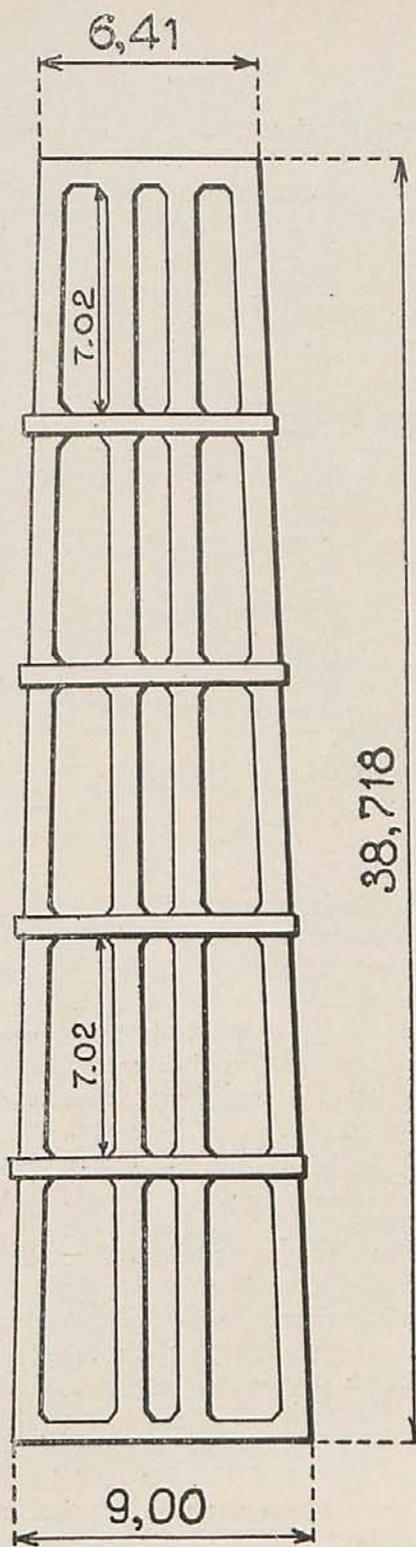


Fig. 5.—Tabiques. Vista lateral del núm. 1.



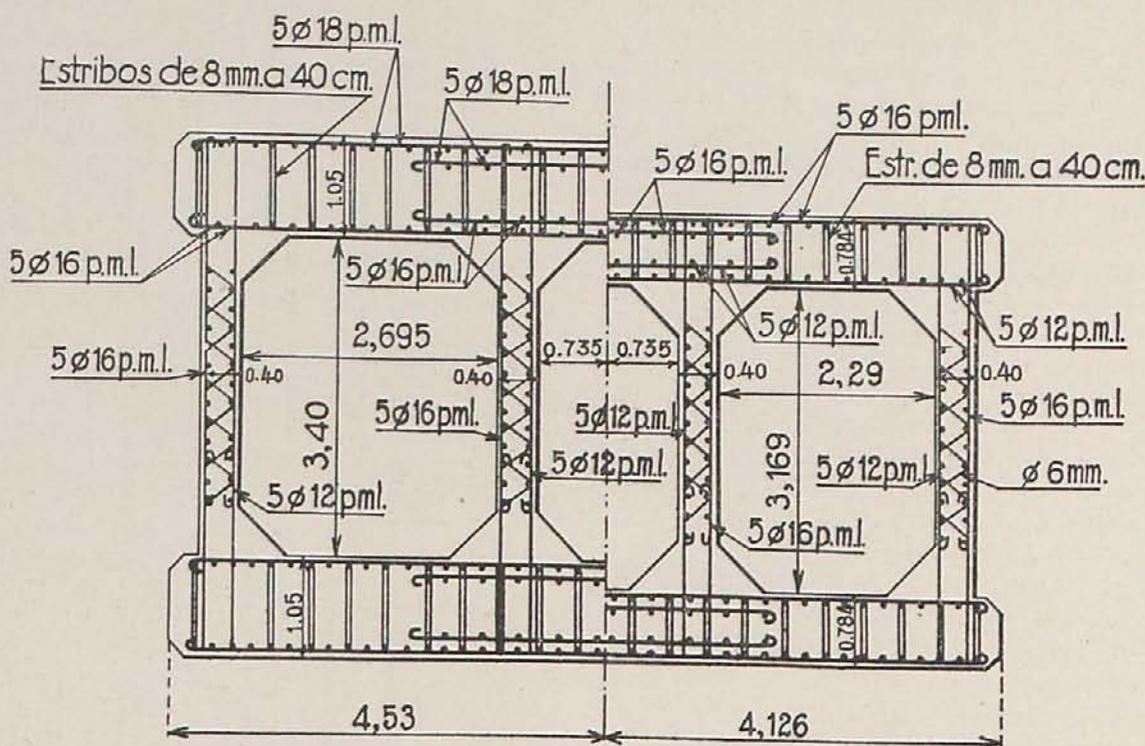


Fig. 6. - Secciones del arco por el arranque y por la abscisa 0,20.

bién se ha calculado el efecto de la retracción de fraguado, siendo el hormigón que ha de emplearse de 300 kilogramos de portland por metro cúbico, como máximo, al que por término medio corresponde una retracción menor de 0,0004 y admitiendo que las bóvedas se cierran cuando lleven un mes de construídas, con lo cual se ha verificado ya la mitad de la retracción, queda ésta reducida a 0,0002, que equivale a una disminución de temperatura de 16,6 grados.

Por último, se tiene en cuenta la elasticidad de las pilas, dada la altura de éstas. El método seguido consiste en calcular el peso elástico y el eje vertical de la elipse de inercia de la bóveda en la pila más alta, siendo inversamente proporcionales a los productos i^2 (i , eje de la elipse elástica, peso elástico), los esfuerzos que absorben esas dos partes. La fuerza absorbida por la pila, desvía ésta, y, por consiguiente, aumenta la luz en el arco sobrecargado análogamente a una contrac-

ción longitudinal, lo que origina un esfuerzo suplementario, resultando que la retracción del fraguado, contracción por temperatura y flexibilidad en los apoyos, son los esfuerzos más importantes a que están sometidas las bóvedas. Dichos esfuerzos, análogos a fuerzas horizontales que pasan por el centro elástico del arco, originan momentos flectores de importancia, que obligan a fuertes armaduras.

Las cargas específicas que resultan son: de 35,4 kg./cm.² para el hormigón, y 658,4 para la armadura (10 angulares de $\frac{90 \times 90}{9}$,

en arranques, y 48,6 kg./cm.², para el hormigón en la clave, formando la armadura en ésta por 14 piezas de dobles angulares de $\frac{90 \times 90}{9}$

9

b) Pilas de los viaductos de acceso.

Se calculan primero las reacciones de una

bóveda sobrecargada en toda su luz, y solamente por la carga móvil.

Descompuesto el arco en dovelas y calculados los pesos elásticos y ejes de la elipse de inercia de las dovelas, se halla el peso elástico de una semibóveda, y mediante la determinación de los antípolos de la horizontal, que pasa por el centro elástico respecto a la elipse de inercia de las dovelas, se aplica el teorema de Culmann para obtener el eje vertical de la elipse de inercia de la bóveda y la suma de productos i^2 .

Las hipótesis de cálculo más desfavorables para las pilas, es el suponer una bóveda cargada y la otra no. En estas condiciones se origina un empuje suplementario que absorbe la pila y la bóveda conjuntamente y en razón inversa de los productos i^2 , originándose, además, un desplazamiento del vértice de la pila que aumenta la cuerda en la bóveda cargada, disminuyendo el empuje y produciendo efectos contrarios en la bóveda descargada. Otra hipótesis estudiada, la de su-

poner que las pilas inmediatas a la que se estudia son fijas, no es exacta, pero permite calcular los esfuerzos, más grandes que los reales, en las bóvedas descargadas. Siendo en esta hipótesis los efectos en las dos bóvedas iguales y contrarios, resulta que el empuje de la bóveda cargada, disminuido por el desplazamiento de la pila, es igual al absorbido por la bóveda más el que absorbe la pila, estos dos últimos en relación inversa de los productos i^2 .

La línea de presiones queda, con este método de cálculo, mucho más centrada en la pila, exigiendo menores dimensiones, pero señala en la bóveda esfuerzos extraordinarios. El índice de esta influencia es la relación de los productos i^2 en la bóveda y en la pila, y este número, para las pilas, varía principalmente con la altura de la pila, indicando la flexibilidad relativa. El efecto sobre las bóvedas oscila entre 46,7 toneladas, que absorbe la bóveda por efecto de la flexibilidad de la pila más baja, a 108 toneladas para las bóvedas en la pila de más altura. Los esfuerzos

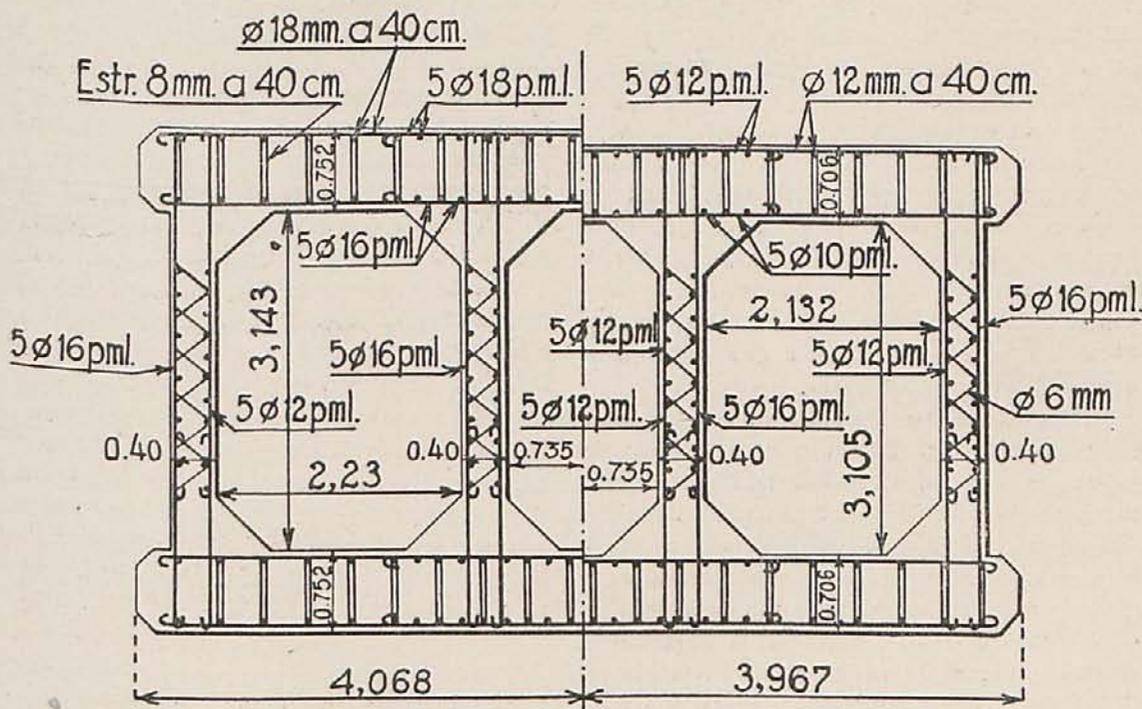


Fig. 7. - Secciones del arco por las abscisas 0,25 y 0,40.

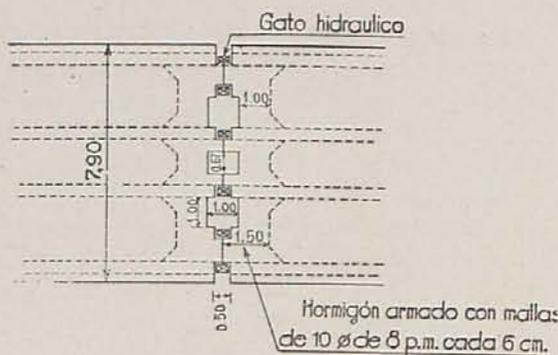


Fig. 8.—Planta de la clave.

absorbidos por las pilas varían desde 192,6 toneladas a 71,2.

Por último, los esfuerzos horizontales absorbidos se suponen en el centro elástico y con los pesos que obran sobre las pilas se calculan las presiones. Las cargas de trabajo oscilan entre 14,2 kg./cm.² a 17,4 kg./cm.², para la pila más alta, hasta 13,0 y 14,0 kg./cm.² en la número 4, y 20,7 kg./cm.², para la pila estribo, la cual se supone que tiene que resistir íntegro el empuje del arco de 22 metros, pero con el peso estabilizador de un semitramo de las vigas-largueros del arco principal.

c) Arco principal.

Teniendo en cuenta que el peso por metro cuadrado correspondiente a la línea de carga es cuatro veces mayor en los arranques que en la clave y parabólica de cuarto grado su ley de variación, la ecuación de la fibra media resulta de hacer $p = 4$ en la fórmula general de las parábolas de cuarto grado a que antes se hizo mención.

El cálculo de los efectos de las cargas se ha efectuado con el auxilio de las líneas de influencia. En primer lugar se ha calculado el efecto del peso fijo, considerando dividido éste en las partes distintas de construcción, y siguiendo el orden de ésta: arco, pilas, tímpanos centrales, piso, etc., demostrando la suma de todos estos efectos que la fibra media es casi exactamente funicular de las cargas y momentos flectores resultantes en clave y arranques muy reducidos.

La carga móvil tenida en cuenta ha sido de 8 toneladas por metro lineal de tren, según los Cuadros de la vigente Instrucción de tramos metálicos para ferrocarril y mayor que la resultante de tener en cuenta las locomotoras y vagones de la misma Instrucción.

El efecto máximo de la carga móvil en clave y arranques, resulta ser para las cargas móviles, compuestas de dos trenes, inferiores a la mitad del que corresponde a las cargas fijas.

Se calcula luego el efecto de una variación de temperatura de $\pm 10^{\circ}$ y el efecto del viento de 135 kg./cm.², inferior a los 170 kg./cm.² que prescribe la Instrucción.

Resultan por todos los anteriores efectos cargas de 86 kg./cm.² en arranques y 83,1 en la clave, fijando en virtud de ello estas cifras como 0,28 de la carga de rotura, o lo que es igual, hormigones que a los noventa días se partan a 310 kg./cm.², o lo que es próximamente igual, 217 kg./cm.² a los veintiocho días, es decir, 0,7 de la carga de rotura a los noventa días. Se considera por ello que con dosis de 350 kg. de cemento se pueden obtener hormigones que resistan dichas cargas.

El cálculo de las cargas de trabajo en los elementos del arco se ha rehecho pensando y siguiendo un plan de construcción y teniendo en cuenta además las fatigas parásitas y el efecto de corrección por descimbramiento, según el sistema de Freyssinet.

El arco se supone construido en dos rosas, comprendiendo la primera la cabeza inferior y los tabiques verticales y la segunda la cabeza superior.

El peso de la primera rosca lo soportará la cimbra hasta el instante del descimbramiento, y el peso de la segunda rosca lo sostendrá el arco formado por la primera; por último, el resto de los pesos de toda la estructura, así como el peso de la primera rosca, lo soportará el conjunto.

Calculado el efecto sobre el conjunto del arco completo, de su peso propio, componiendo sus efectos según la teoría de Resal, se comprueba que el procedimiento de cons-

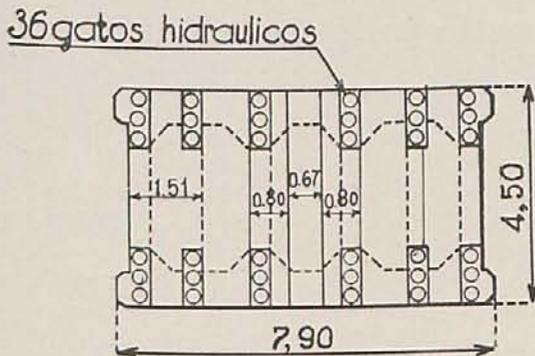


Fig. 9.—Frente de la clave.

truir por roscas ocasiona un descenso de la línea de presiones.

Bajo las cargas fijas sufre el arco una compresión de 45 kg./cm.², y, por tanto, un acortamiento elástico de su fibra media, que producirá idéntico efecto que una disminución de temperatura, y además otro acortamiento por efecto de la retracción del fraguado.

La variación total de longitud es, por la primera causa, 0,00023, supuesto $E = 2 \times 10^9$ kg./m.², y la retracción total del fraguado puede suponerse 0,0006. No entra en cuenta, sin embargo, más que por 0,0004 por construirse la primera rosca por dovelas. Estos efectos son los que se anulan con la corrección al descimbramiento y además elevan la línea de presiones descendida por haber seguido el citado procedimiento de construcción.

En el instante del descimbramiento, con aproximación muy suficiente, puede suponerse que el acortamiento elástico por el peso propio es la mitad del total, que la parte de retracción ya verificada es de 0,00018 y que la temperatura de cierre del arco es próximamente la media.

Reunidas, al descimbrar, todas las causas indicadas, los esfuerzos específicos resultantes indican que en ningún instante de la construcción habrá esfuerzos de tensión, y las cargas de trabajo no alcanzan valores superiores a los citados antes, sin que puedan producirse posteriormente cargas de tensión.

La corrección comprende tres partes: la primera compensa las variaciones longitudinales por acortamiento elástico y retracción de fraguado: ésta es una fuerza horizontal que pasa por el centro elástico del arco y proporcional con el efecto que ha de producir, a una variación de temperatura; la segunda parte es un momento flector en la clave de 2.228,4 toneladas métricas, y la última una fuerza en la clave de 53,6 toneladas, que produce en los arranques un momento flector de 2,081,3 toneladas métricas; el conjunto es equivalente a una fuerza de 380,6 toneladas, que pasa por el centro elástico del arco y un momento flector positivo de 2.828,7 toneladas métricas en la clave.

Produce la fuerza, por pasar por el centro elástico del arco y por el de la mitad del arco, una traslación sin rotación; la junta de clave se conservará paralela a sí misma y su separación estará dada por el acortamiento total, correspondiente al unitario equivalente a la referida fuerza deducido por el efecto calculado para una variación de temperatura, en este caso de 148 mm.

El momento flector en la clave produce, por su parte, un giro de la sección, dado por la conocida fórmula $\epsilon = \frac{m}{EI} \alpha$, que resulta ser de 0,00337.

La corrección, por tanto, debe hacerse abriendo el arco por la clave y dejándolo ce-

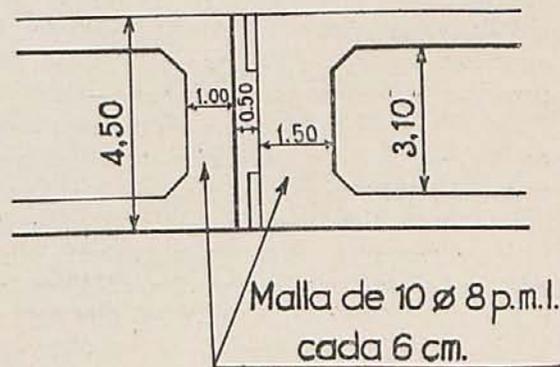


Fig. 10.—Sección longitudinal de la clave.

rra sobre placas que tengan 160 mm. en el trasdós y 136 en el intradós. Aunque si de los ensayos de hormigones en obra resultasen otros coeficientes de elasticidad y retracción deberán calcularse las modificaciones convenientes en la corrección, según hemos efectuado nosotros recientemente en el puente sobre el río Guadalhorce en Pizarra (Málaga), donde por primera vez en España se ha aplicado este sistema, que es el de Freyssinet.

Queda el arco proyectado, en todas sus partes sometido a compresión, ya que la mínima compresión alcanza 11,5 kg./cm.² y, por consiguiente, no se precisan armaduras longitudinales. Pero, en cambio, son necesarias armaduras transversales para el mejor enlace y transmisión de esfuerzos, compensar el pequeño esfuerzo cortante que se producirá por los aligeramientos interiores y unir de modo eficaz las cabezas horizontales a los tabiques.

La cuantía de armadura es algo menor que la empleada en la obra análoga del puente de Alberto Loup, conocido por el puente de Plougastel, pero allí la sección es tan aligerada que la relación del área del hormigón comprendida en el contorno envolvente es la cuarta parte.

Los salmeres del arco se construirán en voladizo y el cálculo se reduce a hallar las armaduras necesarias para la sustentación del peso propio. En cuanto a las presiones, teniendo en el arco las cargas más descentradas, que son las que producen mayores momentos positivos y negativos, y calculando las presiones en la cara superior del salmer, resulta que las presiones de 85 kg./cm.² del arco quedan reducidas a 38,50 en el salmer. Compuesta luego la línea de presiones con el peso del salmer, libre y sumergido en el agua, y con los pesos transmitidos por la pila externa, con y sin sobrecarga en ella, resulta que en la sección teórica de arranque del salmer la presión máxima es solamente de 28,3 kg./cm.²

Siguiendo la composición de fuerzas con los pesos del macizo de estribo en los dos casos de emergido y sumergido y el peso de la

pila estribo para hallar las resultantes sobre el cimientto, se obtiene una carga máxima de 22,9 kg./cm.² en plano de enrase y, por último, compuesta con el peso del cimientto, da una carga máxima sobre el terreno de fundación de 14,6 kg./cm.² perfectamente soportable por las cuarcitas duras en que han de asentarse los apoyos.

d) *Tímpanos del arco principal.*

Según hemos dicho, se distinguen en ellos tres trozos: los extremos son pórticos formados por vigas-largueros (una para cada carril) sobre pilares arriostrados en el sentido transversal al eje del puente. Las vigas se unen rigidamente a los tres primeros pilares, por semiarticulación al cuarto y quinto y por simple apoyo, mediante placa de deslizamiento, al último, terminando en un voladizo de 1,50 m.

Los tramos intermedios son losas continuas de luz variable, desde 2,50 m. en los primeros tramos a 1,60 en el último, sobre tabiques articulados en su pie los primeros y en su coronación los últimos.

Y el tercer tramo, que es el central o de clave del arco, está constituido por muretes longitudinales en los frentes que sirven de guardabalasto.

Con dichas disposiciones se consigue una gran coincidencia entre las hipótesis del cálculo del arco y la realidad, ya que los primeros pórticos, por su altura de pilares y flexibilidad, permiten suponer que el arco recibe acciones verticales: los pórticos intermedios articulados evitan un incremento brusco y considerable del momento de inercia del arco y derivaciones de la fibra media, que daría lugar a esfuerzos locales grandes y difíciles de calcular y contrarrestar.

El cálculo del primer pórtico se efectúa por los métodos usuales de la mecánica elástica. Se tienen luego en cuenta los esfuerzos de flexión producidos en los montantes por dilatación de las vigas longitudinales en el supuesto de 0,000012 de coeficiente de dilatación y $\pm 15^\circ$ de oscilación térmica. Conduce esta consideración a articular el tabique más

corto en su base y coronación para evitar el momento de 19.600 mkg. que por ello se produce y el penúltimo en su coronación reduciendo el momento de 38.500 mkg. a 19.000; al inmediato corresponde 10.210 mkg., no exigiendo ya disposición especial.

Otro efecto es el debido a la dilatación y contracción del arco, por lo cual éste se eleva o descende en la clave una cantidad dada por la fórmula $\delta b = 1,80 r a t$, siendo $r = 125$; $\alpha = 0,000012$; $t = 15^\circ$; luego $b = 1,80 \times 125 \times 0,000012 \times 15 = 0,04$, y en el apoyo extremo de la viga larguero,

$$y = \frac{4 \times 0,04}{172} (172 \times 63 - 63^2) = 0,037$$

que representa un momento flector $m = 19.845$ mkg.

Se estudia luego el asiento elástico de los

tabiques dando como máximo (primer tabique) una deformación de 0,2 cm., produciendo un momento elástico en la sección más peligrosa de 15.000 mkg., que es el 6 por 100 del hallado por la suma de todas las cargas anteriores.

Calculadas las secciones, el amarre de los tramos a la pila-estribo se calcula para resistir un esfuerzo horizontal, que es el de frenado y dilatación, 31,7 toneladas en total para cada viga.

Se estudia, por último, el segundo trozo o tímpano central también por la conocida teoría de los pórticos.

Expuesto lo referente a descripción general de la obra y cálculos correspondientes, dedicaremos otro artículo al sistema de ejecución, cimbras, variantes posibles y otras cuestiones complementarias.

LA PRESA DE HOOVER O DE BOULDER

Resultados del hormigonado de la presa:

De todo el estudio de la instalación de hormigón, Steeli, director de la sección de proyectos de presas, saca las siguientes conclusiones:

Las cualidades estructurales y la granulometría y agregados son las mejores obtenidas por el *Bureau* desde su fundación.

La planta de hormigonado empleada es probablemente superior a cualquier otra de trabajo similar.

La relación de agua a cemento de 0,53 es la más baja que puede asegurar una colocación satisfactoria del hormigón con la dosificación de cemento establecida. (Véase número anterior.)

La resistencia obtenida en grandes probetas, variables de 178 a 200 kg/m², a los veintiocho días con curado húmedo es suficientemente segura para las condiciones de trabajo de la presa.

Un "slump" de 7,6 cm. cuando se coloca la masa en los moldes produce un hormigón perfectamente uniforme, más de lo que se obtendría con un "slump" menor.

El cemento fabricado y mezclado en la presa

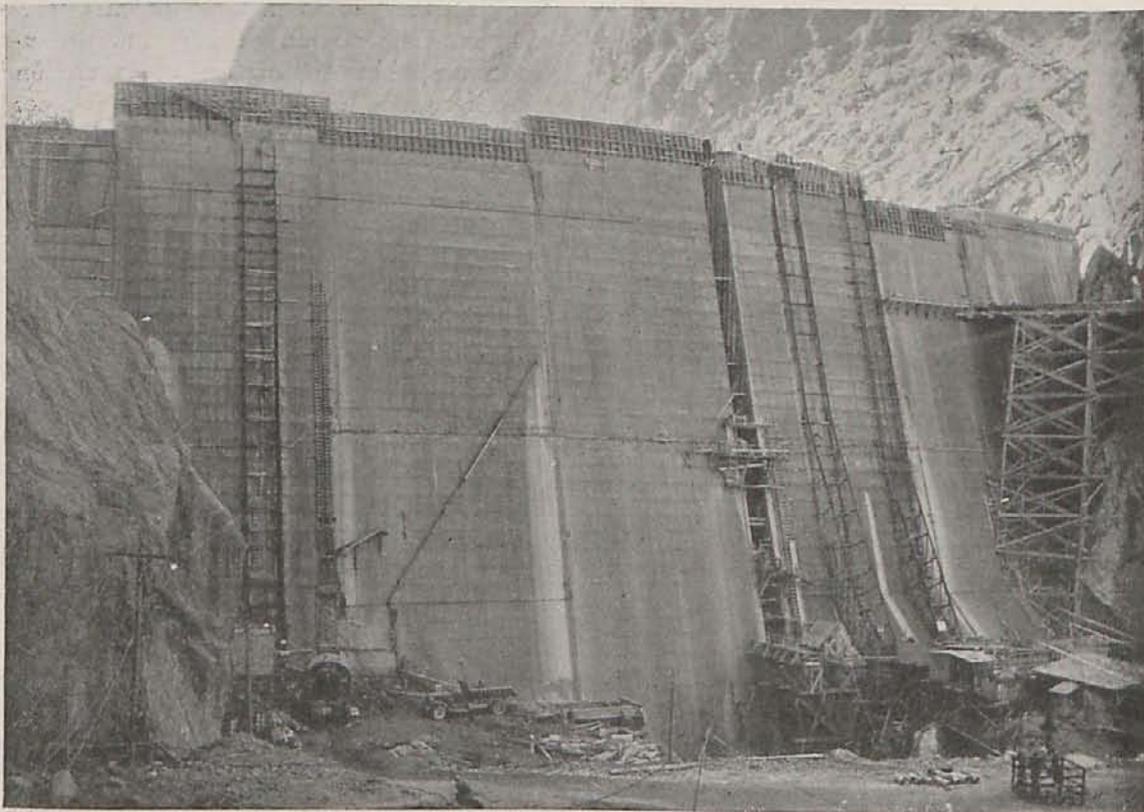
asegura una perfecta uniformidad y el cumplimiento de todas las condiciones exigidas.

En la colocación de masas de hormigón en grandes unidades, el uso de cubas con dos o más compartimientos, o uno en el que la cantidad descargada en un momento dado pueda ser controlada, produce una manipulación más económica y satisfactoria.

La colocación de hormigón semiciclópeo con vibradores internos sirve para producir una colocación más satisfactoria en las partes contiguas a los moldes, especialmente si viene una masa más seca; pero el vibrador tal como se usa ordinariamente es más una herramienta de transporte por fluidez dentro de la masa que un método de superconsolidación.

La impermeabilidad de la presa en conjunto depende principalmente de la limpieza y curado de las juntas entre una masa y otra, sobre todo en las juntas horizontales.

La uniformidad es el factor más importante de todo el proceso, y todas las normas relativas a la mezcla y colocación deben tener como objeto principal obtener esta uniformidad.



Vista del paramento de aguas arriba de la presa.

Aliviaderos, desagües e instalaciones:

Los dos aliviaderos de superficie están proyectados para una descarga total de 13.000 m³ por segundo, es decir, con un 50 por 100 de exceso sobre el máximo caudal conocido del río. Cada aliviadero tiene 122 m. de longitud, y entre los dos han necesitado para su terminación 114.600 metros cúbicos de hormigón; la descarga se hace por un túnel de gran pendiente con diámetros comprendidos entre 14,24 y 21,34 m.

Los aliviaderos llevan compuertas metálicas flotantes para la regulación automática del nivel; todas las formas del aliviadero y túneles de desagüe se han estudiado en modelos reducidos en los laboratorios hidráulicos. El canal tiene un ancho de 12,20 m. en el fondo y de 38,10 m. a 50,3 m. en la coronación. Su altura es de 22,90 m. a 39 m., con pendientes del 12 por 100.

Como se ve en la figura, se ha proyectado un escalón entre la solera del vertedero y el fondo del túnel de desagüe, con objeto de obtener un colchón de agua debajo de la lámina vertiente y dis-

minuir al mismo tiempo las perturbaciones a la entrada del túnel. Este colchón de agua tiene un pequeño desagüe para vaciarlo, pasada la avenida.

Las paredes del canal están revestidas con hormigón de 61 cm. de espesor, ligeramente armado. Este recubrimiento fué hecho por paños de 4,27 m. por 4,57 m., anclados en la roca por medio de barras de 28 mm., a distancias no superiores a 1,53 m. Todo este revestimiento lleva un sistema de drenaje interior formado por hormigón poroso debajo de las juntas, con tuberías de desagüe a un colector general que corre a lo largo del canal; además, toda la solera lleva también una capa de hormigón poroso de 30 cm. Las compuertas forman cajones metálicos flotantes de 30,50 m. de longitud con fondo plano, y las dos caras curvas formando una sección transversal en triángulo mixtilíneo, de 5,20 m. de lado.

En la figura se ve el funcionamiento de estas puertas, que se elevan por flotación al entrar el agua en la cámara inferior, manteniéndose en la posición más alta hasta que al elevarse el agua del

embalse suficientemente abre una válvula y deja salir el agua de la cámara, permitiendo el descenso de la compuerta. Esta sobre-elevación puede regularse a voluntad, y en operación normal se calcula que la lámina de agua será de 2,28 m. por encima de la puerta, lo que corresponde a una descarga total de 2.067 m³ por segundo. La elevación del embalse se mantendrá constante hasta que las puertas están totalmente abatidas, después de lo cual tendrá que elevarse todavía 91 cm. más la lámina de agua para alcanzar la capacidad total de vertedero de 11.300 m³ por segundo, con una altura de lámina de agua de 8,20 m.

Al disminuir el caudal, las puertas se elevan automáticamente hasta su posición más alta a medida que el caudal va disminuyendo, y después, cuando éste disminuye más, vuelven a bajar, de tal modo, que cuando la avenida ha pasado totalmente las puertas quedan completamente bajas.

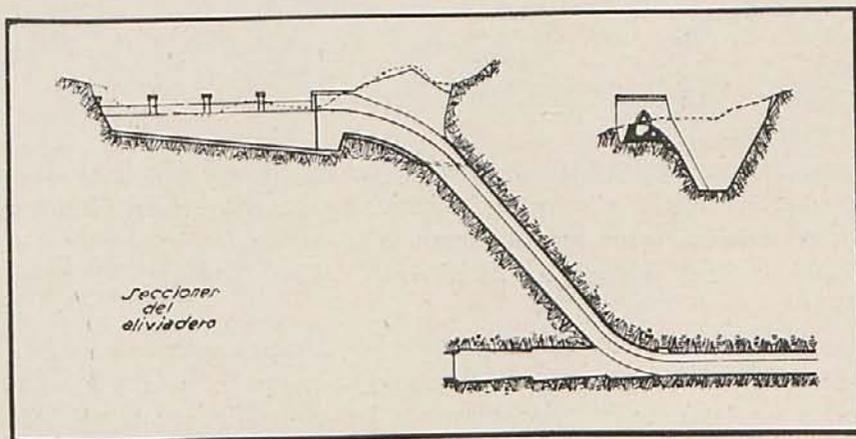
Entre las importantes instalaciones auxiliares de la obra, llama en primer lugar la atención la instalación de refrigeración, capaz de absorber todo el calor de fraguado del cemento, suponiendo que este calor es capaz de elevar en 22° la temperatura del hormigón por encima de la de hormigonado, y que la presa debe quedar al final a una temperatura variable según una ley lineal del paramento de aguas arriba al de aguas abajo, con 4,5° en la primera y 21° en la segunda; es decir, que se supone que el agua del embalse estará a una temperatura media de 4,5° y que la media del ambiente será normalmente de 21°.

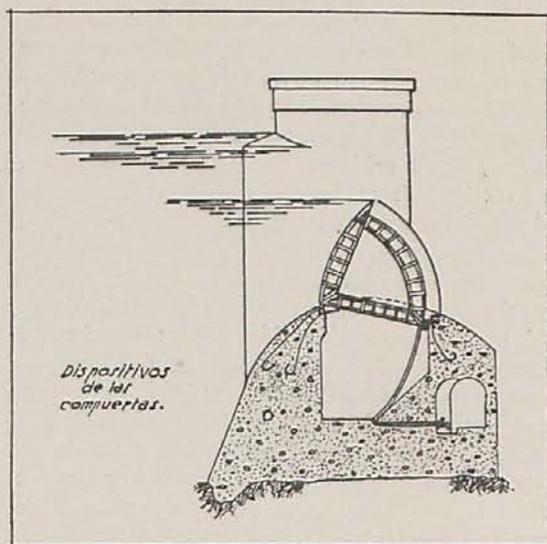
Para obtener este descenso de temperatura se dispone una red de tuberías de 25 mm. de diámetro distanciadas normalmente a 1,50 m. y por la cual se hace pasar primeramente el agua del río,

cuya temperatura se rebaja en una torre de refrigeración en 4° solamente, y cuando ya con este agua se ha producido un primer descenso térmico en el hormigón, se continúa haciendo circular agua refrigerada a más baja temperatura, por medio de una central de refrigeración a base de amoníaco. La capacidad de refrigeración de esta última central es suficiente para obtener 825 toneladas de hielo por hora y está accionada por tres motocompresores de 250 HP. cada uno.

El funcionamiento normal de la instalación de refrigeración en combinación con la marcha del hormigonado es la siguiente: los 10 ó 15 metros de altura recién hormigonados están normalmente sin refrigerar; los 15 m. inferiores se refrigeran con el agua de la torre de refrigeración; los 15 m. siguientes, con el agua más refrigerada, y en los 15 m. siguientes se hacen ya las operaciones de cierre de las juntas.

El gran taller de construcción metálica, dedicado principalmente a la ejecución de las tuberías, forma una nave de 160 m. de longitud por 26 m. de ancho y 16,8 m. de altura, situada a 2.400 m. de la presa. El trabajo más importante que se ejecuta en este taller es la construcción de las grandes tuberías de presión, que se fabrican por trozos de 150 toneladas de peso. El material para estas tuberías llega en forma de palastros de 9,70 m. de longitud por 3,65 m. de ancho y 70 mm. de espesor, con tres de los cuales se construye la sección completa de la tubería de 9,15 m. de diámetro. La chapa pasa primero a una prensa de planeado sobre la cual se marcan y cepillan los bordes. De allí pasa a una curvadora de eje vertical que le da la forma cilíndrica y que constituye seguramente la máquina más potente del mundo en su





género, capaz de aplicar una fuerza de 1.590 toneladas métricas sobre la plancha. De esta máquina pasa a la instalación automática de soldadura, que hace las uniones de unas chapas con otras, tanto a lo largo de las generatrices circulares de la tubería, haciendo la soldadura por dentro y por fuera del tubo. La soldadura es eléctrica y se hace con electrodos de 3,66 m. de longitud, pero que se montan de tal forma en la máquina, que la soldadura no se interrumpe al terminar uno de los electrodos y entrar en trabajo el siguiente.

Una vez terminadas todas las operaciones de soldadura, se hace una revisión de la misma, fotografiando las soldaduras por medio de rayos X en todos los puntos, lo que ha obligado a desarrollar

una longitud de fotografía de 122 km. Las fotografías se revelan inmediatamente para poder reparar cualquier defecto que se observe en el interior de la soldadura.

Por último, la tubería pasa a un horno de recocido, en el cual se eleva su temperatura a 650° durante el tiempo suficiente para que la temperatura sea uniforme en todo el espesor de la chapa, y después de ello se deja enfriar a 316° durante tres horas y, por último, se repasan los bordes de la tubería para su ajuste perfecto con el trozo siguiente ya en obra. Esta instalación tiene además máquinas auxiliares para las tuberías de menor diámetro, así como para las tuberías cónicas de los acuerdos entre unas secciones y otras de las diferentes tuberías.

Para el transporte de estas grandes secciones de tubería hasta la obra misma, se emplea el cable que hemos indicado anteriormente, de 150 toneladas de potencia, y cuya luz es de 366 m. El carro corre sobre seis cables de 89 mm. de diámetro con sus anclajes dispuestos para igualar hidráulicamente la tensión en todos ellos. Los tambores de enrollamiento de los cables son de 4 m. de diámetro y van movidos por motores de 125 HP. sincronizados. La velocidad de elevación es de 36,50 m. por minuto para cargas pequeñas, y de 39,50 m. con la carga máxima de 150 toneladas. El movimiento de traslación se hace por un motor independiente de 400 HP., con una velocidad de 73 m. por minuto. Los elementos de seguridad, amortiguadores de arranque y parada y todos los elementos auxiliares están especialmente estudiados para obtener las máximas condiciones de seguridad.

NUESTRO PRÓXIMO NÚMERO

En el número de HORMIGÓN Y ACERO correspondiente al mes de agosto, aparecerán los siguientes artículos:

Continuación de la teoría sobre cementos y hormigones, por Mr. Freyssinet, de tan alto interés, y que fué comenzada en el número de junio; un trabajo del Sr. Hernández-Pacheco, sobre las graveras fluviales, y un artículo acerca de la instalación de baños que el día 15 del corriente se inaugurará en Valencia, del arquitecto D. Luis Gutiérrez Soto, autor de esta interesante obra.

Según costumbre, se publicarán, además, varios extractos acerca de lo más interesante y nuevo que se haga en el mundo, y la "Sección documental", a la que seguimos dando gran importancia y seleccionando cuidadosamente las referencias que se publican.

CONTINUACION DE LA TEORIA SOBRE MORTEROS Y HORMIGONES

Por *E. Freyssinet*

El cambio de propiedades indicado va acompañado, desde luego, por los fenómenos ordinarios de solidificación: es decir, por una disminución de la energía cinética de las moléculas cuyos movimientos se dificultan, y que reaparece bajo forma de calor. La experiencia directa se ha hecho muchas veces; la absorción de una masa de agua por un cuerpo poroso provoca un desprendimiento de calor que es una fracción del calor de solidificación del líquido, tanto más elevado cuanto que los poros del cuerpo absorbente son más finos. La penetración de un líquido en intersticios muy delgados es, pues, un verdadero cambio de estado; el cuerpo deja realmente de ser un líquido y no puede volver a tomar ese estado más que si se le proporciona calor. Se ve, por tanto, que entre el estado líquido y el estado sólido existe una gama continua de estados intermedios ligados a una variación continua de la energía cinética de las moléculas, que puede tener muy diferentes causas. Estos hechos son análogos al paso progresivo del estado líquido al estado vítreo, y solamente cuando los cuerpos cristalizan al pasar al estado sólido, es cuando se hace bruscamente la transformación entre el estado sólido y el líquido, a una temperatura y con un calor de transformación definidos exactamente.

MODIFICACIÓN DE LAS TENSIONES DE VAPOR EN FUNCIÓN DE LA CURVATURA DE LAS SUPERFICIES LÍQUIDAS

Ya se ha indicado que la fuerza viva de las moléculas no es constante más que como media. En una intersuperficie líquido-gas hay moléculas que poseen bastante energía para escapar a la tracción molecular del líquido e incorporarse al gas; el número de estas moléculas crece con su energía cinética media, es decir, con la temperatura. Inversamente, el gas choca (bombardea) contra la superficie de las moléculas que se incorporan, si son idénticas o mezclables a las del líquido, como, por ejemplo, los vapores de alcohol en el agua o en gases solubles.

El equilibrio entre estos cambios determina la tensión de vapor de saturación a la temperatura del experimento, y varía con la forma de las superficies libres; hecho que tiene una importancia considerable y es la base de toda la mecánica de los seudosólidos y de los cementos.

Voy a dar una demostración de ello, tomada fundamentalmente de Lord Kelvin, poniéndola bajo una forma cómoda para que se pueda seguir fácilmente. Con ella se aprecia que este hecho no es, lo mismo que la fórmula de Laplace, nada más que una consecuencia directa del segundo principio de la termodinámica o principio de Carnot.

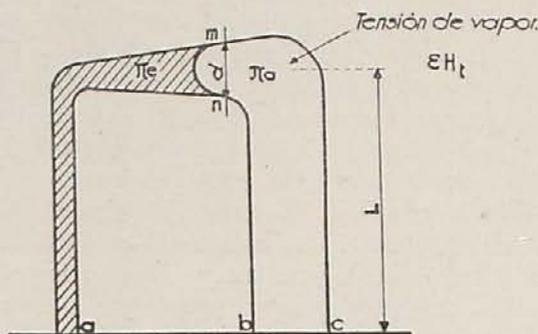
Si se coloca un cuerpo poroso con intersticios de espesor variable D , conteniendo un líquido cualquiera que moje el cuerpo, en una atmósfera cargada de vapores de ese líquido a una tensión ϵH_t , siendo H_t la tensión de saturación a la temperatura del experimento supuesta uniforme y constante, habrá evaporación o condensación continua hasta llegar a un estado de equilibrio.

En ese estado, los meniscos ocuparán una cierta posición definida por un

valor de D uniforme, y la diferencia de presión π entre el líquido de los canales mojados y el aire, satisfará a la ley de Laplace $\pi = \frac{2A}{D}$.

La cantidad π es la depresión piezométrica ejercida por una columna de líquido de altura L , tal que la tensión del vapor del líquido al nivel cero sea H_t , y ϵH_t al nivel L en la misma atmósfera.

Sea, en efecto, mn un menisco limitando en un momento dado el volumen



de agua contenido por uno de los canales capilares del cuerpo, de sección variable, y pongamos los dos extremos de este canal en comunicación por dos tubos estancos de volumen invariable, con el seno de una masa líquida limitada por una superficie plana abc , superficie común a la atmósfera que baña el menisco y el líquido, y teniendo una dimensión tal que no haya acción capilar sensible en bc .

Si se dispone el nivel abc a una altura L por debajo de mn , tal que por el efecto de la gravedad, la tensión del vapor H_t al nivel mn , sea ϵH_t al nivel abc , el menisco se colocará en una cierta posición mn caracterizada por un cierto valor de D . Según la ley de Laplace, $D = \frac{2A}{\pi}$, siendo π igual al producto de L por la densidad Δ del líquido; de donde el espesor D del canal al nivel en que se establece el menisco es igual a $\frac{2A}{L\Delta}$, valor constante en todo el cuerpo, si se desprecian sus dimensiones relativamente a L .

Por hipótesis, hay equilibrio en bc entre el líquido y el vapor, siendo H_t la tensión de saturación. Igualmente hay equilibrio en mn , o sea que la tensión H_t que reina en mn es la tensión de saturación del líquido en la superficie del menisco.

En efecto, si no fuera así no habría evaporación o condensación en mn . Al estar fija la posición del menisco en el canal, el volumen comprendido entre aquél y el nivel abc es constante.

Como no puede haber variación de la tensión H_t , toda evaporación o condensación en mn se traduce en seguida por una condensación o evaporación equivalente en bc . Un defecto de equilibrio entre el líquido del menisco y su vapor supondría, pues, un movimiento continuo de a hacia mn , y de mn hacia

b c, o inversamente; es decir, una producción ilimitada de trabajo en un sistema de temperatura uniforme, conclusión en contradicción con el principio de Carnot.

La altura L que mide la depresión capilar en los intersticios mojados del cuerpo llegado el estado de equilibrio, es la diferencia de nivel que existe en una atmósfera en equilibrio, reposando sobre una superficie libre del líquido, entre esta superficie a lo largo de la cual la tensión del vapor es H_t , y el nivel en que la tensión es εH_t . No depende, por tanto, más que de ε y de la temperatura t , o sea

$$L = F(\varepsilon, t).$$

Extendiendo a los vapores las leyes de los gases perfectos, el cálculo resulta muy sencillo. Si H_z es la presión al nivel z , se tiene:

$$d H_z = \frac{\Delta \text{vapor} \times 1.293 \cdot 10^3}{1 + \alpha t} H_z dz,$$

$$\text{de donde } z = \frac{\log. \text{nep. } H_z}{\frac{\Delta \text{vapor} \times 1.293}{1 + \alpha t}} + \text{constante};$$

$$\text{si } z = 0 \text{ resulta: } 0 = \frac{-\log. \text{nep. } H t}{\frac{\Delta \text{vapor} \times 1.293}{1 + \alpha t}} + \text{constante},$$

$$\text{de donde: } L = \frac{\log. \text{nep. } \frac{1}{\varepsilon}}{\frac{\Delta \text{vapor} \times 1.293}{1 + \alpha t}}.$$

La depresión π es igual al producto de L por la densidad del agua. En Kg/cm², se tiene, tomando por densidad del vapor de agua 0,624 y para t , 15°C:

$$\pi = 1.300 \log. \text{nep. } \frac{1}{\varepsilon}.$$

Este resultado es particularmente interesante. Se llega para π a una expresión independiente de la constante capilar y de todo valor experimental de la cohesión. Así se encuentra para los estados higrométricos siguientes

$$\frac{1}{5} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{5} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{9}{10} \quad \frac{95}{100}$$

los valores de π siguientes en Kg/cm²:

$$\pi = 2.090 \quad 1.190 \quad 665 \quad 290 \quad 140 \quad 65.$$

Si ε tiende hacia 0, π aumenta. En una lámina de espesor igual a una molécula, π sería igual a 6.500 Kg.; en un canal monomolecular, π sería igual a 13.000 Kg/cm². Se podría ya con ello deducir conclusiones en cuanto a la cohesión del agua, pero ello llevaría consigo las observaciones siguientes:

1.^a No está demostrado que una capa o un canal monomolecular regulares puedan existir físicamente.

2.^a Si existieran, ¿les sería aplicable el principio de Carnot? Este es, en efecto, un principio estático, que no es verdad para los movimientos de una sola

molécula o de un pequeño número de moléculas, como lo demuestra la existencia de los movimientos brownianos.

Es preciso no perder de vista que nuestro cálculo supone un valor de ε calculado con relación al líquido contenido en el hormigón.

Si, por tanto, este líquido no fuera agua pura, sino un agua cargada de sustancias que redujeran su tensión de vapor a $K H t$, ε debe ser reemplazado en la expresión de π por $\frac{\varepsilon_1}{K}$, siendo ε_1 el estado higrométrico con relación al agua pura.

La expresión de π se convierte en $\pi = 1.300 \text{ Kg. log. nep. } \frac{K}{\varepsilon_1}$, o sea $\pi = 1.300 \text{ kg. log. nep. } \frac{1}{\varepsilon_1} C_{te}$, y puede resultar nula para valores de ε_1

inferiores a la unidad. Un seudósólido, un hormigón, embebido en una solución salina de tensión de vapor inferior a la del agua pura, puede tener sus poros completamente llenos de esta solución en una atmósfera relativamente seca.

En todo lo que sigue se admitirá que ε es la relación de la tensión del vapor en el aire a la tensión de saturación del líquido (no del agua pura) que llena los intersticios.

Con estas reservas se deduce de

$$D = \frac{2 A}{\pi}, \text{ haciendo } A = 8 \text{ mmg. por mm.},$$

los valores de D siguientes en millonésimas de milímetro para los valores de ε ya considerados:

$$D = 0,76, \quad 1,34, \quad 2,40, \quad 5,50, \quad 11,40, \quad 24,60,$$

o sea aceptando como diámetro de una molécula de agua el de 2,6 décimas $\mu\mu$:

$$2,9, \quad 5, \quad 9, \quad 21, \quad 44, \quad 95 \text{ diámetros moleculares.}$$

El equilibrio de evaporación del agua en los cuerpos porosos se establece, pues, siempre que $\varepsilon < 0,80$, en intersticios inapreciables para todo sistema óptico conocido, pues son cien veces más pequeños que la longitud de onda media del espectro visible, que es aproximadamente de $0,5 \mu$.

El valor de D en el momento en que se establecen los meniscos una vez alcanzado el equilibrio, depende de la cantidad de vapor de agua contenido en la atmósfera, de π y de la constante capilar A .

El valor de A , que ha servido para calcular las cifras citadas, es el valor dado por la experiencia para el agua normal en espesor superior al radio de acción molecular. Los valores de D a los cuales hemos llegado son mucho más pequeños que este radio, salvo para los valores de ε próximos a la unidad. Sin embargo, se ha demostrado antes que para espesores de láminas del orden de $\mu\mu$, o sea cuatro diámetros de molécula, la tensión tenía por lo menos el mismo valor que en la superficie del líquido en masa. Los valores indicados de D son válidos por lo menos en orden de magnitud.

Los estudios sobre las láminas estables más delgadas que se han llegado a obtener ($6 \mu\mu$), muestran que la tensión superficial varía con el espesor de las láminas, según leyes complicadas, con alternativas de máxima y de mínima, lo

que conduce, en el caso de débiles proporciones higroscópicas y de intersticios muy delgados, a estados sucesivos y discontinuos de equilibrio. Se llega, pues, a una sucesión de posiciones estables de meniscos, separados por posiciones inestables.

Una vez alcanzados estos estados estables, no pueden modificarse más que por fuertes variaciones del estado higroscópico en un sentido o en otro, dando lugar, por consecuencia, a fenómenos no proporcionales a las causas, condicionados por desigualdades e irreversibles; es decir, a fenómenos de histéresis completamente comparables a los rozamientos entre sólidos.

Las posiciones de cese corresponderían a valores de A y, por consiguiente, de D , un poco más fuertes que los indicados más arriba.

ESTADO HIGROMÉTRICO DE EQUILIBRIO DE UN SEUDOSÓLIDO

Si se considera un elemento de un seudosólido (1) colocado en una atmósfera limitada, de volumen despreciable a temperatura constante, tenderá a establecerse por evaporación un equilibrio caracterizado por un espesor D de los intersticios al nivel de los meniscos, una cierta depresión π del líquido y un estado higrométrico determinado ϵ de la atmósfera.

D , π , son parámetros ligados entre sí por dos ecuaciones:

$$\pi = \frac{2A}{D} = 1.300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\epsilon},$$

o

$$D = \frac{2A}{\pi} = \frac{2A}{1.300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\epsilon}},$$

y una sola de ellas basta para definir lo que llamaremos el estado higroscópico del cuerpo.

Si ϵ tiende hacia la unidad (atmósfera saturada), D tiende hacia el infinito y π hacia cero.

Por tanto, si un seudosólido, por ejemplo, un hormigón, se sumerge en una atmósfera saturada de agua, sus canales interiores se llenarán completamente, a condición únicamente de que el medio tenga una temperatura igual o más elevada que la del seudosólido.

Si el cuerpo, por ejemplo, un hormigón calentado por medio de reacciones químicas dentro de su masa, o por otro medio, se lleva a una temperatura T mayor que la t del medio saturado, tomará un estado higroscópico igual al cociente de las tensiones del vapor a las temperaturas t y T , o sea $\frac{H_t}{H_T}$; lo que ocurrirá si el medio es el mismo líquido, que se comportará exactamente como una atmósfera saturada. En particular, si se tiene una relación $\frac{H_t}{H_T}$ bastante baja, y si los intersticios del cuerpo no son muy pequeños, el cuerpo podrá secarse completamente dentro del líquido.

(1) El cuerpo puede estar formado de un sistema sólido único, poseyendo poros o intersticios, o un conjunto de granos separados y unidos solamente por el efecto de fuerzas interiores o por el de fuerzas capilares de que vamos a tratar.

Un hormigón sumergido puede, pues, secarse perfectamente dentro del agua, hasta el extremo de quedar privado del agua necesaria para su fraguado, y este hecho lo he comprobado en numerosos experimentos.

Esta es la causa de muchos fracasos sufridos en la ejecución de grandes macizos, principalmente con hormigones aluminosos, o en las tentativas hechas para conseguir el fraguado más rápido de los hormigones introduciéndolos en agua caliente. Si se introduce el hormigón en agua caliente a la temperatura t , toma desde luego la temperatura del agua; pero después, al crear la reacción de fraguado nuevas calorías, continúa calentándose a más temperatura que el agua

que le rodea. En las proximidades de 100° , $\frac{H_t}{H_T}$ puede llegar a ser muy inferior a 1, aun para pequeñas diferencias $T - t$, y una evaporación muy activa puede privar completamente al hormigón del agua necesaria para su fraguado, tanto más cuanto que, como veremos en la teoría del hormigón, antes del fraguado y al principio de éste el hormigón posee intersticios muy grandes que abandonan fácilmente el agua que contienen.

Se ve igualmente que no se puede elevar mucho el estado higroscópico de un hormigón mojando sencillamente la superficie ni aun en veces repetidas. La capa superficial mojada, al enfriarse por evaporación a temperatura inferior a la del bloque, crea, y aun ello temporalmente, un estado higroscópico muy inferior a la unidad.

ESTUDIO DE LA RETRACCIÓN. CÁLCULO DEL ESFUERZO DE RETRACCIÓN

Imaginemos ahora un elemento pseudosólido en el que supondremos una repartición media de macizos y de huecos constante e isotropa, en equilibrio higroscópico E a una temperatura constante t . Los meniscos se encuentran en intersticios de espesor $D\varepsilon$. Consideremos una sección plana cualquiera.

En ella existen:

- 1.º Zonas macizas de la substancia que forma la parte sólida del cuerpo.
- 2.º Huecos separables en dos categorías: los efectivamente mojados y llenos de agua, para los cuales $D < D\varepsilon$, siendo $D\varepsilon$ el valor que caracteriza la posición de equilibrio del menisco para el estado higroscópico ε del cuerpo, y los que $D > D\varepsilon$, que están llenos de aire cargado de vapor en la proporción ε .

Consideremos una sección total igual a la unidad; designemos la sección de las partes macizas por ω_p , la de los huecos mojados por ω_m , la de los huecos secos por ω_s , y hagamos notar que las mismas fracciones ω_p , ω_m , ω_s expresan también la relación de los volúmenes macizos, mojados y huecos a la unidad, en nuestra hipótesis de isotropía.

En los huecos mojados ω_m , el agua ejerce sobre las paredes opuestas de los huecos tracciones normales cuya resultante sobre el elemento de superficie es $\Phi = \pi \omega_m$.

Para un hormigón dado, ω_m y π son funciones de ε y de t , que dependen únicamente de la forma y de la distribución de los pequeños huecos del cuerpo.

En el caso de isotropía, en toda sección plana se podrá comprobar la existencia de una misma fuerza Φ que tiende a aproximar los dos planos de la sección.

Por consecuencia, los fenómenos capilares determinan un sistema de fuerzas interiores rigurosamente idéntico al que resultaría de una presión normal y uniforme Φ , ejerciéndose desde el exterior hacia el interior sobre toda la superficie del cuerpo, lo mismo que la acción de un líquido a la presión π sobre una capa impermeable que envolviera al cuerpo.

Denominaremos a la fuerza Φ esfuerzo o presión de la retracción.

Las deformaciones producidas son:

$$\delta = \frac{\Phi}{E_1} = 1.300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\varepsilon} \times \frac{\omega_m}{E_1}$$

Llamaremos E_1 al acortamiento producido por la aplicación de un triple esfuerzo de origen cualquiera de valor Φ , referido a la unidad de esfuerzos, sin prefiar la forma de la ley que une los valores de este esfuerzo y del acortamiento.

Tal es la expresión de la retracción en un seudosólido homogéneo e isótropo cualquiera; Φ y δ pueden tomar valores muy elevados sin que por ello se llegue a la rotura del cuerpo, y un esfuerzo uniforme no dará lugar más que a reducciones de volumen, reversibles totalmente o en parte, según la forma de E en función de Φ .

Para un sólido elástico teórico, E_1 sería igual a $\frac{E}{2}$. Para el hormigón, suponiendo las cargas bastante pequeñas para que las deformaciones sean sensiblemente elásticas, se puede tomar $E_1 = \frac{E_v}{2}$, siendo E_v el módulo elástico verdadero, medido después de un largo tiempo de aplicación de la carga.

Este módulo es el único que tiene un valor definido para un hormigón determinado. El módulo E , medido en los ensayos corrientes de carga, es variable según el estado higroscópico del hormigón y el tiempo de aplicación de la carga.

E_v es mucho más pequeño que los valores de E considerados de ordinario, y varía desde 2×10^9 para hormigones excepcionalmente compactos, obtenidos por vibración seguida de compresión, hasta menos de $0,3 \times 10^9$ para hormigones con una mala relación $\frac{\text{cemento}}{\text{agua}}$.

Para explicar las deformaciones de retracción tan importantes que se observan en ciertos hormigones, debidas a los valores muy elevados de π , bastan pequeños valores de ω_m . Vamos a indicar el cálculo de ω_m para un caso particular.

Admitiendo $\varepsilon = 0,4$, de donde $\pi = 1.190 \text{ Kg/cm}^2$, y $\delta = 0,0005$, y $E = 10^9$ (hormigón muy compacto), se encuentra:

$$\omega_m = \frac{5}{119}, \quad \Phi = 50 \text{ Kg/cm}^2.$$

Para los mismos valores de π , ω_m y Φ , un hormigón poco compacto para el cual $E_1 = \frac{10^9}{2}$, daría una retracción de $\frac{1}{1.000}$.

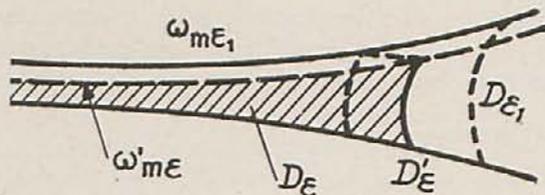
Estos órdenes de magnitud son muy verosímiles. Los valores indicados para la retracción pueden parecer elevados, pero hay que señalar que se trata de la retracción total a partir del estado de saturación. Se demostrará más adelante que a la terminación del fraguado los hormigones no están en este estado; un hormigón fresco, aun de apariencia húmeda, tiene ya una retracción importante, y es por lo que aumenta de volumen en una inmersión prolongada.

VELOCIDADES DE LOS FENÓMENOS DE RETRACCIÓN

Se ha tratado en lo que precede de los medios en equilibrio; al producirse éste por el efecto de causas proporcionadas a la diferencia entre los valores de las variables y su límite correspondiente al estado de equilibrio, no llega a alcanzarse nunca si se varía solamente el tiempo.

Para no extenderme excesivamente, no trataré de las consideraciones que permiten establecer que la forma de la ley de las velocidades de la retracción (en la proximidad del equilibrio) es una suma de exponenciales con exponentes de órdenes distintos, de acuerdo con mis resultados experimentales de Plougastel referentes a los hormigones. Se llega a este resultado extrapolando en la fórmula de Poiseuille, $V = \frac{KP}{L} D^2$, para intersticios del orden de una millonésima de milímetro y también por consideraciones de la teoría de la viscosidad.

Se encuentra, igualmente, que los coeficientes de las exponenciales dependen de las proporciones y formas de los intersticios, de las dimensiones del cuerpo y del modo como sus diferentes partes comuniquen con la atmósfera y principalmente de las variaciones de ω_m bajo el efecto de las presiones. En efecto, la cantidad de agua a evaporar para llevar un hormigón del estado higroscópico ε al ε_1 no es la que llene los intersticios de dimensiones comprendidas entre $D\varepsilon_1$ y $D\varepsilon$ en el cuerpo primitivo. A causa de la deformación por aumento de $\pi\varepsilon$, tal volumen de agua es la diferencia entre $\omega_{m\varepsilon_1}$ y $\omega'_{m\varepsilon}$, siendo ω'_m el valor de la función ω_m después de la deformación. Esta circunstancia contribuye a aumentar



la lentitud de la retracción, porque el volumen de agua a evaporar se aumenta, y también porque el agua evaporable va siendo dada poco a poco por un mecanismo ligado a la evaporación misma.

Una vez hallada la ley de equilibrio para un cuerpo en atmósfera invariable, se pueden deducir las leyes para un cuerpo sometido a cambios de estado higroscópico según una ley de tiempos determinada.

Si la tensión superficial varía, como es probable en el caso de intersticios muy pequeños correspondientes a valores de ε bastante bajos, las leyes se complican y parece probable que sea una curva discontinua acercándose a su asíntota por retallos o redientes sucesivos.

Las leyes de velocidades son, por tanto, muy complicadas, estando ligadas a la función $\omega_{m\varepsilon}$, a su derivada con relación a las presiones, a la porosidad del cuerpo, a su masa, a su forma y a las condiciones exteriores que pueden hacer variar el estado higroscópico en la superficie del cuerpo.

PRIMERAS OBSERVACIONES SOBRE LOS FACTORES DE LA RETRACCIÓN

Las consideraciones anteriores permiten ya prever ciertos fenómenos. Sabemos ya que los numerosos factores de los hormigones no actúan sobre la retracción más que en lo que modifican ϵ , A , ω_m y E_1 .

Vemos, desde luego, que un cuerpo no sufrirá retracción al pasar del estado higroscópico de la atmósfera de ϵ_1 a $\epsilon < \epsilon_1$, si no existen en el cuerpo intersticios de espesor más pequeño que

$$D\epsilon = \frac{2A}{1300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\epsilon}}$$

de volumen total ω_m , siendo A la tensión superficial del líquido y ϵ la relación entre la tensión del vapor en la atmósfera del experimento y su tensión de saturación a la temperatura del mismo en presencia de la solución contenida en los poros del hormigón.

Existe entonces un esfuerzo de retracción.

$$\Phi = \omega_m \times 1.300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\epsilon}$$

que produce al cuerpo deformaciones $\frac{\Phi}{E_1}$, que serán conocidas si se conoce la

ley $\frac{I}{E_1}$ de las deformaciones del cuerpo bajo el efecto de un esfuerzo triple Φ de origen cualquiera.

Si los huecos son todos de dimensiones más grandes que $D\epsilon$, habrá desecación total sin retracción (a reserva del efecto de fenómenos transitorios o accidentales).

Todas las variaciones de ω_m , de E_1 , de A y de ϵ actúan sobre la retracción. Ya se ha dicho que ϵ es la relación de la tensión del vapor del agua en la atmósfera a la tensión de saturación del líquido intersticial; depende, por tanto, del estado de pureza de éste. En el caso corriente del hormigón, el líquido intersticial tiene prácticamente las propiedades del agua pura, desde el punto de vista de las tensiones del vapor y de las tensiones superficiales.

La expresión de la retracción resulta de la forma $\pi \frac{\omega_m}{E_1}$, en la que ω_m es el volumen de los intersticios mojados limitados por los puntos de espesor $D = \frac{2A}{1300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\epsilon}}$ por tanto, función de ϵ .

Rigurosamente, E_1 varía también con la intensidad de los esfuerzos, por lo tanto, con ϵ , aunque como primera aproximación se le puede considerar como constante para un hormigón determinado.

Veremos a continuación que los volúmenes ω_m determinan, no solamente la retracción, sino también todas las propiedades de los cementos: variaciones térmicas, compresibilidad inmediata y diferida, elástica y plástica, dilatación transversal, resistencia a la compresión y a la tracción, y que esta función ω_m es susceptible de determinaciones experimentales directas. Se pueden prever las formas y deducir el aspecto de las curvas de retracción para diversos tipos de

hormigones; desde ahora se puede observar ya que, para un hormigón dado de propiedades fijas y de estado higroscópico determinado, es posible modificar la retracción actuando sobre la tensión del vapor y sobre la tensión superficial del líquido intersticial añadiendo a este líquido ciertas sustancias en solución.

Si se disminuye la tensión de saturación del líquido, ϵ se encuentra reducido en la relación de las tensiones del líquido intersticial y del agua pura. π se encuentra de este modo disminuido en una cantidad constante para todos los estados higrométricos y la retracción se anula para un valor de ϵ , correspondiente a una atmósfera no saturada. Hay, por tanto, posibilidad de que se produzca una disminución de la retracción para otros valores del estado higroscópico, aunque al disminuir π aumente ω_m .

Se puede actuar sobre la constante A , y, por lo tanto, sobre De y sobre ω_m , añadiendo sustancias que modifiquen la tensión: aceites, alcoholes, coloides, etc. Se modifica, en general, H_t al mismo tiempo, lo que hace variar igualmente π . El problema del hormigón sin retracción, o por lo menos de retracción limitada, aparece, por tanto con grandes posibilidades; la dificultad consiste en obtener efectos permanentes.

REVERSIBILIDAD DE LA RETRACCIÓN

Hay en este problema, como en todos los del hormigón, falta de teoría directora, lo que conduce a errores en la interpretación de las experiencias. Siendo la retracción el efecto de un esfuerzo triple, es reversible o irreversible, en la misma medida que los efectos de todo otro esfuerzo triple. Hay, evidentemente, histéresis para la retracción, como para las demás deformaciones del hormigón; pero, además, el endurecimiento puede variar durante el período de desecación por la formación de los hidratos. El E_1 de vuelta puede, pues, ser completamente diferente del E_1 de la ida, y la retracción puede determinar disminuciones permanentes de longitud, lo que se evitará teniendo los hormigones mojados, hasta su endurecimiento completo, conforme a una práctica antigua de los constructores de hormigón.

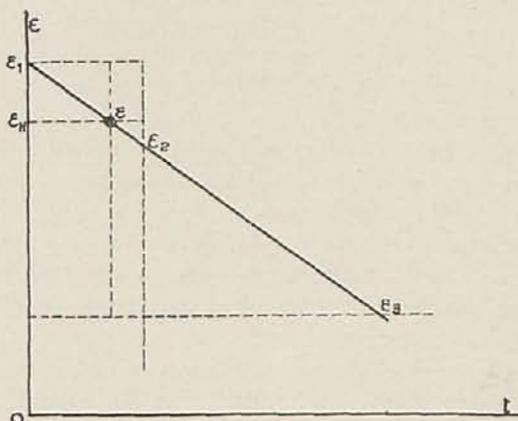
En el caso de estados higrométricos débiles, De toma valores muy bajos: alrededor de tres diámetros moleculares para $\epsilon = 0,20$. Por analogía con los fenómenos observados en las láminas muy delgadas que hemos señalado anteriormente, se puede prever que, en los intersticios de este orden, la tensión superficial A no es constante, y varía, según leyes complicadas, presentando máximos y mínimos. No es aventurado suponer, por tanto, la existencia de estados de retracción sucesivos y estables, formando una serie de tramos discontinuos. De uno a otro no se podría pasar más que por cargas relativamente bruscas, que lleven consigo fuertes variaciones de ϵ en un sentido o en otro.

Si este hecho fuera exacto, constituiría una causa de histéresis particular que se añadiría a la acción del esfuerzo. Las observaciones que yo he hecho en los ensayos sobre la retracción de los cementos aluminosos sometidos a cargas fuertes, parecen apoyar esta hipótesis; pero conviene comprobarla más antes de afirmar nada sobre el asunto.

Todavía la retracción del hormigón puede presentar una irreversibilidad

aparente, debida, únicamente, a una mala interpretación de las experiencias, en las que no se hubieran definido suficientemente las variables.

Si se parte de una atmósfera de estado ϵ_3 con un hormigón de estado ϵ_1 , para llegar al estado intermedio ϵ_2 y se quiere volver a ϵ_1 , es claro que a la ida la causa motora del fenómeno es $\epsilon - \epsilon_3$, y, en el regreso, es $\epsilon_1 - \epsilon$, mucho más pequeña y que se anula en las proximidades de ϵ_1 , de manera que es pre-



ciso un tiempo infinito para la vuelta, cualquiera que sea ϵ_2 , mientras que la ida ha podido no exigir más que muy poco tiempo si ϵ_2 está más cerca de ϵ_1 que de ϵ_3 .

El fenómeno A_{21} , inverso del A_{12} , observable en un tiempo $t_{21} = t_{12}$, no es, pues, igual a A_{12} ; no es sino una fracción de A_{12} , que puede ser pequeña si el tiempo t_{12} es corto con relación al necesario para aproximarse al estado de equilibrio ϵ_3 . Además, para volver a situar al hormigón en su estado higroscópico de origen, hay que conseguir un estado si no permanente, por lo menos poco variable y superior a ϵ_1 . El regar el hormigón aun abundante y repetidamente, no puede dar ninguna garantía a este objeto. Las experiencias negativas referentes a la reversibilidad de los fenómenos relacionados con la retracción no son, pues, contundentes, si no es que se han realizado durante mucho tiempo en un estado higroscópico igual o superior al de partida.

DILATACIÓN TÉRMICA DE LOS SEUDOSÓLIDOS

Provistos de la teoría, vamos ahora a poder explicarnos las leyes de este fenómeno tan complicado que la experiencia sola no ha bastado siquiera para hacer entrever las causas.

El término coeficiente de dilatación, aplicado a un pseudosólido, principalmente al hormigón, no tiene, literalmente, ninguna significación. El efecto de una elevación de una temperatura, es variable con numerosos factores ajenos a aquélla y en límites muy extensos.

El módulo de dilatación de los sólidos de alto punto de fusión es, en general, muy pequeño. Para el diamante, es un décimo del del acero; para los

cuerpos a base de alúmina y sílice, la mayor parte de los vidrios y los elementos homogéneos de rocas naturales, varía, en general, entre $\frac{1}{5}$ y $\frac{3}{5}$ del correspondiente al acero.

Los líquidos, cuerpos de moléculas más móviles y más próximos al estado gaseoso, son incomparablemente más sensibles a las variaciones de la temperatura. Entre 40° y 100°, por ejemplo, el coeficiente de dilatación del agua es, aproximadamente, 50 veces el del acero ó 100 veces el de un vidrio corriente. Sin embargo, esta dilatación no sigue una ley lineal a consecuencia de los fenómenos de disociación molecular. A 0° y a 8°, el agua tiene la misma densidad con un mínimo a 4°.

Consideremos, en primer lugar, una atmósfera constante con un estado higroscópico ϵ y un hormigón llegado al equilibrio higroscópico. Cuando se dilata el hormigón en tales condiciones, el sólido y el agua que contiene se dilatan de modo independiente, ya que la última lo hace aproximadamente cien veces más que el sólido. El agua tiende, pues, a desplazarse en los intersticios del pseudosólido, lo que produce un cambio de lugar y de dimensión de los meniscos que introduce una variación de $D\epsilon$ que modifica a π .

Al mismo tiempo, la constante capilar disminuye linealmente, aproximadamente en un 25 por 100 entre 0 y 100°, lo que hace disminuir π .

Hacia 30°, estos efectos se acumulan para disminuir π , de donde viene un aumento de volumen de origen mecánico que se añade a la dilatación. A 50°, este aumento para una misma elevación de temperatura sería todavía mayor, pero por debajo de 4° la variación de $D\epsilon$ cambia de sentido y su efecto disminuye la dilatación absoluta y el efecto del descenso de la tensión.

Como esto que acabamos de decir es siempre verdad de un modo cualitativo, pero la importancia numérica de estas variaciones depende del valor inicial de π , si ϵ está próximo a la unidad, π es nulo. Está claro, por tanto, que no puede disminuirse por causa alguna independiente la temperatura, y la dilatación es la del esqueleto sólido. Si ϵ es pequeño y π elevado, para temperaturas del orden de 50°, se tienen todas las probabilidades de conseguir coeficientes de dilatación instantáneos superiores a los del acero.

Llamamos instantáneos a estos coeficientes de dilatación, ya que todos estos fenómenos tienen una duración limitada. Elevando el estado higroscópico del hormigón, tiende de nuevo hacia el equilibrio, y la dilatación tiende a reducirse a la del esqueleto sólido, que para los hormigones que hemos observado parece un poco inferior a la mitad de la del acero.

En la realidad, el hormigón no hace más que pasar de un estado a otro de equilibrio y la atmósfera no tiene nunca un coeficiente de higroscopicidad constante; especialmente, si la cantidad de vapor de agua contenido en el aire no varía, cambia aquél sin cesar con la temperatura.

Los fenómenos resultan entonces muy complejos y experimentalmente no se puede separar la retracción de las consecuencias de las variaciones térmicas propiamente dichas. Este es un fenómeno en el cual la variación lineal depende de numerosas variables: la temperatura t , la velocidad de variación de temperatura $\frac{dt}{d\theta}$, el tiempo transcurrido entre la variación de temperatura y el mo-

mento de la medida, el estado higroscópico del aire ϵ_a , el estado higroscópico del hormigón ϵ_b y la importancia del volumen de que se trate.

Según las condiciones de variación de estas cantidades en las experiencias, se pueden observar módulos aparentes de dilatación, yendo, desde muy fuertes valores negativos, a valores positivos muy superiores al módulo de dilatación del acero. El calentamiento rápido en aire saturado entre 30° y 60°, por ejemplo, de hormigones muy ricos y muy secos, determina alargamientos más grandes que los que tendría un elemento metálico en las mismas condiciones. Por el contrario, un calentamiento lento en aire seco, de un hormigón húmedo, determina acortamientos importantes.

La acción de una variación de temperatura de velocidad determinada en un medio rigurosamente definido, no podría calcularse teóricamente más que en función de las propiedades mecánicas del esqueleto sólido, de la función $\omega_m \epsilon$, de su derivada $\frac{d\omega_m}{d\Phi}$ con relación al esfuerzo $\Phi = \omega_m \epsilon \pi \epsilon$, de la temperatura y de su velocidad de variación, del estado higroscópico y de la velocidad de variación de éste. Todavía sería preciso suponer todas estas cantidades conocidas en todo momento y en cualquier punto.

Prácticamente, un cálculo de tal naturaleza no se puede realizar. El efecto de la temperatura sobre una obra de fábrica cualquiera, no puede conocerse, ni aun aproximadamente, más que por medio de experiencias prolongadas sobre la obra misma o sobre obras comparables, ya sean en forma, en masa o en situación.

En mis ensayos de Moulins encontré, para la situación termohigrométrica anual total de una bóveda tubular de 50 metros con veinte centímetros de espesor aproximadamente, protegida por cinco centímetros de arena, $\pm \frac{1}{10.000}$.

Prolongando el ensayo en un período más largo, se llegaría, quizás, a cifras un poco menos favorables, pero yo no creo que al N. O. de la línea Bayona-Lyon se deban considerar para bóvedas gruesas, poco armadas, variaciones superiores, dilatación y retracción comprendidas, a $\pm \frac{1,5}{10.000}$. Hay que añadir que en Moulins observé la cota máxima el 16 de diciembre y las cotas próximas al mínimo en agosto.

RECOPIACIÓN DE LOS RESULTADOS ANTERIORES

En los capítulos anteriores se ha estudiado los cuerpos denominados pseudo-sólidos, compuestos de elementos sólidos separados parcial o completamente por intersticios llenos de un líquido y de aire.

Si un cuerpo tal se coloca en una atmósfera cargada de vapores del mismo líquido a una tensión ϵH_t , siendo H_t la tensión del vapor emitido por el líquido a la temperatura t del experimento, el cuerpo absorberá o emitirá vapor hasta llegar a un equilibrio en el que todos los huecos de tamaño inferior a D_e

estarán llenos de líquido, y los huecos más grandes llenos de aire. El líquido contenido en aquéllos tendrá entonces un volumen total $\omega_m \varepsilon$ y será sometido a la tensión $\pi \varepsilon$.

En el caso del aire y de agua $\pi \varepsilon = 1.300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\varepsilon}$.

Si A es la tensión superficial del líquido, $D_\varepsilon = \frac{2A}{\pi \varepsilon} = \frac{2A}{1.300 \log. \text{ nep. } \frac{1}{\varepsilon}}$.

Las tensiones $\pi \varepsilon$ determinan en el cuerpo un sistema de fuerzas idéntico al que resultaría de un esfuerzo triple isótropo Φ_ε , igual a $\pi \varepsilon \omega_m \varepsilon$; este sistema determina en el cuerpo una deformación isótropa $d_\varepsilon = \frac{\Phi_\varepsilon}{E_1}$, que es precisamente la retracción.

Hemos visto que la existencia de las fuerzas Φ_ε da a los seudosólidos sometidos a variaciones de temperatura en un estado mecánico constante, propiedades muy diferentes de las de los sólidos compactos; en particular, sus variaciones de dimensión dependen no solamente de la temperatura y de un módulo de dilatación prácticamente fijo como para los metales, sino del módulo de dilatación del esqueleto sólido supuesto solo, del correspondiente al líquido, del coeficiente higroscópico del cuerpo y del de la atmósfera, de la velocidad de variación de la temperatura y de otra serie de condiciones diferentes.

El coeficiente de dilatación no tiene, pues, un valor fijo igual al que resulta para el esqueleto sólido considerado aisladamente, más que en el caso de saturación completa, o también en el de temperaturas indefinidamente mantenidas antes y después de la variación.

ESTUDIO TEÓRICO DE LA DEFORMACIÓN DE LOS SEUDOSÓLIDOS BAJO CARGAS DIFERIDAS

Vamos a estudiar ahora el efecto de estas mismas fuerzas capilares Φ_ε en el caso de variación del estado mecánico a temperatura constante. Hallaremos que el módulo de Young y el coeficiente de Poisson y la resistencia de los seudosólidos, varían entre límites extensos, en función de factores independientes de las fuerzas exteriores, salvo en los casos particulares de saturación o de cargas mantenidas indefinidamente, para los cuales estas propiedades tienen el mismo valor que en el esqueleto sólido, considerado aisladamente, sin contacto con ningún líquido.

Para abreviar la explicación, no voy a hablar más que de los hormigones, entendiéndose que mis razonamientos y sus consecuencias son válidas para todos los seudosólidos, no suponiendo, en efecto, otra cosa que la existencia de intersticios conforme a las definiciones anteriores.

Examinemos primeramente el caso de la compresión simple. Consideremos un bloque de hormigón en el estado de equilibrio en una atmósfera ilimitada de coeficiente higroscópico ε a la temperatura t , quedando los meniscos limitados en puntos de intersticios para los cuales $D = D_\varepsilon$. El volumen de los intersticios mojados será en este momento $\omega_m \varepsilon$. Sea P el valor de una compresión

referida a la unidad de superficie de la sección, comprendida en ella los huecos. Esta compresión, tendería a determinar en el hormigón deformaciones unitarias según una ley dada, iguales a $\frac{P}{E_v}$, siendo E_v el módulo de deformación verdadero del hormigón, si el agua de los huecos $\omega_m \epsilon$ no introdujera ningún esfuerzo mecánico que pudiera modificar el equilibrio.

Pero ello no es así; por efecto de la compresión, los intersticios cambian de volumen, lo que no es posible más que por un desplazamiento del agua, que no es instantáneo, debido a la viscosidad.

A causa de esta viscosidad, el agua se comporta como un sólido de coeficiente de elasticidad E_e , llenando una parte de los poros, y se encuentra sometida a presiones P_e , lo que produce, en el primer instante, un aumento de la rigidez del hormigón, que es difícil de apreciar teóricamente, pero el valor de E_e a aplicar será probablemente distinto del del agua en el estado de líquido en masa.

Bajo las presiones P_e el agua se desplaza de los canales, lo que lleva consigo una variación del D de los meniscos, que es, desde luego, desigual para los diferentes canales, según que aumenten o disminuyan de sección en la deformación, pero siempre tendiendo a tomar un valor uniforme de D_1 acompañado de un valor uniforme de la depresión del líquido, que llega a ser π_1 , y del estado higroscópico del hormigón, que de ϵ para a ϵ_1 .

La experiencia demuestra que, en general, D_1 es mayor que D , de donde:

$$\epsilon_1 > \epsilon, \text{ y } \pi_1 < \pi \epsilon$$

El esfuerzo de retracción disminuirá de

$$\omega_m \epsilon \pi \text{ a } \omega_{m1} \pi_1.$$

Se comprobará, por tanto, una deformación que resultará de la superposición:

1.º De las deformaciones normales del sistema sólido de módulos E_v bajo la presión P .

2.º De una dilatación por el efecto de una disminución de la presión isotropa Φt , e igual a $\omega_m \epsilon \pi \epsilon - \omega_{m1} \pi_1$.

Pero al no mantenerse la isotropía en los canales y al hallarse éstos comprimidos en el sentido paralelo de la presión, ω_{m1} es más pequeño que su valor medio en los planos paralelos a la presión y mayor en los planos normales a ella. Habrá, pues, esfuerzos de retracción ($\omega_m \epsilon \pi \epsilon - \omega_{m1} \pi_1$) variables según la dirección y cuyo máximo estará en el sentido paralelo al esfuerzo P ; de donde resulta una disminución del acortamiento $\frac{P}{E_v}$ y una dilatación transversal que

se superpone al fenómeno de Poisson. Experimentalmente esto debe traducirse por un aumento del módulo de Young aparente y del coeficiente de Poisson.

Estos fenómenos, sin embargo, no son estables. Siendo $\epsilon_1 > \epsilon$, estado higroscópico de la atmósfera ambiente, hay una repetición del proceso de eliminación del agua por evaporación, si el aire exterior conserva el coeficiente ϵ , y vuelta progresiva de la depresión del agua a $\pi \epsilon$, de donde resulta una disminución progresiva de volumen.

La deformación elástica instantánea va seguida de una deformación lenta, que no es otra cosa que una retracción ordinaria, aplicándose a un hormigón cuyo

coeficiente de higroscopicidad ha sido aumentado bruscamente por la aplicación de la compresión. Se sabe que la expresión de esta deformación en función del tiempo es, al menos para estados higroscópicos medios,

$$\delta_p = A + B e^{-\beta t} + C e^{-\gamma t}.$$

Con esta deformación lenta o diferida alcanza la deformación relativa a la carga P el valor total a que habría llegado sin los fenómenos capilares; esta deformación final es, pues, la que habrá experimentado el seudósólido, no mojado o mojado hasta la saturación, cuyos esfuerzos capilares serían nulos en estos casos.

La presencia simultánea del agua y del aire en el intersticio del cuerpo tiene, pues, por efecto el diferir una fracción de la deformación bajo la carga; por consecuencia hace aparecer bajo las cargas instantáneas un módulo de Young provisional, superior al módulo verdadero del cuerpo, supuesto sustraído a los efectos capilares; después este módulo aparente disminuye poco a poco con el tiempo, hasta llegar a ser igual al verdadero módulo, al cabo de un plazo muy largo.

CONFIRMACIONES EXPERIMENTALES

La experiencia confirma muy exactamente estos resultados teóricos. El descubrimiento experimental de estas propiedades del hormigón es lo que me ha llevado a establecer una teoría para explicarlas e interpretar las diferencias comprobadas en los diversos estudios experimentales.

Cuando se somete el hormigón a una compresión se obtiene una deformación instantánea generalmente proporcional a las cargas, y reversible, si la carga no es excesiva; después se obtiene una deformación muy lenta y progresiva, según una ley de términos exponenciales de la forma

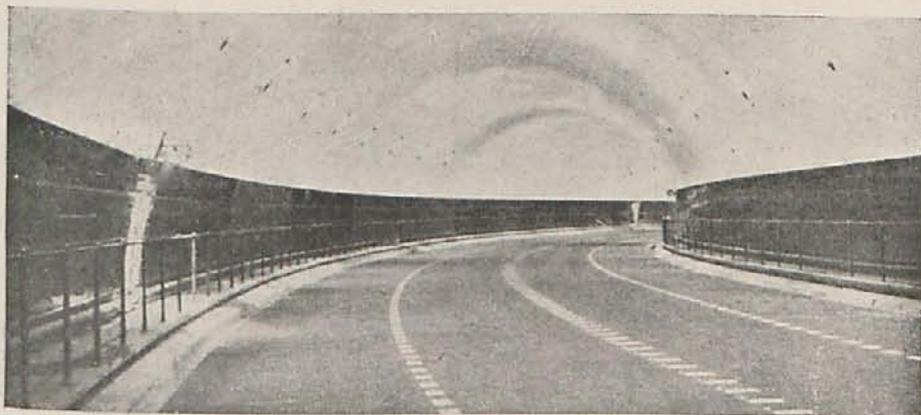
$$A + B e^{-\beta t} + C e^{-\gamma t}.$$

Esta deformación es independiente a la retracción higroscópica, a la cual se superpone, lo que se comprueba fácilmente por comparación con piezas testigos no cargadas, y es exactamente proporcional a las cargas y reversible parcialmente, de la manera que ya hemos definido anteriormente.

En la figura siguiente se aprecian las curvas obtenidas de mis experimentos de Plougastel; las ordenadas de la curva D se han obtenido restando de las relativas a las piezas cargadas el producto de las correspondientes a las piezas no cargadas de la misma dosificación, por un coeficiente un poco superior a la unidad para las cargas positivas y un poco inferior para las negativas, obtenidas por una descarga después de un largo período de carga positiva. Más adelante daremos la razón de estos coeficientes. He incluido en la misma escala la deformación elástica instantánea media de las diversas piezas, corregida de la deformación de los aceros.

Se puede observar que el fenómeno, muy lejos de ser accesorio, es más importante que la deformación instantánea y que la retracción puramente higroscópica es con mucho el más importante de los fenómenos de la deformación.

Sin embargo, no solamente su descubrimiento ha sido muy tardío, sino que ha encontrado al principio una cierta incredulidad; tan extendida estaba la idea en todos los espíritus de la identidad de formas entre las propiedades de los hormigones y las de los metales.



Vista interior del túnel con las cuatro vías de circulación de vehículos.

UNA OBRA DE ACTUALIDAD

EL TÚNEL DE MERSEY

El día 18 de julio corriente inaugurará el rey de Inglaterra el túnel de Mersey, una de las obras más importantes en su género.

Su interés, no solamente está en el túnel propiamente dicho, sino también en los seis grandes edificios que para ventilación se han dispuesto en ambas orillas del río, de todo lo cual da una amplia descripción la revista *The Architectural Review* en su número de junio último.

El proyecto data del año 1922, en que se creó una Comisión para estudiar el problema del tráfico en esta zona, ya que se hacía necesario realizar la unión de las carreteras nacionales a través del río Mersey, aparte de las ventajas locales que esta obra representaba. Sus autores son los ingenieros Sir Basil Mott y Arch. Salwich y el arquitecto Herbert J. Rowse.

El presupuesto primitivo fué rebasado, debido a los diferentes aumentos que en tal plazo han sufrido materiales y jornales, y hasta la terminación de la obra se han gastado siete millones y medio de libras, alrededor de 280 millones de pesetas al cambio actual.

La calzada del túnel tiene 11 m. de ancho y dos paseos laterales de 1,25 m. para vigilancia. La superficie de tránsito va marcada con unas líneas blancas señalando las cuatro vías de tráfico, dos en cada sentido. La longitud entre las dos en-

tradas (Old Haymarket en Liverpool y Chester Street en Birkenhead) es de 3.428 m., y la longitud total, incluyendo los ramales a los muelles, es de 4.618 m. Las pendientes de acceso son del 3,3 por 100 y la de la parte bajo el río es del 3 por 1.000.

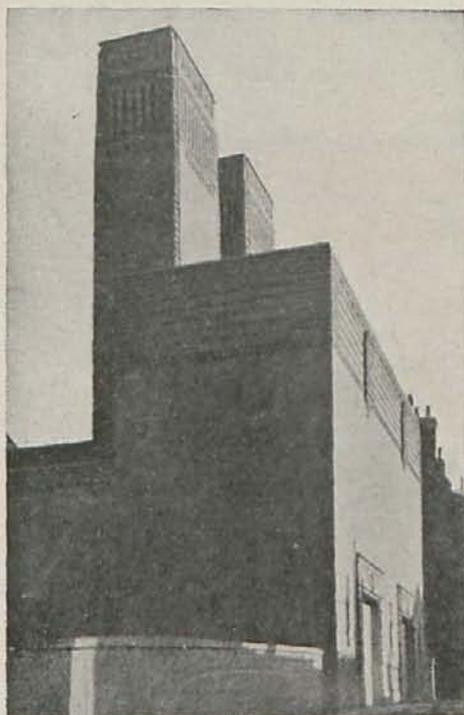
Para una velocidad media de los vehículos de 30 km./hora, resulta una capacidad de paso de 4.150 coches por hora, suponiendo uno de otro a 30 m. de distancia, y el paso de Liverpool a Birkenhead puede hacerse en seis minutos y medio.

Tal circulación supone en un túnel tan largo un volumen de gases de combustión extraordinario, lo que obligó a estudiar detenidamente este problema. La instalación de ventilación prevista consiste en un sistema de impulsión de aire y otro de aspiración, de un volumen aproximado total de 71.000 m³ por minuto de aspiración y otro tanto de impulsión, repartido en seis estaciones, situadas en ambos lados del río, como puede apreciarse en los grabados. Ello asegura que la proporción de óxido de carbono, en condiciones normales, no excederá de 2 1/2 partes en 10.000 de aire, y en el caso más desfavorable, no pasará nunca de 4 por 10.000.

El problema arquitectónico presentaba grandes dificultades. Las estaciones de ventilación están situadas en zonas urbanas, donde hay edificios no-

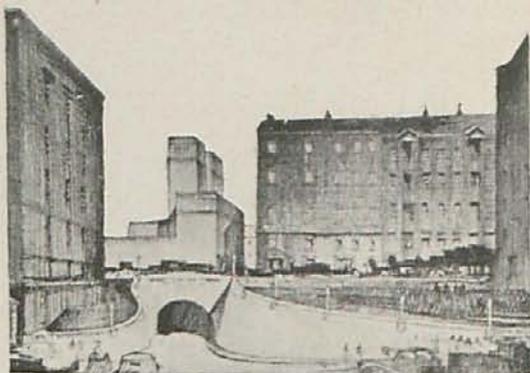
tables y muy importantes. La estación de George's Dock está situada detrás de las oficinas del Muelle de Mersey, y de las del puerto en la orilla opuesta, y dado el extraordinario volumen a mover desde ella, fué necesario proyectar una gran masa de edificio con una torre de 61 m. de altura, dispuesta simétricamente en el eje del edificio de las oficinas del Puerto.

Cada una de las estaciones de ventilación tie-



La estación de ventilación New Quay, en Liverpool.

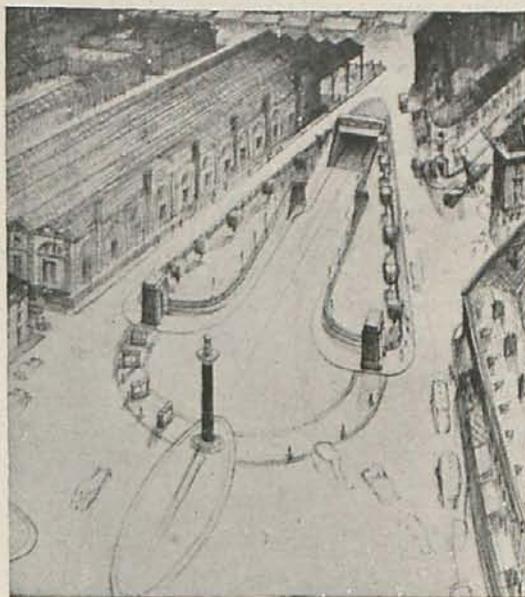
ne tres elementos importantes: la cámara de ventiladores inyectores de aire, la cámara de aspiradores y la de máquinas. El aire fresco se toma por el techo de los edificios y es conducido a los pozos o comunicaciones con el túnel por medio de unos enormes ventiladores, el mayor de los cuales tiene una capacidad de 18.000 m³ por minuto y un diámetro de 8,5 metros. Este aire limpio circula por una cámara situada debajo de la calzada de circulación del túnel. El aire viciado se recoge en otra conducción independiente, y los aspiradores lo expulsan 15 metros más alto que los orificios de entrada. De este modo se asegura la independencia entre ambas corrientes de aire, así como



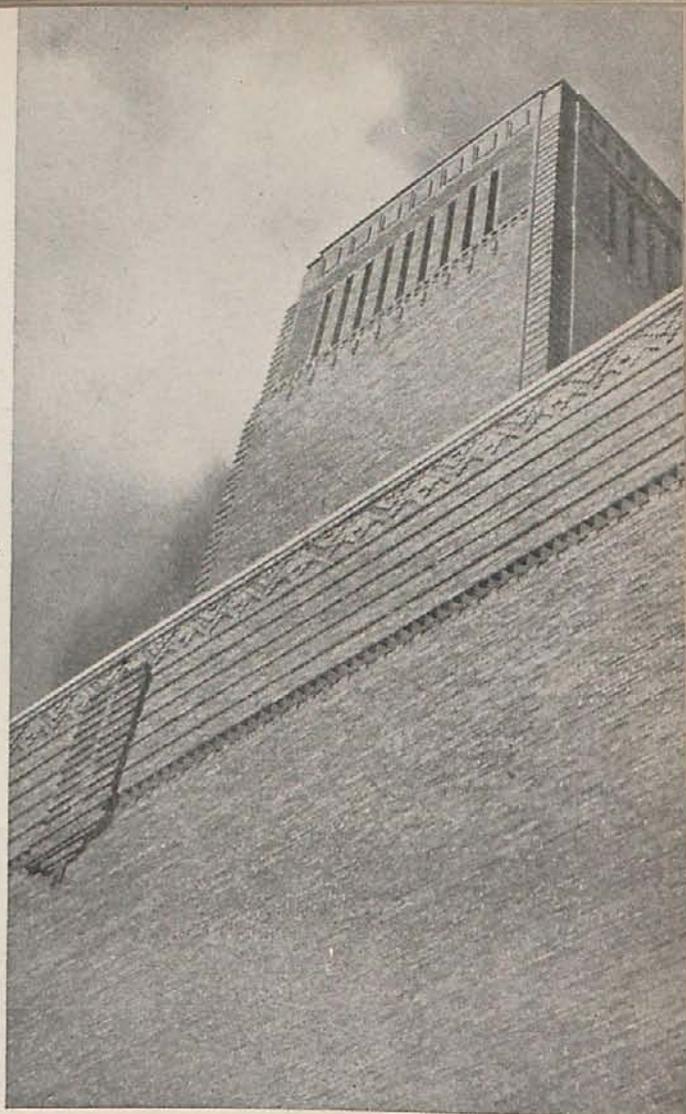
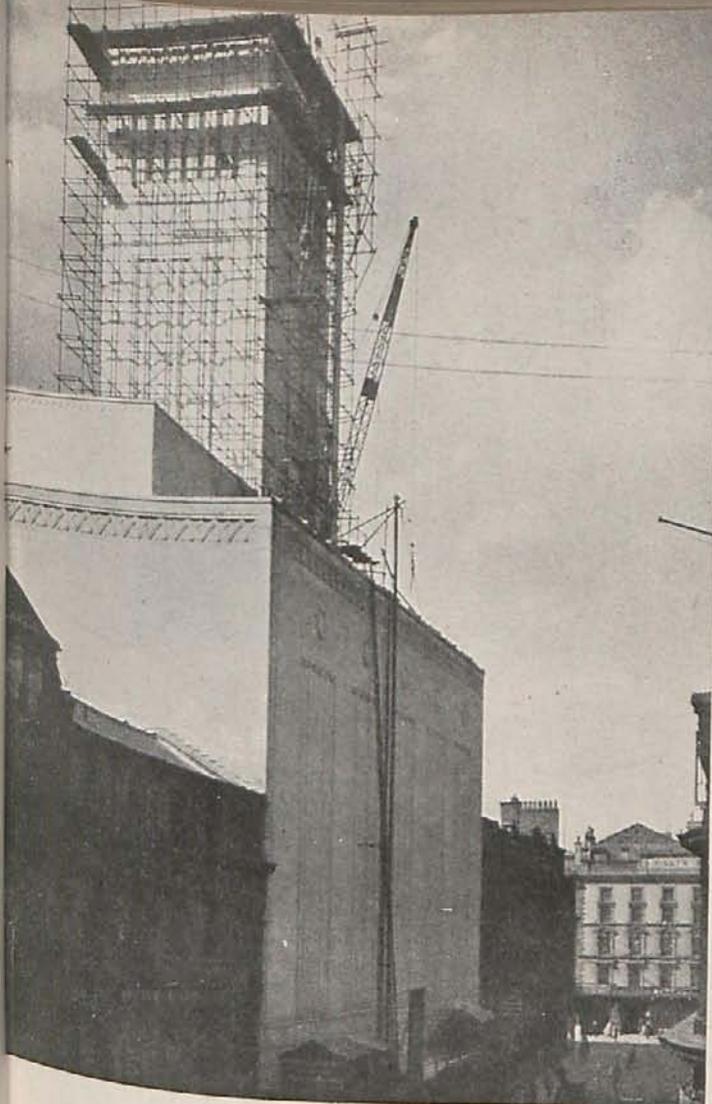
La entrada al túnel de New Quay en Liverpool.

se evitan las molestias que las pulsaciones de los motores producirían en las edificaciones próximas de haberse dispuesto estas entradas y salidas de aire en los muros de las estaciones. La maquinaria, toda ella eléctrica, está colocada a ambos lados de los ventiladores, y los transformadores van situados, bien en un piso superior o también en algunas estaciones, en un espacio próximo a los ventiladores.

Las envolventes de éstos, de las que hay cuatro o seis en cada estación, son de hormigón armado de 23 cm. de grueso, y su diámetro es va-

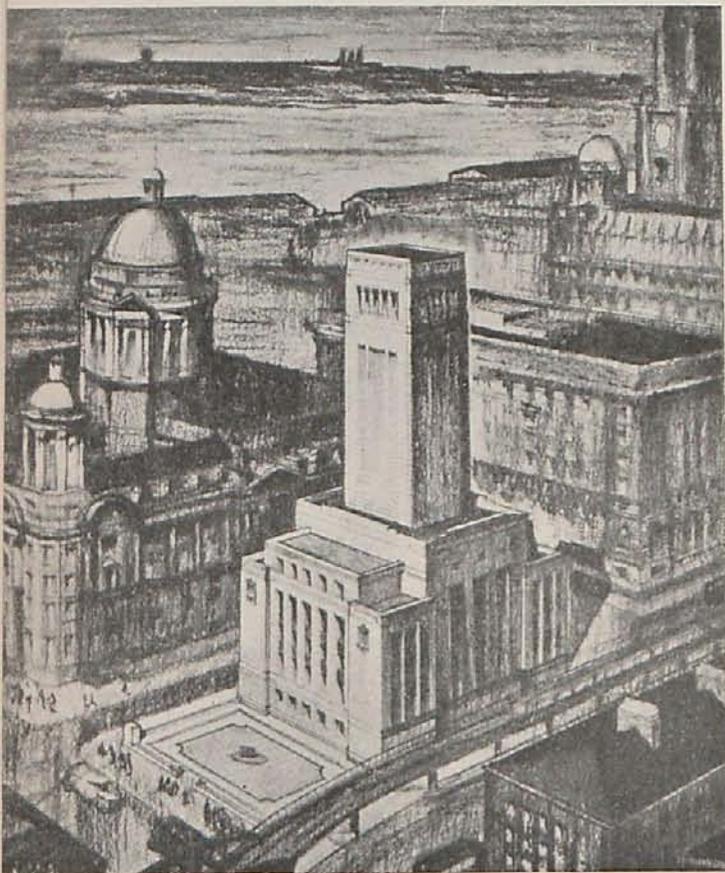
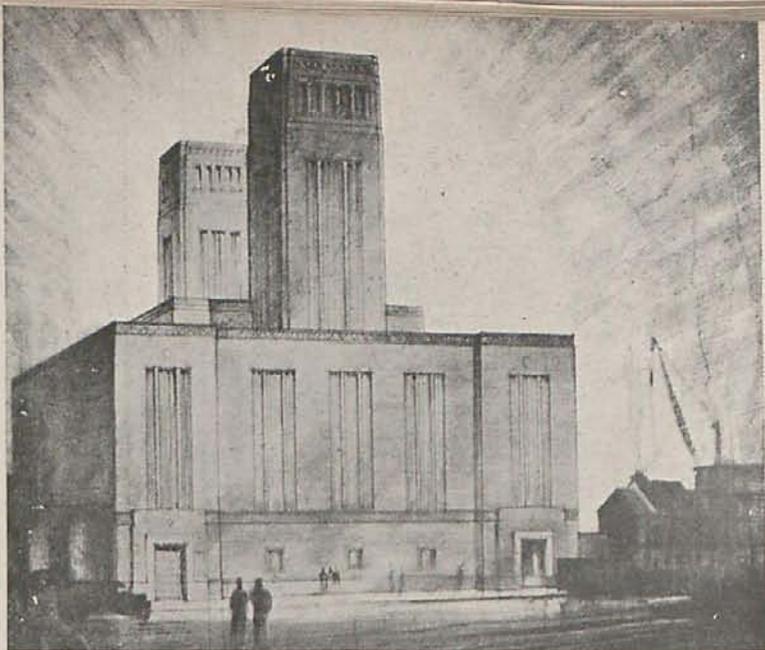


La entrada al túnel de Chester Street en Birkenhead.



A la izquierda: La estación de ventilación de North John Street, en Liverpool.
A la derecha: Una curiosa vista de la torre de la estación de ventilación de Sidney Street, en Liverpool.

La estación de ventilación de Sidney Street, en Birkenhead.



La estación de ventilación de George's Dock, en Liverpool.

riable hasta un máximo de 15 m. El ajuste de los elementos mecánicos ha sido muy cuidadoso. Todas las conducciones de aire entre estos edificios y el túnel son de hormigón armado.

Se ha procurado que estas instalaciones no produjeran molestias en las viviendas y oficinas próximas. Para ello las unidades motoras van montadas sobre bloques de hormigón completamente aislados de la estructura del edificio. En algunas estaciones, como la de North John, en Liverpool, en cuyas proximidades está la oficina principal de una importante Sociedad de Seguros, un hotel, un restaurant y un bloque de oficinas, los muros exteriores se han construido en dos partes, y la exterior, separada de la otra por un espacio de aire, sirviendo de aislante, es independiente de la estructura. Esta es metálica, con pisos y algunos elementos de hormigón armado. Los muros son de ladrillo o piedra, y su decoración es muy sobria.

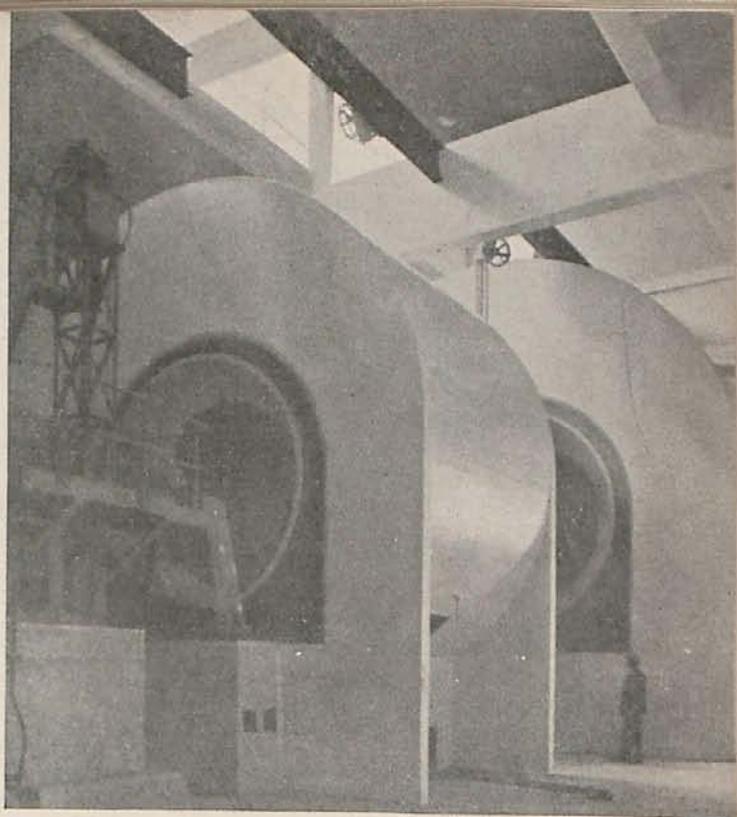
La totalidad de la instalación se manejará eléctricamente desde la estación de George's Dock, por lo que no hace falta personal alguno dedicado permanentemente al cuidado de las demás estaciones. En ellas se han suprimido las ventanas, para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones. La altura de cada edificio se determinó por el volumen de las instalaciones que debía alojar, las que en todos son dobles, para prevenir el caso de una avería.

Los volúmenes de aire y alturas de las estaciones de ventilación, incluyendo las torres, son:

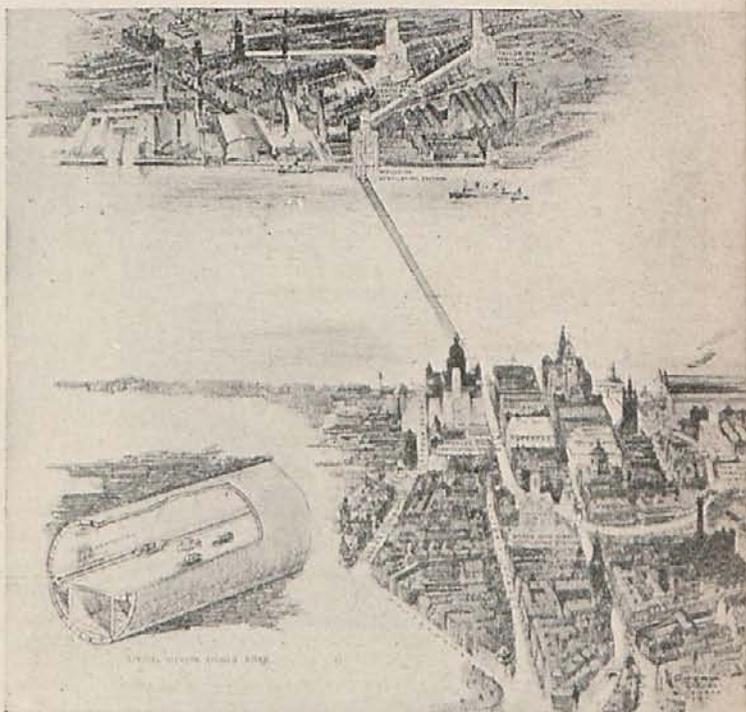
Estaciones	Volúmenes m ³	Altura m.
Liverpool:		
New Quay.....	9.070	28,40
North John.....	32.000	51,80
George's Dock.....	45.000	61,00
Birkenhead:		
Woodside.....	25.200	64,00
Sidney Street.....	33.700	37,20
Taylor Street.....	9.250	31,10

El escaso espacio disponible en la estación de Woodside, situada solamente a 5.80 m. del muro de muelle, hizo necesario extender el edificio en altura, proporcionando un difícil problema, re-

Esquema del emplazamiento del túnel entre Liverpool (abajo) y Birkenhead (arriba), a través del río Mersey. A la izquierda, la sección bajo el río.



Vista parcial de la instalación de ventilación de una de las estaciones.



suelto con una torre de 64 m. de altura, del mejor efecto estético.

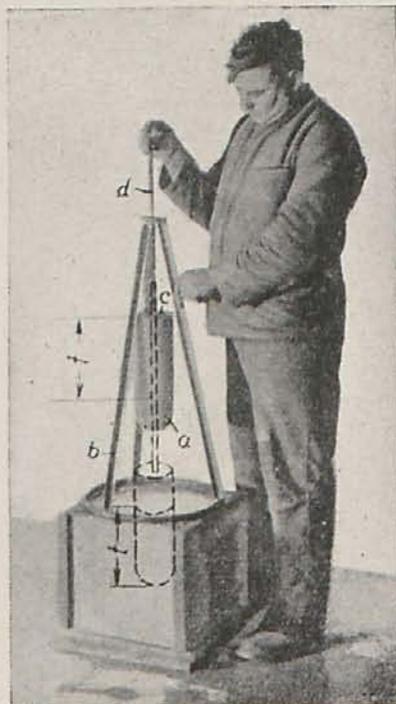
Las estaciones de George's Dock y North John se han construido con piedra artificial, y los otros cuatro edificios lo han sido con ladrillo y azulejos, con un aspecto muy agradable. Como se trataba de grandes masas sin ventanas, se ha logrado producir un contraste entre las grandes superficies planas y las zonas decoradas con dibujos de ladrillo. Se ha conseguido así con esto una decoración muy acertada. El arquitecto mister Rowse ha realizado una obra moderna, que encaja, sin embargo, perfectamente en el ambiente de una gran ciudad antigua.

Aparte de los edificios de ventilación, hay otros muchos problemas que han sido muy estudiados y perfectamente resueltos. Entre ellos están los accesos, las cabinas para los cobradores del peaje, la iluminación la decoración interior del

túnel, las cinco instalaciones para caso de incendio, el límite de los términos de Liverpool y Birkenhead en la mitad de distancia entre las orillas, las señales para el tráfico manejadas desde la estación de George's Dock y demás cuestiones que se plantean en la explotación de una obra de este tipo.

Son también del mejor gusto las columnas de iluminación situadas en el centro de los accesos, en Liverpool y en Birkenhead, que tienen 18,30 metros de altura y están formadas por bloques de granito negro pulimentado coronados por lámparas de bronce. Estas columnas de iluminación sirven a la zona de entrada en que se encuentran situadas y son el remate de esta obra grandiosa que dentro de breves días se pondrá en servicio. Las ilustraciones que acompañan a estas líneas dan una idea de la importancia y del acierto con que está realizada.

El ensayo de penetración para medir la docilidad del hormigón por O. GRAF



En el número 20 de *Beton und Eisen* de 1933 se describe este ensayo, que consiste en hacer penetrar en la probeta de hormigón un pisón cayendo desde una altura determinada. El autor lo lleva ensayando desde hace años y considera que los resultados que se obtienen son mejores que los que da el sistema americano.

Como se ve en la figura el pisón (a) que penetra en la masa del hormigón, pende de un armazón (b) por medio de una varilla (d), y cae desde una altura de 20 cm. sobre la probeta de hormigón. La profundidad *t* se mide en una varilla (c), por medio de unas divisiones marcadas en la varilla del pisón.

La probeta de hormigón tiene como mínimo 30 X 30 cm. de base y 30 cm. de altura. Para el hormigón colado deberá tener unos 50 cm. de altura.

Por medio de este ensayo se ha deducido que el hormigón con piedra partida da menor penetración que el mismo hormigón con arenas y cantos rodados, mientras que por los otros procedimientos para determinar la docilidad no se acusan estas diferencias.

El autor recomienda que se hagan ensayos por este medio para comprobar sus ventajas.



Las obras del salto del Esla en el verano de 1933. En el centro de la presa el portillo que se dejó para el paso de las aguas durante la construcción.

LAS OBRAS DE SALTOS DEL DUERO

(SITUACION ACTUAL Y RELATO DEL ACCIDENTE SUFRIDO)

Dado el interés y la actualidad de la información que sigue, nos hemos esforzado porque nuestros lectores sean los primeros que tengan noticia exacta de lo ocurrido en la presa del Esla, lo que nos ha obligado a dejar para el próximo número el anunciado artículo del Sr. Petrirena sobre "Los cortacircuitos en viviendas y edificios públicos".

La Sociedad Saltos del Duero ha iniciado el desarrollo de sus concesiones con la construcción de la instalación hidroeléctrica del Esla, cuyos elementos primordiales son el embalse regulador y la central de pie de presa.

Una presa, de hormigón en masa, ubicada en el cañón del río Esla, entre los pueblos de Ricobayo y Muelas del Pan, detiene las aguas, creando sobre los cauces de los ríos Esla y Aliste un embalse, que en el Esla se extiende a más de 60 kilómetros a partir de la presa, y en el Aliste, a más de 30 kilómetros a partir de su confluencia con el Esla. El volumen del vaso entre la cota 593, correspondiente al lecho del río en la ubicación de la presa, y la 685, que es la de máximo embalse prevista, alcanza a 1.100 millones de metros cúbicos. La presa es de perfil triangular, con talud

de 5 por 100 hacia aguas arriba, 7,9 hacia aguas abajo y 10 metros de anchura en coronación; en planta tiene forma curva, con 320 metros de radio en coronación; los cimientos llegan a la cota 585; la coronación está enrasada en la 685, y las cuerdas son, respectivamente, 250 metros en coronación y 50 metros en el fondo del río.

Adosado a la presa del lado de aguas arriba, en la parte correspondiente al último cauce, hay un macizo de unos 40 metros de anchura, que da apoyo a la obra de toma. Cuatro tuberías de 3,60 metros de diámetro parten de allí, a la cota 640, atraviesan el macizo de la presa y emergen del lado de aguas abajo, hacia la cota 610, donde está situada la casa de válvulas, continuando luego, tras ligero cambio de dirección, a la casa de máquinas; los ejes de las cámaras espirales quedan a la cota



CENTRAL Y CASA DE VALVULAS.—El tubo 4 aparece a la izquierda de la casa de válvulas cerrado por una brida ciega, y el 3, cerrado dentro de la casa de válvulas, continúa fuera de ella dispuesto a recibir las virolas para su prolongación hasta la central; los tubos de los grupos 1 y 2 llegan a la central. En primer término las bocas de los tubos de aspiración cerradas por bóvedas para evitar el retroceso del agua. (Foto tomada días antes del accidente.)

599,50, y la longitud total de tubería entre paramento de toma y eje de turbina es, por término medio, de unos 135 metros. La entrada se hace mediante un abocinamiento, y en el interior del macizo, la tubería, de palastro de acero, está protegida por una camisa de hormigón armado, que asegura la continuidad elástica de la presa.

Para gobernar el paso del agua se ha previsto instalar en la entrada de las tuberías una sola com-

puerta de 3 por 5 metros, deslizante sobre rodillos, y en la cámara de llaves, válvulas de mariposa; además, aguas arriba de las compuertas se han dejado ranuras para introducir una ataguía metálica y otras para las rejillas.

El edificio de la central, situado a 25 metros del pie de la presa, transversalmente al río, está dispuesto para alojar cuatro grupos hidroeléctricos de eje vertical, de 37.000 kilovatios, dispuesto

Recinto de fundación de los grupos 3 y 4 inundado por las aguas que salen de la tubería 4. Instante en que la tubería funciona como canal de lámina libre.



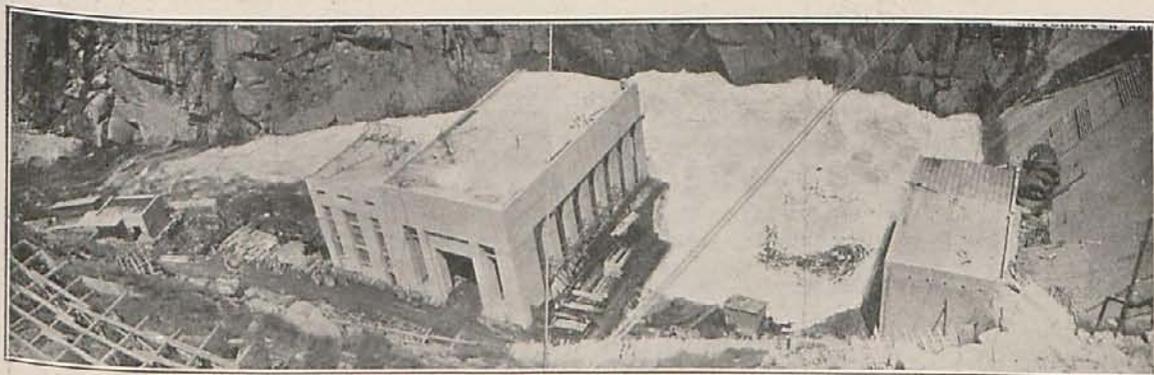


Recinto de fundación de los grupos 3 y 4 inundado por las aguas que salen de la tubería 4. Instante en que la tubería funciona a presión. Al ser mayor la velocidad el agua alcanza la casa de máquinas.

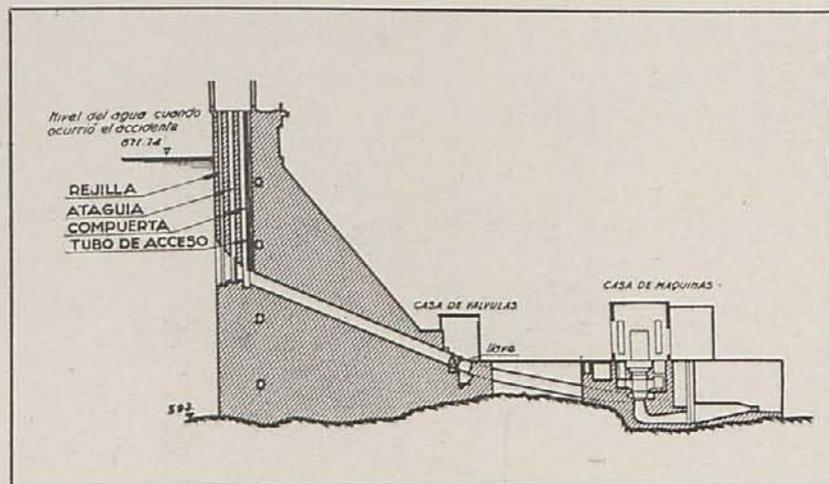
cada uno de ellos para dar plena potencia mientras las aguas queden en el embalse entre las cotas 650 y 684. Los grupos quedan a 12 metros entre ejes, y esto obliga a aprovechar para la central toda la anchura disponible en el fondo del río, restando sólo una estrecha faja, junto a la orilla izquierda, que se aprovecha para plataforma de montaje y edificio de cuadros. Entre central y presa queda una plataforma donde se

va a montar la estación de transformación. El piso de la central está enrasado a la cota 610, pero, por exigencias de la ventilación en circuito cerrado prevista para los alternadores, el estator de estas máquinas queda por debajo de aquella cota.

Aprovechando un collado lateral, en la margen izquierda se ha construido el aliviadero de superficie, formado por un canal de 90 metros de



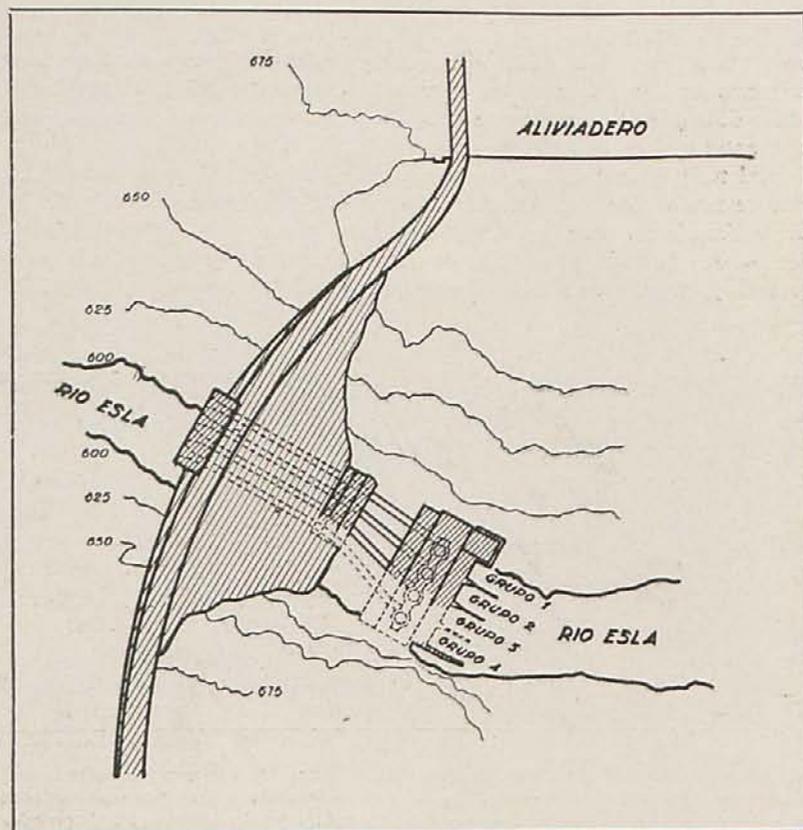
Vista lateral de la central del Esla, después del accidente. De izquierda a derecha la casa de filtros, el puesto de transformación, la casa de cuadros, la de máquinas y la de válvulas. El remolino que queda entre las dos últimas contribuye a dispersar la energía de la descarga y evita la formación de grandes olas.



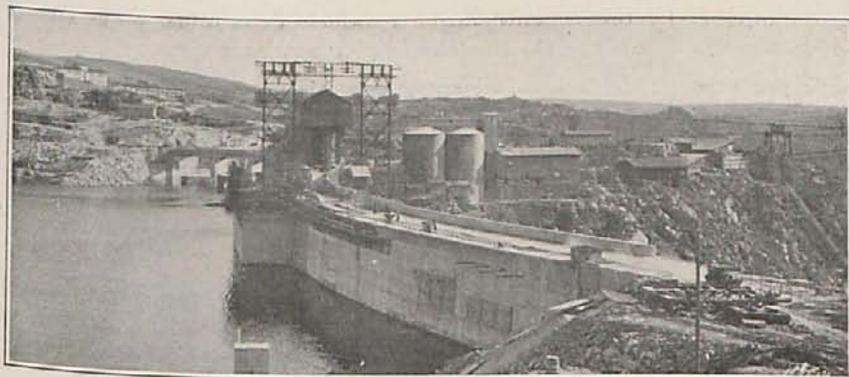
Sección transversal de la presa y casas de máquinas y válvulas, con la altura de agua al ocurrir el accidente.

anchura en el origen y de 450 metros de longitud, que progresivamente se va estrechando. Sirve de cierre a este canal una presa de compuertas con cuatro vanos de 20 de luz, cuya solera está en-

rasada a la cota 670 y cuyas pilas dan apoyo también a un puente para paso de la carretera internacional, que cruza sobre la coronación de la presa.



Planta de la presa, casa de válvulas y central.



Coronación de la presa. En segundo término, a la izquierda, el puente del aliviadero.

En la explanada que queda entre el canal del aliviadero y el borde del cañón se instalan las estaciones de seccionamiento para las salidas de líneas.

Las obras de la presa se ejecutaron efectuando el hormigonado por macizos, entre juntas de dilatación y desviando el río por dos túneles laterales; para dar paso a las grandes avenidas se dejó en el centro de la presa y en toda la altura de la misma un portillo, que se ha cerrado últimamente. Las tuberías forzadas que atraviesan la presa están todas situadas en el macizo que queda a la izquierda de aquel portillo.

Con objeto de adelantar la puesta en marcha se construyó la primera mitad de la central, que comprende la sala de cuadros, la plataforma de montaje y los alojamientos de los grupos 1 y 2, durante el verano de 1933, ejecutando los traba-

jos al amparo de un muro longitudinal y dejando pasar las aguas procedentes del portillo por el lugar destinado al emplazamiento de los grupos 3 y 4. Terminada esta parte de la central, empezaron en ella los montajes, y simultáneamente, una vez cerrado el portillo, se construyó la parte baja de los tubos de aspiración de los grupos 3 y 4, cerrando la salida de dichos tubos con bóvedas para evitar que las aguas, retrocediendo desde aguas abajo, inundasen el recinto donde iban a construirse las cimentaciones de la segunda parte de la central.

En 30 de junio, fecha del accidente, estaba ya montada la turbina del grupo 1 y estaba también presentado en su sitio el estator de este mismo grupo, procediéndose en aquellos días al centrado del mismo, como operación previa a la colocación del rotor. Estaba también casi ultimado



Canal del aliviadero, donde vierte en el río.

el montaje de la turbina del grupo 2. La tubería 3 estaba cerrada por una brida ciega.

La tubería del grupo 4, por corresponder a una máquina que no se iba a montar por el momento, estaba cerrada en el lado de aguas arriba por la ataguía metálica, formada por paquetes de perfiles laminados, y del lado de aguas abajo, por una brida ciega de 3,60 metros de diámetro, en cuyo centro se había abierto un orificio en forma de segmento circular, de 0,60 metros de anchura y 0,30 metros de flecha, para observar la importancia de las filtraciones que tenían lugar en la ataguía. El agua se encontraba en el embalse a la cota 671,70 y la filtración se mantenía desde hacía dos días alrededor de los 300 litros por segundo, cifra perfectamente satisfactoria por ser sensiblemente igual a la que había dado la misma ataguía, trabajando en las tuberías de los grupos 1 y 2 con el embalse a la cota 675.

El accidente ocurrió a las ocho de la noche del día 30. Sólo quedaban a esta hora 13 hombres, ocupados 9 de ellos en trabajos de limpieza, a la cota 598, y repartidos los restantes por la obra; el capataz, con otro obrero, se encontraba junto a la brida ciega de la tubería 4. Los ingenieros habían recorrido poco antes la obra, sin observar nada anormal.

Parece ser que de improviso se sintió un ruido análogo al de una explosión, e instantes después la tubería del 4 empezó a desaguar a boca llena; la brida ciega saltó, segada en su contorno, en los primeros instantes, y pocos momentos después el agua alcanzaba en el recinto de cimentación de los grupos 3 y 4 la cota 610, en la que, funcionando como vertedero el muro de aguas abajo de la central, se estableció el equilibrio. Nueve obreros desaparecieron y uno quedó asido a las rocas y fué salvado desde la ladera. Los otros tres estaban a cotas más altas.

Hasta ahora no se ha podido encontrar versión satisfactoria de las causas del accidente. La ataguía había resistido ya en servicio, en condiciones más duras, durante unos treinta días, en los tubos 1 y 2, sin acusar debilidad ninguna. La filtración no experimentó previamente aumento alguno sensible, pues de haberlo hecho se hubiera tenido que manifestar vertiendo por la brida ciega, y el capataz, que junto a ésta se hallaba, hubiese tenido que notarlo. Dicho capataz manifiesta que él sólo percibió una corriente fortísima de aire

saliendo por el orificio de la brida, y que esto fué lo que le impulsó a ponerse a salvo.

El caudal que sale por la tubería es del orden de 200 metros cúbicos por segundo; esto y la ausencia casi absoluta de vibraciones, hace suponer que la ataguía ha desaparecido casi por completo, pero hasta que el agua baje y la tubería quede en seco, no parece probable encontrar explicación de esta desaparición.

En la salida de agua se manifiesta una pulsación con período de 8 a 12 segundos, alternando una salida tranquila con otra más violenta, que da lugar a fuertes reacciones. En principio se explica esto suponiendo que la tubería funciona alternativamente como conducción a boca llena y como canal con lámina libre, estando determinado el período de alternancia por la capacidad de la tubería y por las distintas velocidades que corresponden a uno y otro régimen, pero todo ello ni supone peligro para la obra, ni arroja tampoco ninguna luz sobre las causas del accidente.

Se espera que la boca de las tuberías quede en seco a mediados de agosto, y se tiene la seguridad de poder embalsar de nuevo e iniciar la explotación en el otoño próximo.

Aparte de las pérdidas de vidas, triste tributo al que pocas grandes obras escapan, las consecuencias del accidente no son demasiado importantes. En el recinto de los grupos 3 y 4, los trabajos de cimentación estaban apenas iniciados, y por mucho daño que hiciese el agua, éste sería insignificante, ya que no tiene sobre donde actuar. La primera mitad de la central, donde se instalan los grupos 1 y 2, no ha sufrido en sus edificaciones daño alguno; las aguas, represadas desde la segunda mitad, invadieron las galerías inferiores y llegaron a alcanzar la parte alta del estator, pero esta pieza pudo sacarse antes del quinto día, y reconocida por los especialistas, se ve que no ha sufrido daño alguno; tampoco ha padecido nada el rotor ni los transformadores, que se encontraban sobre el piso de la central. Tan sólo se dan por perdidos algunos aparatos para medición de temperaturas, situados en una de las galerías inferiores.

Los montajes van a reanudarse seguidamente y el retraso en ellos producido por el accidente no es de esperar que exceda de dos meses.

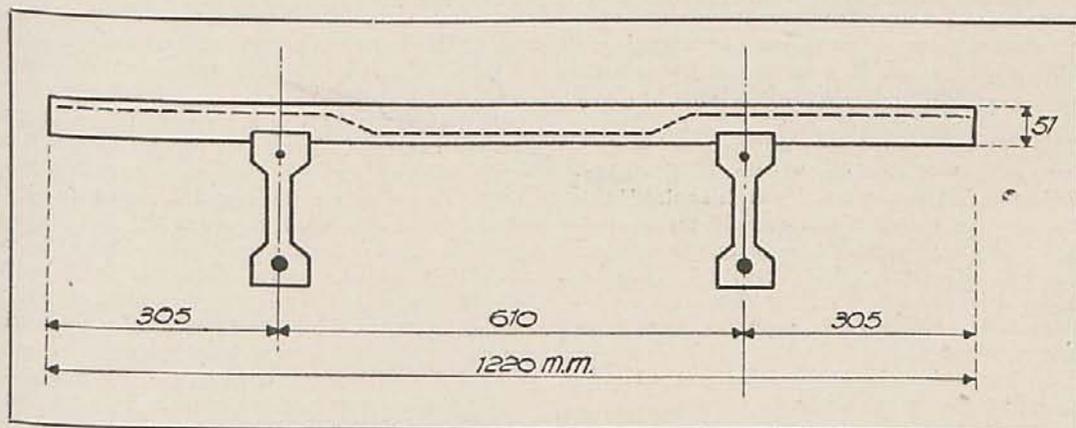
Los grabados dan idea de la situación de las obras y del efecto del desagüe del tubo núm. 4.

Ensayos de resistencia en pisos de hormigón armado con viguetas hechas en taller

En el número de abril del *Journal of the American Concrete Institute*, los ingenieros R. E. Cooperant y P. N. Booff describen una serie de ensayos realizados para estudiar las condiciones de resistencia de los pisos de hormigón armado formados por viguetas hechas en taller, sobre las cuales, una vez montadas, se puede colocar el encofrado y hormigonar las losas del forjado con arreglo a la disposición de la figura.

Los pisos construidos con forjados monolíticos y viguetas hechas en taller uniéndose un elemento con otro por simple adherencia, presentaron con relación a los cálculos coeficientes de seguridad comprendidos entre 2,8 y 3,7.

En todos los ensayos hechos, la flecha bajo la carga de cálculo fué menor de $1/360$ de la luz. No se observó gran diferencia en el comportamiento ni en los resultados con los diferentes ti-



Esquema del piso con las viguetas construidas en taller.

Las conclusiones que deducen y que todavía no han podido discutirse por el *American Concrete Institute*, son las siguientes:

El comportamiento y la resistencia, la flecha y deformaciones observadas en losas y viguetas unidas por adherencia de los hormigones con o sin estribos pasantes, indican un poder adherente suficiente para poder aplicar las fórmulas corrientes de flexión y las cargas de trabajo empleadas normalmente en los pisos de vigas en T.

pos de armadura. Las diferencias en los tipos de hormigón no se acusaron como factor importante en el comportamiento de los pisos dentro de los límites estudiados. La resistencia de la losa de hormigón no tenía un marcado efecto en la carga de rotura de los pisos.

Aunque los estribos podían considerarse como elementos supletorios convenientes, su empleo no aumentó la capacidad de carga sobre la obtenida con la unión por simple adherencia de un hormigón con otro.

Conferencia de D. Juan Antonio Bravo.

El 23 de junio pasado se celebró en la Escuela Central de Ingenieros Industriales una interesante conferencia de D. J. A. Bravo, Consejero-Delegado de la Compañía del Norte, sobre el tema "Aspectos ferroviarios de la aplicación de los automotores Diesel a la tracción".

Se trataba de celebrar por sus compañeros de profesión el nombramiento del Sr. Bravo para el alto cargo que ocupa en la Compañía del Norte; pero el Sr. Bravo lo rehusó, ofreciéndose a pronunciar esta conferencia, después de la cual fué obsequiado, lo mismo que los asistentes al acto, con un refresco servido en la Escuela de Industriales.

Puso de manifiesto el contraste entre la rígida legislación del ferrocarril frente a la anarquía en la mayor parte de los transportes mecánicos por carretera.

El transporte por carretera destruyó el monopolio de hecho que venían disfrutando los ferrocarriles, obligando a éstos a ponerse en condiciones de competir con ellos. Sin embargo, debido a las diferencias de trato existentes, el transporte de viajeros representa una gran pérdida para las Compañías.

El servicio más apropiado a realizar por los automotores puede ser el de líneas secundarias, el supletorio en líneas principales, y también el de sustitución de trenes rápidos en grandes líneas con algunos tipos de automotor de gran potencia. Como ejemplo de este caso, proyectó una interesante película acerca del automotor que realiza el servicio entre Berlín y Hamburgo a velocidades hasta de 180 km./hora, verdadera maravilla de la mecánica moderna.

El Sr. Bravo recibió muchas felicitaciones, a las que unimos las nuestras muy sinceras.

A continuación de la conferencia del Sr. Bravo vamos a dar la reseña de la de M. Lemaire, por considerar que los sistemas que describe, de empleo corriente en Francia, son el complemento necesario para conseguir las grandes velocidades que el ferrocarril se encuentra obligado a realizar para competir ventajosamente con el transporte automóvil, consiguiendo a la vez que una mayor seguridad una sensible economía.

Los nuevos procedimientos de conservación de vías en los ferrocarriles franceses.

El 20 de junio último, y organizado el acto por la Sección española de la Sociedad de Ingenieros Civiles de Francia, pronunció en el Instituto de Ingenieros Civi-

les una conferencia del más alto interés, el ingeniero de la Compañía del Norte de Francia, M. Maurice Lemaire.

En su disertación pasó revista a los diferentes medios de conservación de vías, presentando como "antiguos sistemas" los corrientes medios de conservación por bateado a mano. Hizo una exposición de los progresos realizados y las economías que los nuevos procedimientos significan para las explotaciones ferroviarias, obligadas a una renovación de sistemas con arreglo a las nuevas necesidades de una mayor velocidad y un mínimo de trepidación o movimiento debidos a la superficie de rodadura.

Proyectó, como demostración viva de los progresos realizados en estas materias, una interesante película, en la que se aprecia el adelanto conseguido por las Compañías francesas, especialmente por el Norte de Francia, desde hace ocho o diez años, en que se empleaba el bateo y las demás operaciones a mano, hasta el momento actual, en que el rendimiento ha mejorado en proporciones increíbles gracias a la utilización de máquinas apropiadas.

Mostró varios tipos de aparatos de diferentes sistemas, todos en uso en la red francesa, que recogen el balasto, lo limpian, clasificándolo, para dejarlo bajo la vía en que circula el aparato, apreciándose su funcionamiento sin ningún operario, aparte del que ocupa la cabina de mando. Estas máquinas van circulando por la vía a velocidad de unos 8 kilómetros por hora, dejando el balasto limpio y la vía, por tanto, saneada.

Especialmente, el modelo Lemaire es de un funcionamiento perfecto, lo que se ha comprobado en las líneas del Norte, donde lo emplean con completo éxito.

Se describe después el procedimiento de "soufflage mesuré", que tiene por objeto conseguir, por medio de cantidades de gravilla cuidadosamente medidas, e introducidas bajo las traviesas, una estabilidad de la vía imposible de alcanzar por otro medio. Además, resulta una economía en la conservación de la vía que justifica el desarrollo tan rápido del sistema, que se emplea en Francia en la casi totalidad de las redes, y desde luego en las líneas más frecuentadas y con trenes a grandes velocidades.

El Sr. Lemaire fué muy aplaudido y felicitado por su interesante disertación.

Congreso de la Asociación Española para el progreso de las Ciencias.

Del 1 al 8 del próximo mes de agosto se celebrará en Santiago de Compostela el 14.º Congreso de esta Asociación. Las cuestiones de aplicación de las ciencias de la Ingeniería y la Arquitectura serán especialmente tratadas

en la Sección octava bajo la presidencia del Ingeniero de Caminos D. Eduardo de Castro.

La Comisión organizadora del Congreso tiene proyectadas varias excursiones por Galicia, principalmente a Coruña, Pontevedra y Vigo que harán más agradable esta reunión.

Para inscribirse en el Congreso, los señores que lo deseen, podrán dirigirse al secretariado de la Asociación, establecido en el edificio del Museo de Historia natural.

HORMIGÓN Y ACERO dará en el próximo número de agosto una referencia de los trabajos presentados que tengan relación con la construcción.

El concurso del puente del Esla.

Para el concurso de la construcción del puente del Esla, celebrado el día 23 de junio se han presentado las siguientes proposiciones:

BAJAS

Compañía del Ferrocarril de Medina del Campo a Zamora y de Orense a Vigo.	0,00 ptas.
Max Jacobson.	142,36 »
Francisco Fernández.	470.893,75 »

El presupuesto de contrata de la obra es de pesetas 4.360.127,36.

Homenaje a D. Manuel Becerra.

Con motivo de su jubilación en el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, le ha sido ofrecido un banquete el día 1.º de julio último por sus compañeros para mostrarle su adhesión y su simpatía.

El Sr. Becerra agradeció el homenaje en sentidas y elocuentes palabras, y recibió los saludos de los numerosos asistentes al acto.

Enviamos a D. Manuel Becerra nuestro saludo y nuestros mejores deseos.

Inauguración del nuevo edificio de la estación del Norte en Madrid.

El día 6 de julio corriente se ha inaugurado el nuevo edificio de la estación del Norte, en Madrid, situado en la calle de San Vicente.

Este nuevo pabellón, terminado hacía tiempo, que se pone ahora en servicio, está dotado de ascensores para el público, montacargas de equipajes, y está provisto de gran número de taquillas para venta de billetes. Por él se hará el servicio de salida de viajeros, y la llegada continuará como hasta ahora realizándose por el antiguo edificio. Esta facilidad seguramente será muy bien acogida por el público, que dispondrá con ello de mayor comodidad.

El problema de los pasos a nivel.

Con este título ha publicado la Asociación General de Transportes por Vía Férrea un interesante folleto del ingeniero de Caminos y director de la revista *Ferrocarriles y Tranvías*, D. Ramón Sánchez-Moreno.

En este interesante trabajo, sobre un tema cada día de mayor actualidad por el gran desarrollo de la circulación por carretera y la dificultad por parte de las Compañías de mantener la guardería en todos los pasos a nivel, se pasa revista a la situación actual del problema en diversos países, se estudia la situación del asunto en España y se expone la solución más conveniente articulada en forma de bases para una ordenación racional de los pasos a nivel.

Se llega a la conclusión general de la necesidad de establecer señales en lugar de guarderías en los pasos, y que desde luego no deben permitirse nuevos cruces a nivel con ferrocarriles o carreteras ya construidas. Se estudia el tiempo preciso para la eficacia de la señal, que es variable según las velocidades de circulación, y llega para España al de veinticinco segundos en vía única y de treinta en doble vía.

Dada la autoridad del autor y su conocimiento del tema, no es necesario insistir en el valor de este folleto, documentada aportación al importante problema de los pasos a nivel.

Los suscriptores a HORMIGÓN Y ACERO que deseen libros extranjeros, evitándose la molestia de pedirlos directamente, pueden solicitarlos a nuestra Administración—Apartado número 151, Madrid—, donde se encargarán de servirlos a domicilio sin aumento de precio.

Igualmente facilitaremos a los suscriptores que lo soliciten, mediante una tarifa reducida, la ampliación e incluso el texto íntegro, traducido, de los artículos reseñados en la Sección Documental.

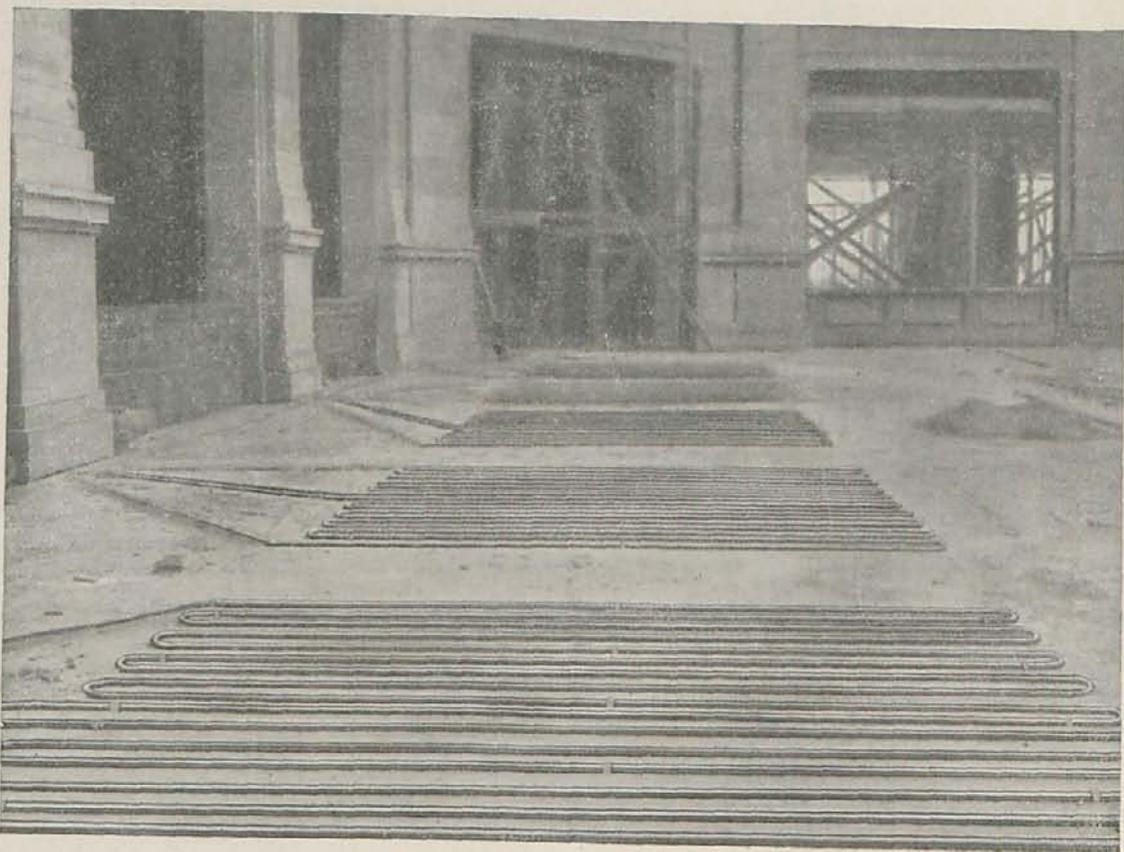
EN LA EXPOSICION DEL PUEBLO ALEMAN



La casa del frente del trabajo alemán. De "Baukunst".

Calefacción por paneles

SISTEMA PATENTADO



Instalación de calefacción por paneles sistema «CRITTALL» verificada en el hall central de público del nuevo edificio del Banco de España, en Madrid.

Jacobo Schneider, S. A.

**Calefacción - Quemadores de Aceite - Ventilación
Refrigeración - Saneamiento - Ascensores**

**Niceto Alcalá Zamora, 32
Tels. 11074 - 11075**

MADRID

B 16.—LA ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES.—M. F. Biron.—*Science et Industrie*.—Págs. 131-141.—Abril 1934.

Se hacen algunas consideraciones generales sobre la velocidad y forma de actuación del viento en armonía con las dimensiones y forma del edificio; estudia el modo de experimentar la acción del viento en el túnel aerodinámico y expone los resultados de la experimentación, comen- tándolos a diversas formas de edificios, y termina con un estudio ligero de diferentes disposiciones reglamentarias.

B 16.—PRESIÓN DEL VIENTO SOBRE TORRES EN CELOSÍA DE SECCIÓN CUADRADA.—Katzmayr.—*Der Bauingenieur*.—Números 21-22.—Págs. 218-221.—25 mayo 1934.

La acción del viento sobre torres en celosía es variable según la dirección en que actúa. Se discuten los procedimientos de cálculo que se emplean corrientemente y el efecto del viento sobre los nervios verticales y sobre los arriostramientos, comparándolos con los resultados de ensayos sobre modelos, efectuados en el Laboratorio aerodinámico Politécnico de Viena. Da bibliografía.

B 16.—ESTUDIO POR MEDIO DE MODELOS REDUCIDOS DE LA RESISTENCIA AL VIENTO DE EDIFICIOS ELEVADOS.—G. E. Large y S. T. Carpenter.—*Engineering News Record*.—Págs. 637-639.—17 mayo 1934.

B 18.—LOS ENSAYOS AUSTRIACOS SOBRE COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO EN EL AÑO 1931.—M. Thullie.—*Beton u. Eisen*.—Núm. 10.—Págs. 154-156.—20-5-34.

Da los resultados de los ensayos, y entre otros, propone, con el Dr. Emperger, que para columnas con armadura transversal, si $a = d$, $a = \frac{d}{2}$, $a = \frac{d}{4}$ se adopte para tensión admisible en el acero, para acero corriente, 1.000, 1.200, 1.400 kg./cm.², respectivamente.

B 18.—COMPORTAMIENTO DE VIGAS EN T DE HORMIGÓN ARMADO BAJO LA INFLUENCIA DE CARGAS ESTÁTICAS Y BAJO CARGAS REPETIDAS.—F. Treiberg.—*Der Bauingenieur*. (Véase B 5.)

C 4.—EL CEMENTO EN LAS OBRAS DEL SALTO DEL ESLA.—R. Rubio.—*Cemento*.—Págs. 41-45.—Febrero 1934.

Indica las ventajas del empleo del "clinker" transportado a obra y reseña su molido y manipulación, ensayos y garantías de compra y del cumplimiento del pliego de condiciones.

C 5.—EL EMPLEO EN CEMENTO ARMADO DE LOS CEMENTOS A BASE DE ESCORIA DE ALTOS HORNOS.—Cleret de Langavant.—*Science e Industrie*.—Págs. 204-210. Mayo 1934.

Hace una defensa del empleo de escoria de altos hornos en las construcciones de hormigón armado; especialmente rechaza la afirmación del peligro de que el hierro sea atacado; presenta experiencias y grandes obras construídas.

C 5.—ENSAYOS SOBRE CEMENTOS ALUMINOSOS.—O. Graf.—*Beton und Eisen*.—Núm. 10.—Págs. 156-159.—20-5-1934.

Los ensayos versaron sobre: relación entre la resistencia de cubos de cemento aluminoso y de cemento Portland de alta calidad; relación de la resistencia a la compresión en cubos y en columnas; resistencia de columnas de cemento aluminoso y Portland; retracción del hormigón de cemento aluminoso.

C 14.—LA RESISTENCIA Y EL COEFICIENTE DE ELASTICIDAD DE LA MADERA SEGÚN LA DIRECCIÓN DE LAS FIBRAS.—F. Kollmann.—*Der Bauingenieur*.—Núms. 19-20.—Págs. 198-200.—11 mayo 1934.

Como la elasticidad y resistencia de la madera son distintas en sentido longitudinal y transversal de las fibras, los valores intermedios que hasta ahora solamente se podían fijar por medio de ensayos, según el autor se pueden calcular fácilmente. Da bibliografía abundante.

D 1.—ULTIMOS PROGRESOS DE LOS HORMIGONES EN GENERAL.—J. Fedt.—*Science et Industrie*.—Págs. 161-171.—Abril 1934.

Expone algunas consideraciones nuevas sobre la elección de la composición granulométrica del hormigón y de la cantidad de agua según los procedimientos de puesta en obra.

D 2.—LA VIBRACIÓN COMO SISTEMA DE APISONADO DEL HORMIGÓN.—R. F. Legget.—*Concrete*.—Págs. 393-400. Junio 1934.

Aplicaciones del apisonado por vibración hechas en Canadá y resultados obtenidos.

D 2.—CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA VIBRACIÓN DEL HORMIGÓN.—M. E. Treves.—*Science et Industrie*.—Páginas 96-97.—Marzo 1934.

Aconseja hormigones secos, distancias entre vibradores de 80 a 120 centímetros y fijar experimentalmente la duración necesaria de vibración.

D 2.—ENCUESTA SOBRE LA VIBRACIÓN DEL HORMIGÓN EN GRANDES MASAS.—Henri Lossier.—*Science et Industrie*.—Págs. 203.—Mayo 1934.

D 3.—ENSAYOS DE VIGAS CON ARMADURAS DE CHAPA EN FORMA DE U.—R. Saliger.—*Beton und Eisen*.—Núm. 7. Págs. 104 a 107.—6-4-1934, y Núm. 8.—Págs. 123 a 128.—20-4-1934.

Se describen los ensayos de vigas en T armadas por medio de dos pletinas en Z, constituyendo el encofrado del alma de las vigas. Los ensayos se refieren a la resistencia propia como encofrado y además al aumento en la resistencia de la viga. Se detallan los ensayos realizados y los satisfactorios resultados obtenidos.

D 3.—UNA NUEVA ARMADURA PARA LAS CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO.—A. Kleinlogel.—*Science et Industrie*.—Págs. 191-194.—Mayo 1934.

Se trata de armaduras del tipo de tela metálica, con el fin de evitar fisuras.

D 3.—APLICACIONES MÁS IMPORTANTES DE ARMADURAS CON ELEVADO LÍMITE DE ELASTICIDAD PARA ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO, Y ESPECIALMENTE LOS ENREJADOS DE ALAMBRE RETORCIDO.—A. Kleinlogel.—*Beton und Eisen*.—Núm. 7.—Págs. 97 a 104.—5-4-1934.

Se expone la conveniencia del empleo de aceros de alta calidad, y las ventajas de la malla metálica tipo Benzinger (redondos entrelazados en la malla metálica) para armadura de techos, columnas, muros, etc.

D 3.—EMPLEO DEL ACERO DE LÍMITE ELÁSTICO ELEVADO EN EL HORMIGÓN ARMADO.—A. Brebera.—*Science et Industrie*.—Págs. 188-190.—Mayo 1934.

Estudia las ventajas de los aceros de límite elástico elevado y enfoca el trabajo hacia las armaduras Roxor y las Isteg, haciendo notar la economía que puede producir su empleo.

SALVADOR AZÚA



CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS

OBRAS PÚBLICAS Y PRIVADAS



San Sebastián

PRIM, 43

D 3.—EMPLEO EN EL HORMIGÓN ARMADO DE LOS ACEROS DE ALTA RESISTENCIA.—F. de Emperger.—*Science et Industrie*.—Págs. 179-187.—Mayo 1934.

Trata de comprobar los resultados del cálculo ordinario, comparándolos con ensayos experimentales hechos con hormigones y aceros diversos, y establece algunas consecuencias prácticas.

D 6.—HORMIGONADO EN INVIERNO DE LA ESCLUSA DE RAPIDE CROCHE.—*Engineering News Record*.—Páginas 493-495.—19-4-1934.

Organización del hormigonado y defensas contra el frío mediante vapor de agua.

D 8.—LA ELASTICIDAD DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN ARMADO O SIN ARMAR.—E. Marcotte.—*Le Génie Civil*.—Págs. 491-493.—2-6-1934.

Noticia de diferentes resultados experimentales para determinar el módulo de elasticidad en cementos y hormigones de diferente calidad.

D 8.—ALGUNAS PROPIEDADES DEL CEMENTO y DEL HORMIGÓN.—D. Werner y S. Giertz-Hedström.—*Concrete*.—Págs. 386-392.—Junio 1934.

Resultados obtenidos de varias series de ensayos para determinar las relaciones entre las resistencias a compresión, a tensión, coeficiente de elasticidad y durabilidad de los hormigones.

D 8.—EXPOSICIÓN DE UNA TEORÍA GENERAL DEL FRAGUADO DE CONGLOMERANTES HIDRÁULICOS Y DE LOS FENÓMENOS DE RETRACCIÓN Y DEFORMACIÓN LENTA DE MORTEROS Y HORMIGONES.—E. Freyssinet.—HORMIGÓN Y ACERO.—Págs. 49-62.—Junio 1934. (Continuará.)

D 8.—NORMAS PARA CEMENTOS FRÍOS EMPLEADAS EN EL TENNESSEE.—*Engineering News Record*.—Pág. 594. 10 mayo 1934.

Comparación de las características de los cementos empleados en la presa de Boulder y en las obras del Tennessee Valley.

SEGUNDO GRUPO.—Cimientos, puentes y estructuras de ingeniería.

E 3.—HINCA DE PILAS A TRAVÉS DE TERRAPLENES DE ARENA EN NNEVA ORLEANS.—*Engineering News Record*.—Págs. 589-594.—10 mayo 1934.

Proceso de cimentación de cuatro grandes pilas de puente en el Mississipi, con cajones sin fondo de hormigón armado, construídos sobre terraplenes de arena "in situ" e hincados hasta 52 m. bajo el agua dragando la arena del exterior.

E 3.—PILOTES DE HORMIGÓN ARMADO DE GRAN LONGITUD.—V. Morales.—HORMIGÓN Y ACERO.—Págs. 77 a 82.—Junio 1934.

E 7.—MATERIALES Y MÉTODOS DE INYECCIÓN EN LAS OBRAS PÚBLICAS.—Pierre Bachy.—*Science et Industrie*. Páginas 155-160.—Abril 1934.

Pasa revista a algunos sistemas de inyección y hace notar la preponderancia de la práctica en la elección y aplicación de los diferentes métodos.

E 8.—LAS TABLESTACAS DE HORMIGÓN MOLDEADAS CONTRA EL SUELO.—*La Technique des Travaux*.—Páginas 159-162.—Mayo 1934.

El sistema consiste en hincar unos estrechos cajones metálicos contiguos el uno al otro, y hormigonar su interior al mismo tiempo que se sacan los cajones o moldes metálicos para volverlos a utilizar.

E 10.—ENSAYOS DEL TERRENO PARA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DE CARRETERAS.—K. Terzaghi.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 15-16.—Págs. 143-147.—13-4-1934.

El autor se refiere exclusivamente a los resultados de las investigaciones americanas, pero recomienda el estudio de la literatura rusa sobre estas cuestiones.

E 10.—TEORÍA DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.—W. R. Collings y L. C. Stewart.—*Engineering News Record*.—Págs. 660-664.—24 mayo 1934.

E 10.—EL PROBLEMA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS EN TERRENOS FANGOSOS.—A. Scheidig.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 15-16.—Págs. 148-149.—13-4-1934.

Indica los medios para evitar el efecto de los hielos en terrenos muy porosos y sueltos, existentes en grandes regiones de Alemania, Austria, Rusia y Argentina.

E 10.—ENSAYOS SOBRE MUROS DE CONTENCIÓN.—K. Terzaghi.—*Engineering News Record*.—Págs. 503-508.—19-4-1934.

Ensayos sobre comportamiento de terrenos hechos para la presa de Fifteen Mile Falls.

F 1.—EL PUENTE DE OAKLAND EN SAN FRANCISCO.—C. H. Purcell y G. B. Woodruff.—*Engineering News Record*.—Págs. 371-377.—22-3-1934.

Reseña histórica y de la elección de tipo de puente, sobrecargas y cargas de trabajo.

F 1.—LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN LA U. S. S. R. C. L. Christensen.—*Engineering News Record*.—Páginas 657-659.—24 mayo 1934.

Organización y labor desarrollada en la construcción de puentes metálicos, de hormigón y de madera.

F 3-F 5.—PUENTES DE LA AUTOPISTA BONN-COLONIA-DÜSSELDORF.—Pirlet.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 15-16.—Págs. 150-153.—13-4-1934.

Se describen detalladamente varios puentes, todos de hormigón armado.

F 3.—COLECCIÓN DE PUENTES DE ALTURA ESTRICTA.—C. F. Casado.—*Revista de Obras Públicas*.—Páginas 27-31, 15-1-1934; págs. 41-46, 1-2-1934; págs. 61-65, 15-2-1934; págs. 81-86, 1-3-1934; págs. 101-105, 15-3-1934.

Se refiere a descripción y justificación de una colección de puentes tipo para salvar las luces prácticas corrientes con el mínimo de pérdida de altura.

F 3.—PUENTES PÓRTICOS DE HORMIGÓN ARMADO.—W. Preiser.—*Beton und Eisen*.—Núm. 9.—Págs. 133-137.—5 mayo 1934.

Se describen tres puentes de hormigón armado de luces comprendidas entre 9 y 19 m. y de uno a tres tramos, todos de tablero de losa, y se comparan con iguales soluciones de tablero con secciones en T.

ERROZ

y

SAN MARTIN

CONSTRUCCIONES

▶

PAMPLONA - MADRID

F 5.—EL MAYOR ARCO DE HORMIGÓN DEL MUNDO CONSTRUIDO EN ESTOCOLMO.—*Engineering News Record*.—Páginas 727-729.—7 junio 1934.

Ligera nota descriptiva del puente de Traneberg Sound.

F 5.—PUENTE EN ARCO DE HORMIGÓN ARMADO CON TABLERO INFERIOR PARA FERROCARRIL.—A. Wilhelm.—*Beton und Eisen*.—Núm. 5.—Págs. 65-68.—13 figuras. 5-3-1934.

Arco de 51 m. de luz y 12,20 m. de flecha, cinco tramos de avenidas, sobre el Soganli-Su, en Turquía. El terreno no debía cargarse a más de 5 kg/cm².

F 5.—NUEVO PUENTE EN HORMIGÓN DE CEMENTO FUNDIDO PERVIBRADO.—H. Souillot.—*Le Génie Civil*.—Páginas 556-560.—23-6-1934.

Describe un puente de 400 metros de longitud, con cinco tramos en arco y cuatro tramos de viga recta, y da noticia de las pruebas.

F 5.—EL MAYOR ARCO DE HORMIGÓN ARMADO DEL MUNDO. EL PUENTE SOBRE EL TRANEBERGSOUND (ESTOCOLMO).—*Cemento*.—Págs. 22-26.—Enero 1934.

Ligera noticia descriptiva y algunos datos de construcción de esta importante obra.

F 5.—PUENTE DE ARAGÓN, SOBRE EL TURIA, EN VALENCIA.—J. Burguera y G. Leyda.—*Revista de Obras Públicas*.—Págs. 66-72.—15-2-1934.

Puente en esviaje, formado por seis claros, constituidos cada uno por 14 arcos, de hormigón armado, en retirada de 25 metros de luz, y rebajados al 1/10; cimentación sobre cajones hincados a cielo abierto.

F 7.—PUENTE LEVADIZO DE 81 METROS DE LUZ SOBRE EL TESS EN NEWPORT, CERCA DE MIDDLESBROUGH (INGLATERRA).—*Le Génie Civil*.—Págs. 441-444.—19-5-1934.

Puente con un tramo móvil de 81 metros de luz que se eleva entre dos pilas de 47 metros de altura; pesa el tramo móvil 2.700 toneladas.

F 15.—LOS HANGARES TRIPLES DE HIDROAVIONES DE LA BASE MARÍTIMA DE KAROUBA.—C. P. Renaud.—*La Technique des Travaux*.—Págs. 85-90.—Febrero 1934.

Grandes cubiertas abovedadas de hormigón armado de 65,60 m. de luz cimentadas sobre pilotes.

F 16.—PROYECTO DE TORRE DE 2.000 METROS DE ALTURA, DESTINADA A LA DEFENSA AÉREA DE PARÍS.—*Le Génie Civil*.—Págs. 515-517.—9-6-1934.

Se trata de una torre de hormigón armado que permite disponer la defensa aérea, de cañones y aviones de caza a la altura del ataque.

TERCER GRUPO.—Ferrocarriles, caminos y pavimentos.

H 2.—EL PROBLEMA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS EN TERRENOS FANGOSOS.—A. Scheidig.—*Der Bauingenieur*.—Págs. 148-149.—13-4-1934. (Véase E 10.)

H 5.—PROYECTOS DE VENTILACIÓN DE TÚNELES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.—G. F. Maughmer.—*Engineering News Record*.—Págs. 597-602.—10 mayo 1934.

Amplia exposición con tablas y ábacos, útiles para la elección y cálculo de las tuberías y de la maquinaria de ventilación y reglas para su empleo. Sistema aplicado en el túnel del Colorado.

H 5.—LOS TÚNELES BAJO EL ESCALDA EN AMBERES. P. Van Hanwaert.—*La Technique des Travaux*.—Páginas 103-127, febrero 1934, y págs. 163-176, marzo 1934.

Sistemas de iluminación, ventilación, avisadores de incendios, señales y organización del tráfico, pavimentación, tarifas de peaje, ascensores y escaleras mecánicas, conducciones, detalles constructivos, orientaciones generales sobre la elección de puente o túnel para el cruce de un río, y características de los túneles más modernos.

H 5.—LAS OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL CUARTO PASO SOBRE EL RÍO MATARRAÑA, EN LA LÍNEA DE ZARAGOZA A BARCELONA POR CASPE.—F. Moneva.—Páginas 105-113.—15 marzo 1934.

Noticia de la construcción del túnel artificial en el acceso del paso que se cita.

J 1.—LOS FIRMES DE CARRETERA Y SU COMPORTAMIENTO BAJO LOS EFECTOS ATMOSFÉRICOS Y EL TRÁFICO.—Th. Temme.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 15-16.—Páginas 158-160.—13-4-1934.

Estudia diferentes tipos de firmes, y según los ensayos, forma el autor un cuadro en el que da los resultados. De él se deduce como de peor comportamiento un firme de hormigón con dosificación 1:3:6, y el de mejor resultado el compuesto por una capa superficial de mezcla asfáltica con cimiento de hormigón.

J 1.—LA SEGUNDA SEMANA DE LA CARRETERA.—J. Thomas.—*Le Génie Civil*.—Págs. 539-542.—16 junio 1934.

Noticia de las conferencias celebradas en París en la Semana de la Carretera, 28 de mayo a 1 de junio de 1934.

J 1.—EXPERIMENTOS DE TRÁFICO EN TRAMOS DE ENSAYO DE CARRETERA.—W. R. Collings y L. C. Stewart.—*Engineering News Record*.—Págs. 738-743.—7 junio 1934.

Descripción de los ensayos efectuados con tráfico intensivo en una pista de ensayo de pavimentos de macadam, y resultados obtenidos.

J 3.—PROGRESOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DE HORMIGÓN EN ITALIA.—H. Brandt.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 13-14.—Págs. 138-139.—30-3-1934.

En Italia hay actualmente más de 4 millones de m² de firmes de hormigón. El profesor Vandone ha publicado un libro titulado "Pavimentazione Cementizie" (Hoepli, 1933), en el que trata de las normas, de los ensayos y de los resultados obtenidos en este campo. Los resultados son interesantes.

J 3.—PAVIMENTOS DE HORMIGÓN VIBRADO.—R. R. Lithiser, V. L. Glover, B. B. Gage y L. Gardiner.—*Engineering News Record*.—Pág. 561.—3 mayo 1934.

Métodos empleados y resultados obtenidos en Ohio, Illinois y Nueva Jersey.

J 3.—LA EXPERIMENTACION SOBRE FIRMES DE HORMIGÓN PARA CARRETERAS EN SUIZA.—W. Busch.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 17-18.—Págs. 176-177.—24-4-1934.

Las carreteras de hormigón en Suiza se han desarrollado desde 1926, en que había 6.659 m², hasta 403.692 metros cuadrados en 1933. Se indican los distintos tipos y, en resumen, se concluye por declarar que los resultados son muy buenos.

Instalaciones eléctricas de toda clase en viviendas y edificios públicos con materiales SIEMENS especiales de esmerada fabricación.



ALUMBRADO
FUERZA

BOMBAS PARA ELEVACIÓN DE AGUA Y RIEGO
TELÉFONOS Y TIMBRES
SEÑALES LUMINOSAS
PARARRAYOS

SIEMENS, Industria eléctrica, S. A.

Administración Central:

Barquillo, 38 - MADRID

BARCELONA, BILBAO, GIJÓN, GRANADA, MADRID,
MURCIA, PALMA DE MALLORCA, SANTA CRUZ DE
TENERIFE, SANTANDER, SEVILLA, VALLADOLID, VA-
LENCIA, VIGO, ZARAGOZA

Fábrica y Talleres en CORNELLA

Riegos Asfálticos, S. A.

Emulsión asfáltica AZTECO

Para riegos y macadams
asfálticos en frío.

"AZTECO" B

Para hormigón asfáltico
en frío.

Asfaltos STANDARD

Para las mismas aplica-
ciones en caliente.

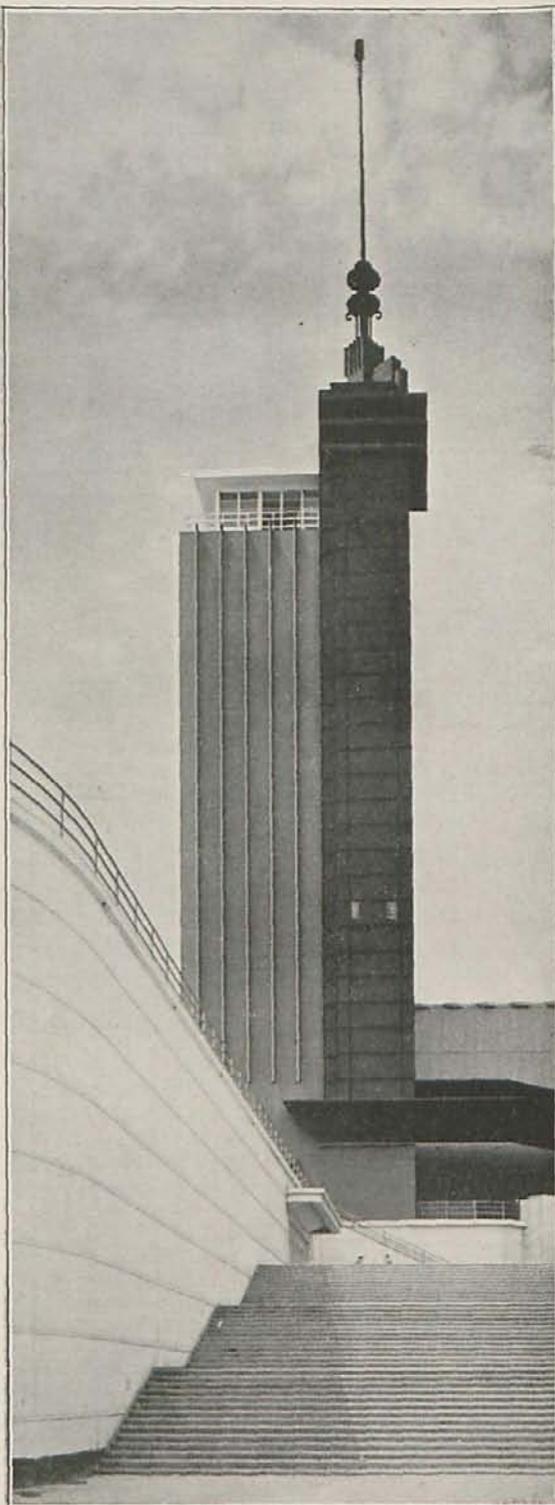
FÁBRICAS EN BARCELONA, SEVILLA, VALLADOLID
Y PASAJES

Casa Central:

MADRID - Plaza de las Cortes, 3 - Tel. 14266

Delegaciones:

BARCELONA: Vía Layetana, 28 - SEVILLA: San Isido-
ro, 24 - VALLADOLID: Teresa Gil, 16 - PASAJES
ANCHO (Guipúzcoa)



Torre de las Campanas del Pabellón
de la Ciencia del Este.

J 3.—PAVIMENTOS DE HORMIGÓN VIBRADO.—F. V. Reagel, J. W. Kushing, F. H. Jackson y W. F. Kellermann. *Engineering News Record*.—Págs. 528-533.—26-4-1934.

Resumen de las experiencias hechas en Missouri y en Michigán.

J 4.—IDEAS FUNDAMENTALES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES DE ASFALTO PARA CARRETERAS.—E. Neumann.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 15-16.—Págs. 153-156.—13-4-1934.

Se comparan las normas prácticas americanas e inglesas para la composición de las mezclas con el procedimiento alemán, comprobando que las normas alemanas son más apropiadas.

CUARTO GRUPO.—Obras hidráulicas y puertos.

K 5.—UN TIPO DE AZUD DE REGULACIÓN AUTOMÁTICA. G. Trossbach.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 19-20.—Páginas 195-198.—11 mayo 1934.

Después de indicar las ventajas de las presas móviles, se describe el funcionamiento de un interesante tipo de azud, y se explica el cálculo y su comportamiento en tiempo de heladas.

K 6.—LA PRESA DE MULHOLLAND CON RELLENO DE TIERRAS SOBRE EL PARAMENTO DE AGUAS ABAJO.—*Engineering News-Record*.—Págs. 558-560.—3 mayo 1934.

Presa de gravedad de 63 m. de altura, cuya estabilidad está asegurada con el empuje del terraplén de aguas abajo.

K 6.—ESTUDIOS DE FILLUNGER SOBRE LAS PRESAS DE GRAVEDAD.—R. Dublang.—*Revista de Obras Públicas*.—Páginas 86-92.—1 marzo 1934.

Divulgación de los estudios del citado profesor.

K 6.—LA PRESA DE HOOVER O DE BOULDER. (Continuación.)—HORMIGÓN Y ACERO.—Págs. 89-92.—Junio 1934.

K 12.—CAPACIDAD DE LOS ALIVIADEROS PARA LAS PRESAS DE DEFENSA CONTRA LAS EROSIONES.—C. E. Romser.—*Engineering News Record*.—Págs. 595-596.—10 mayo 1934.

Abacos para la determinación de dimensiones y caudales de estos elementos en las pequeñas presas de defensa de cauces.

K 16.—REVISIÓN RACIONAL DE UNA DEFENSA DE CAUCE.—Thorndike Saville.—*Engineering News Record*.—Págs. 289-291.—1-3-1934.

Cambios establecidos en las plantaciones de defensa del río Roanoke, teniendo en cuenta el régimen hidrológico.

K 18.—EL ELEVADOR DE BARCOS DE NIEDERFINOW, EL MAYOR EN SU GÉNERO.—P. Drivière.—*La Technique des Travaux*.—Págs. 91-102.—Febrero 1934; y *Le Génie Civil*.—Págs. 530-533.—16-6-1934.

Elevador para barcos de 1.000 tm., formado por una cuba que se eleva por medio de cables y poleas. Dispositivos de enclavamiento y seguridad en caso de accidente.

L 1.—LAS OBRAS MARÍTIMAS EN PORTUGAL.—C. Conti.—*Revista de Obras Públicas*.—Págs. 5-12.—1 enero 1934.

Antecedentes, proyecto y noticias de la construcción de las obras de la tercera sección del Puerto de Lisboa.

L 2.—LOS DIQUES DE ABRIGO DE LOS PUERTOS.—J. de Uclay.—*Revista de Obras Públicas*.—Págs. 76-77, 15 febrero 1934; págs. 92-94, 1 marzo 1934, y págs. 113-115, 15 marzo 1934.

Trata de la unificación de criterios respecto de perfiles tipos, y cita ejemplos de la costa Cantábrica.

L 4.—PRUEBAS DE UN MUELLE DE HORMIGÓN ARMADO. W. E. Beeching.—*Concrete*.—Págs. 269-271.—Abril 1934.

Pruebas de carga de un muelle de tablestacas pequeño.

L 5.—HORMIGONADO DE LA ESCLUSA PARA LA PRESA DE ROCK ISLAND.—*Engineering News Record*.—Páginas 341-344.—15-3-1934.

Descripción de la obra y material empleado. La presa está en el Mississipi, y tiene solamente 5,5 m. de altura, que ha de salvar la navegación por medio de esta esclusa.

L 5.—HORMIGONADO EN INVIERNO DE LA ESCLUSA DE RAPIDE CROCHE.—*Engineering News Record*.—Páginas 493-495.—19-4-1934. (Véase D 6.)

QUINTO GRUPO.—Edificación, instalaciones y construcciones urbanas.

M 1.—LA COLABORACIÓN DEL ARQUITECTO Y EL INGENIERO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MERCADO DE REIMS. Maigrot.—HORMIGÓN Y ACERO.—Págs. 83-89.—Junio 1934.

M 6.—ESTACIONES DE APROVISIONAMIENTO PARA AUTOMÓVILES.—Seweizer, Schneider y Claus & Daub.—*Moderne Bauformen*.—Págs. 193-199.—Abril 1934.

Se representan varios tipos diferentes proyectados por los autores citados.

M 6.—EDIFICIO DE 16 PISOS PARA UNA COMPAÑÍA DE SEGUROS EN VARSOVIA.—S. Bryla.—*Der Bauingenieur*.—Número 21-22.—Págs. 221-227.—25 mayo 1934; y *Le Génie Civil*.—Págs. 505-507.—9-junio 1934.

El edificio tiene sus plantas de sótanos de hormigón armado, y el resto de la estructura es metálica. La altura desde la calle es de 65,60 m. y desde la base de 71,80 metros.

M 6.—EDIFICIO PARA OFICINAS DE LA CAJA GENERAL DE PENSIONES EN PRAGA.—V. Smitka.—*Beton und Eisen*.—Núm. 10.—Págs. 149-154.—20-5-1934.

Descripción de este importante edificio de hormigón armado de 9.000 m² de superficie. Tiene 680 despachos y 14 pisos. Se detalla el aislamiento acuífero de los sótanos y la defensa del hormigón contra el agua sulfatada; juntas de dilatación, y revestimiento general de la estructura.

M 6.—DOS ALMACENES DE HORMIGÓN ARMADO DEL SISTEMA ZEISS-DYWIDAG-SCHALEN.—F. Dischinger y V. Finsterwalder.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 13-14.—30-3-1934.

Se describen dos almacenes de este sistema. El primero es una nave de 30 m. de luz y 140 m. de longitud, con un espesor de cubierta de 5 cm. El segundo es un depósito de "clinker", formado por cinco cúpulas de base rectangular de 12 x 26 m. y otras dos cúpulas finales en forma de ábside. El espesor de las cúpulas está comprendido entre 5 cm. y 20 cm. en el vértice, donde apoya el canal repartidor de "clinker". Sin interrumpir la fabricación de cemento, el tiempo de construcción fué de cuatro meses y el descimbramiento se hizo a los cuatro días.



Una revista para cada
especialidad

La revista mensual

**NAVEGACION, PUERTOS,
INDUSTRIAS DEL MAR**

está dedicada a tratar,
con toda generalidad,
los asuntos marítimos



**2 ptas. el ejemplar
20 ptas. por año**



REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN:
PASEO DEL PRADO, NÚM. 12
MADRID

La revista mensual

**Ferrocarriles
y Tranvías**

dedica sus páginas a los problemas técnicos y económicos de los transportes sobre carril

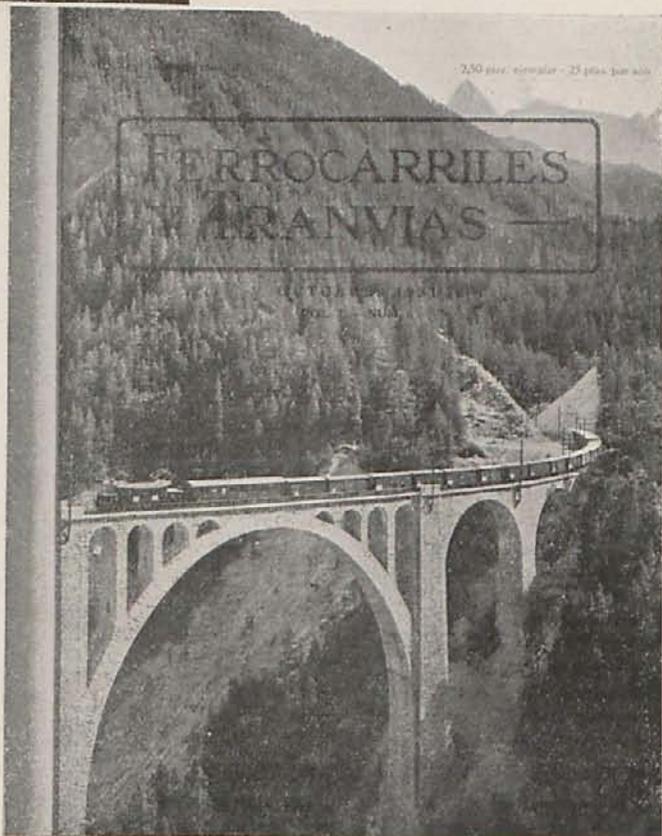


**2,50 ptas. el ejemplar
25 ptas. por año**



REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN
PASEO DEL PRADO, NÚM. 12
MADRID

Si le interesa cualquiera de estas revistas, pídanos un número de muestra, gratuito.



M 7.—EL EDIFICIO DEL GOBIERNO GENERAL EN ARGEL.—J. Guianchain.—*La Technique des Travaux*.—Páginas 75-84.—Febrero 1934.

Descripción general del edificio con estructura de hormigón armado e instalaciones muy completas.

M 7.—LA ESCUELA DE LA RUE SAINT MARTIN EN PARÍS.—A. Berry.—*La Technique des Travaux*.—Págs. 67-73.—Febrero 1934.

M 7.—CONSTRUCCIONES PARA EL PARTIDO NACIONAL SOCIALISTA EN MUNICH.—L. Troost.—*Monatshefte für Baukunst und Städtebau*.—Núm. 5.—Págs. 205-212. Mayo 1934.—19 grabados.

Describe el proyecto del conjunto de edificaciones para este partido (edificio para la administración del partido y residencia del "Führer"), y estudia su relación con los edificios existentes en el lugar del emplazamiento. Considera en otro lugar del número la parte urbanística del proyecto.

M 7.—LA ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS Y EL MUSEO INDUSTRIAL DE LA VILLA DE ZURICH.—A. Staub.—*La Technique des Travaux*.—Págs. 155-158.—Mayo 1934.

Ligera descripción del edificio con estructura de hormigón armado cimentada sobre una gran placa del mismo material

M 8.—EL NUEVO CENTRO MÉDICO DE NUEVA YORK.—R. S. Skerret y L. Gain.—*La Technique des Travaux*.—Páginas 131-138.—Marzo 1934.

Descripción general del edificio.

M 11.—EL TEATRO DE LA OPERA.—P. Muguruza.—HORMIGÓN Y ACERO.—Págs. 63-76.—Junio 1934.

M 11.—DOS NAVES DE MADERA PARA EXPOSICIONES.—*Monatshefte für Baukunst und Städtebau*.—Núm. 5.—Páginas 237-244.—Mayo 1934.—27 figuras.

Nave para la Exposición Internacional del automóvil y de la motocicleta celebrada en Berlín en marzo del presente año. Nave para la Exposición de las Industrias Alemanas de abonos. Berlín, 1933. Como continuación del artículo aparecido en abril 1934, referente a una nave para un concurso de Equitación, sirven a demostrar el desarrollo adquirido por este tipo de construcciones.

M 13.—EL PALLADIUM EN NIZA.—R. Winne.—*La Technique des Travaux*.—Págs. 147-153.—Marzo 1934. Importante grupo de viviendas.

M 13.—LA CIUDAD ARTESANA CLÉMENTEL EN PARÍS.—Ch. Roset.—*La Technique des Travaux*.—Págs. 139-146.—Marzo 1934.

Descripción general del edificio con estructura de hormigón armado sobre pilotes.

M 13.—UNA RESIDENCIA DE NIÑOS EN DARTINGTON.—G. Heard.—*The Architectural Review*.—Págs. 119-122. Abril 1934.

N 4.—PROYECTOS DE VENTILACIÓN DE TÚNELES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.—G. F. Maughmer.—*Engineering News Record*.—Págs. 597-602.—10 mayo 1934. (Véase H 5.)

N 10.—LA OFICINA MODERNA.—*The Architectural Review*.—Págs. 139-148.—Abril 1934.

Se representan muy diferentes tipos de oficinas modernas.

P 5.—MEJORA Y EXTENSIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE FANGOS ACTIVADOS.—E. W. Whitlock.—*Engineering News Record*.—Págs. 733-737.—7 junio 1934.

Descripción de las mejoras introducidas en la instalación de Hagerstown, con la construcción de separadores de grasas, tanques de sedimentación previa, difusores de aire, y desecadores mecánicos de fangos crudos.

P 8.—LA MODIFICACIÓN DE LA PLAZA MAYOR DE ISFAHAN (PERSIA).—K. Frisch.—*Monatshefte für Baukunst und Städtebau*.—Núm. 5.—Págs. 249-250.—Mayo 1934.—7 figuras.

Se trata de la modificación, ya empezada, de esta gran plaza para adaptarla a las necesidades modernas. Su importancia se deduce al considerar que su superficie es de 83.000 m², mientras que la de la Plaza de la Concordia es de 79.000 m², aunque la Königspiaz de Berlín tiene 134.000 m².

SEXTO GRUPO.—Herramental y medios auxiliares.

Q 1.—EL MATERIAL DE TRABAJOS PÚBLICOS EN LA FERIA DE PARÍS.—*Science et Industrie*.—Págs. 172-173.—Abril 1934.

Noticia de materiales para elevación, aire comprimido, machacadoras y otros.

Q 9.—ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA SOLDADURA EN LOS PUENTES.—H. Gottfeldt.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 19-20.—Págs. 200 a 203.—11 mayo 1934.

En la unión de las piezas metálicas no es conveniente que la transmisión de esfuerzos sufra ningún cambio brusco. Con la unión de piezas por medio de remaches esta recomendación no se cumple, ni tampoco en los empalmes soldados, de no realizarlos a tope. Se indican las formas más apropiadas de empalmes soldados y se aplica el cálculo a un ejemplo. Da bibliografía.

SEPTIMO GRUPO.—Accidentes, cuestiones jurídicas y económicas.

R 6.—EL PRECIO DE EXPROPIACIÓN EN EL SANEAMIENTO DE LAS PARTES ANTIGUAS DE LAS CIUDADES.—H. Potthoff.—*Monatshefte für Baukunst und Städtebau*.—Número 5.—Págs. 255-256.—Mayo 1934.

El valor que debe tomarse como tipo no puede ser otro que el que sirve de base a las declaraciones a la Hacienda.

S 1.—EL PARO Y EL SEGURO DEL PARO.—P. Razous.—*Le Génie Civil*.—Págs. 507-511.—9-6-1934.

Estadísticas, remedios contra el paro e importancia del seguro contra el paro y sus dificultades de aplicación.

S 1.—LAS CONSTRUCCIONES EN LOS ESTADOS UNIDOS EN 1933.—Grünewaldt.—*Der Bauingenieur*.—Número 19-20.—Págs. 204-206.—11 mayo 1934.

Resumen comparativo de las obras públicas y privadas en los Estados Unidos desde el año 1930 al 1933.

S 6.—EL PRECIO JUSTO EN LOS CONCURSOS.—P. Müller.—*Der Bauingenieur*.—Núm. 19-20.—Págs. 203-204. 11 mayo 1934.

Estudio en el que dibujando una curva en que las abscisas son los coeficientes atribuidos a cada postor según su importancia, su valía y su historia, y las ordenadas las ofertas de cada uno, y mediante una determinación geométrica halla cuál es la proposición más conveniente.

¿Cuántas

revistas técnicas recibe usted?

**Seguramente
no tiene tiempo de
leer todas.**

Si se suscribe a **HORMIGÓN
Y ACERO** tendrá en una sola
revista el conjunto y el resumen
de todo cuanto se hace y se es-
cribe en el mundo referente a
construcción.

Sin necesidad de traducir de len-
guas extrañas, podrá estar ente-
rado por esta revista mensual,
tanto de lo referente a construc-
ciones civiles como a edificación,
urbanismo, etc.

HORMIGÓN Y ACERO

Revista Técnica de la Construcción

PUBLICACIÓN MENSUAL

APARTADO 151 - MADRID

Suscripción anual:

España, Portugal y América: 30 pesetas.

Extranjero: 40 pesetas.

NÚMERO SUELTO: TRES PESETAS

BIBLIOGRAFIA MENSUAL DE LA CONSTRUCCION

LIBROS

C 4. - D 1.—MANUEL DU CIMENTIER.—Albert Merciot.—208 páginas y 76 figuras.—Librería Garnier Frères.—Rue des Saints Pères, Paris (7e).—9 frs. franceses.

Este manual va dirigido no al fabricante de cemento sino al constructor. En las ocho partes en que está dividido trata de las propiedades de cales, cementos, arena y grava; de los principios del hormigón armado y las aplicaciones de este material; de los precios de coste y de las precauciones higiénicas que deben observar los constructores de obras de hormigón en el ejercicio de su labor.

Es una obra muy recomendable por su sencillez y por poner al alcance de todos estas cuestiones.

K 16.—MEMORIA DE LA MANCOMUNIDAD DE LOS CANALES DEL TAIBILLA.—Por el Ingeniero-Director D. Agustín Martín-Montalvo y Gurrea.—Cartagena, marzo 1934.

En un tomo de 98 páginas, con numerosas fotografías y gráficos intercalados en el texto, se expone la historia de las vicisitudes sufridas por los proyectos de estos importantes trabajos, el plan general de obras de la Mancomunidad, presupuesto, fórmula y avance económico para su realización. Después se indica la situación y marcha de los trabajos, dando idea detallada del avance de los mismos y los esquemas de las secciones tipos empleados en los diferentes tramos.

N 2.—GUIDE POUR L'INSTALLATION DES CHAUFFAGES MODERNES.—E. Scarsez.—306 páginas, 78 figuras, nueve planchas y cuadros.—Librairie Ch. Beranger, Quai de la Grande-Bretagne, 1, Liège.—60 frs. belgas.

La obra está dividida en diez capítulos. En el primero recuerda algunas nociones teóricas indispensables a la comprensión de estos problemas. Los capítulos siguientes tratan del estudio teórico y práctico de la calefacción por agua caliente y las condiciones para una ejecución y un montaje perfecto. El quinto capítulo está dedicado a la ejecución material de la instalación. Después estudia algunos problemas especiales, la combustión y las calderas; la cuestión de la elección del combustible está tratada detalladamente. El último capítulo está dedicado a la ventilación. Es una obra del mayor interés.

REVISTAS

PRIMER GRUPO.—Generalidades, conocimiento y resistencia de materiales.

A 1.—EL CONGRESO DE LA MECÁNICA DE LOS FLÚIDOS (Lille, 5-8 abril 1934).—P. Razous.—*Génie Civil*.—Páginas 450-452.—19-5-1934.

A 2.—LA NUEVA INSTRUCCIÓN RUSA PARA PIEZAS DE HORMIGÓN CONSTRUÍDAS EN TALLER.—M. Mayer.—*Beton und Eisen*.—Núm. 11.—Pág. 173.—5 junio 1934.

En estas nuevas normas rusas se propone el empleo de estas piezas hechas en taller en naves de fábricas, edificios de muchos pisos, si todos son iguales, construcciones para el ejército, silos y puentes, dada la economía que proporcionan de mano de obra, encofrados y ventajas de resistencia para la obra. Para ello es preciso justificar por qué no se emplean en el caso en que esto no se haga. Se describe la construcción y el tratamiento del hormigón.

B 1.—¿HASTA QUÉ ALTURA SE PUEDEN CONSTRUIR TORRES DE DIFERENTES MATERIALES, SEGÚN EL ESTADO ACTUAL DE LA TÉCNICA?—*Beton und Eisen*.—Núm. 12. Páginas 194-195.—20 junio 1934.

Desde la torre de porcelana de Nankin, de 100 metros, hasta la de 300 de la Eiffel, pasando por la pirámide de Cheops, de 138 metros de altura, se indica el gran tiempo transcurrido entre la construcción de unas y otras. Estudia las presiones del viento a diferentes alturas, y para diferentes materiales llega a las siguientes alturas: para pirámides: 4.800 m. de acero de alta resistencia, 2.600 de hormigón zunchado y 1.400 m. de hormigón poco armado; para torres de igual resistencia: 10.000 m. de acero de alta resistencia, 6.000 para hormigón zunchado y 2.500 para hormigón poco armado.

B 2.—MÉTODO DE PROPAGACIÓN DE MOMENTOS EN ESTRUCTURAS MÚLTIPLES.—J. E. Prieto-Moreri.—*Revista de Obras Públicas*.—Págs. 209-214.—1-6-1934.

Es una aplicación del cálculo por medio de las masas elásticas, sirviéndose de los momentos rígidos.

B 2.—FÓRMULA SENCILLA Y APROXIMADA PARA DETERMINAR EL PESO DE VIGAS METÁLICAS DE CABEZAS PARALELAS.—A. Wessely.—*Der Bauingenieur*.—Núms. 27-28.—Págs. 290-291.—6 junio 1934.

Procedimiento rápido para fijar el peso de tramos metálicos, muy útil para tanteos.

B 3.—ABACO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES RECTANGULARES.—E. J. Flight.—*Concrete*.—Págs. 447-451.—Julio 1934.

B 3.—OBSERVACIONES SOBRE LA PRÁCTICA EUROPEA EN LOS PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN.—*American Concrete Institute*.—Págs. 391-406.—Mayo-junio 1934.

Estudia las normas francesas de hormigón armado, comparándolas con la técnica americana.

B 3.—CÁLCULO DE LA ARMADURA MÍNIMA DE LAS PIEZAS DE HORMIGÓN ARMADO SOMETIDAS A FLEXIÓN COMPUESTA.—L. Sierra.—*Revista de Obras Públicas*.—Páginas 33-37.—15-1-1934.

Dados los valores de la compresión axial y del momento de una pieza sometida a flexión compuesta y en función también del ancho y canto establece la ecuación de la profundidad de la fibra neutra que hace mínimas las cuantías; combinando esta ecuación con las que dan explícitamente dichas cuantías, establece ábacos para diferentes valores de m . En estos ábacos se entra con magnitudes que son funciones directas de los datos y dos familias de curvas dan las incógnitas.

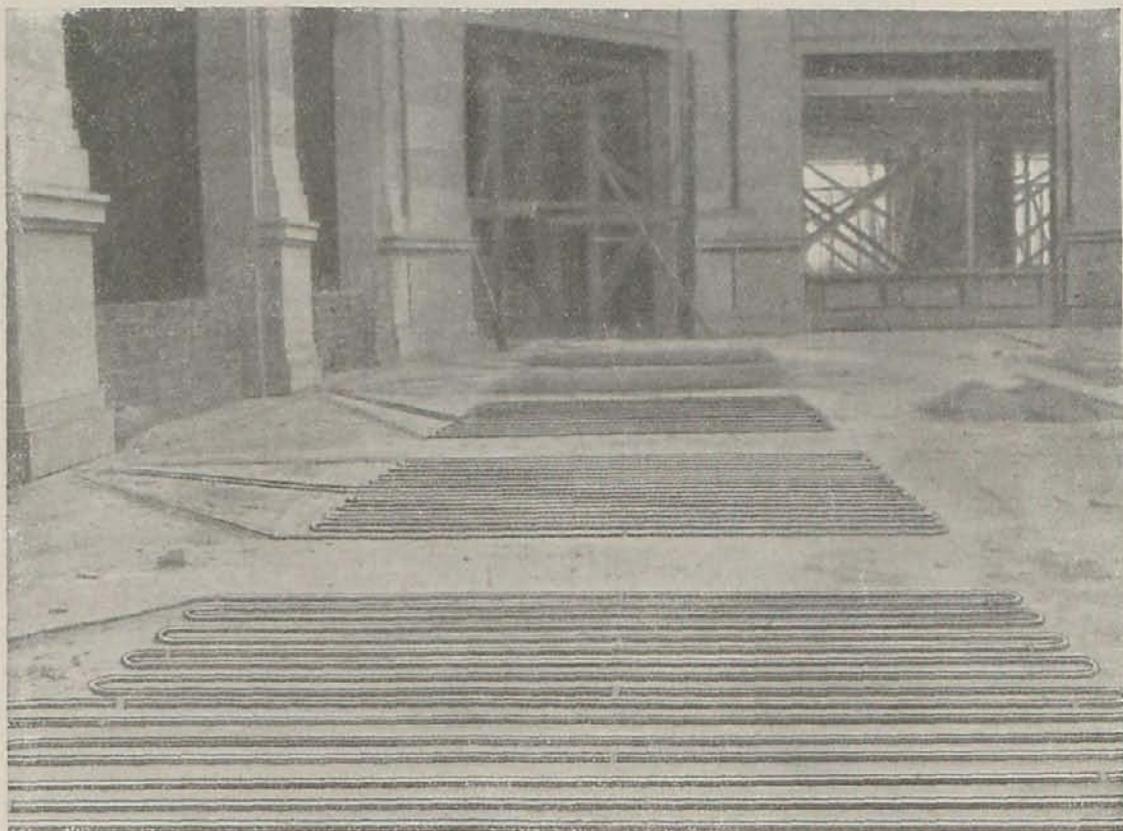
B 5.—SIMPLIFICACIÓN DEL CÁLCULO DE PIEZAS FLECTADAS.—M. E. Rossbach.—*La Technique des Travaux*.—Páginas 377-382.—Junio 1934.

Aplicación de las fórmulas aproximadas de Mörsch.

B 7.—LA INFLUENCIA DE LOS CARTABONES EN LAS VIGAS VIERENDEEL DE ALTURA CONSTANTE.—G. Verplancken.—*La Technique des Travaux*.—Págs. 177-191. Marzo 1934.

Calefacción por paneles

SISTEMA PATENTADO



Instalación de calefacción por paneles sistema «CRITTALL» verificada en el hall central de público del nuevo edificio del Banco de España, en Madrid.

Jacobo Schneider, S. A.

**Calefacción - Quemadores de Aceite - Ventilación
Refrigeración - Saneamiento - Ascensores**

Niceto Alcalá Zamora, 32
Tels. 11074 - 11075

MADRID