

que el endurecimiento de la arcilla. Modificándolo y admitiendo una última combinación de la sílice y la cal, no habría ya inconveniente en admitirlo todo.

Sea como sea, el hecho final, que es el que nos interesa, es muy claro. En la explicación del hecho es donde encontramos las oscuridades, acaso por empeñarnos en buscar sólo con la Química fenómenos que están fuera de ella. El análisis microscópico en lámina delgada da acerca de esto datos muy curiosos.

No olvidemos que el cemento no es un cuerpo químico cuya fórmula pudiera encontrarse, sino una mezcla de cuerpos diferentes; que los cuatro cuerpos, alita, belita, celita y felita, no son necesarios, pues muchas veces falta alguno; que hay un silicato dicálcico que fragua y otro que no hay modo de que endurezca en el agua, y que es en la estructura y en el modo de juntarse y agruparse elementos de cuerpos diferentes donde encuentra el microscopio interesantes datos acerca del fraguado.

Resumen.

De lo que queda expuesto se deducen dos conclusiones:

Las pruebas y los ensayos que señalan los pliegos de condiciones se refieren a un cemento que consideramos como patrón, que reúne las cualidades que por lo menos son necesarias para que pueda ser considerado como bueno. Desde el momento en que ese cemento tipo, bueno en el aire, es malo en el mar, caen por su base todas las condiciones que imponemos. Y es necesario acudir a otros medios de prueba que se refieran a la especial acción del agua del mar sobre el cemento.

Otra conclusión es que no basta que un cemento no tenga cal libre para que se le repunte como bueno en el mar, ni puede considerarse como malo al que la tenga. Lo esencial es que al cemento se le añada, si es que no la lleva ya consigo, una materia puzolánica que forme un compuesto hidráulico con la cal.

Necesario parece ahora decir lo que deben ser los ensayos y lo que deben ser las puzolanas. Acaso otra vez daremos cuenta de todo esto.

EDUARDO DE CASTRO,
ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Gijón, octubre 1921.

Laboratorios modernos de hidráulica en Suiza ⁽¹⁾

Antes de enumerar los diversos ensayos realizados con este canal de experimentación, indicaremos la teoría elemental de cálculo que ha servido de base a los mismos.

Llamemos: b , el ancho; h , la altura; v , la velocidad; q , el caudal, y a , las dimensiones de los granos de arena o de los bloques de hormigón que se han de utilizar en el modelo, y B, H, V, Q y A los correspondientes valores en la realidad; de modo que siendo m el factor de reducción, que en el caso del modelo estudiado fué $m = 25$, y la reducción, por tanto, de $\frac{1}{25}$, se tendrá.

$$B = mb, \quad H = mh;$$

y, por tanto,

$$\frac{B}{m} = b, \quad \frac{H}{m} = h$$

(1) Véase el número anterior.

Las velocidades del agua en el modelo y en la realidad se relacionan entre sí de la siguiente manera:

$$v = \sqrt{2gh}, \quad V = \sqrt{2gH},$$

o sea

$$v = k\sqrt{h}, \quad V = K\sqrt{H},$$

y, por tanto,

$$v = K\sqrt{\frac{H}{m}} = K\sqrt{\frac{1}{m}}\sqrt{H} = \frac{V}{\sqrt{m}}$$

y, por último,

$$V = \sqrt{m} \cdot v$$

Los caudales se relacionan como sigue:

$$q = k \cdot b \cdot h \cdot v, \quad Q = K \cdot B \cdot H \cdot V,$$

siendo en general

$$Q = \frac{2}{3} \mu bh \sqrt{2gh};$$

o poniendo sus valores en función de la escala,

$$q = k \cdot \frac{B}{m} \cdot \frac{H}{m} \cdot v,$$

y como

$$v = \frac{V}{\sqrt{m}},$$

$$q = k \cdot \frac{B}{m} \cdot \frac{H}{m} \times \frac{V}{\sqrt{m}} = k \cdot \frac{1}{m^2} B H V = \frac{Q}{m^2}$$

de donde, finalmente, se obtiene

$$Q = m^2 q$$

Determinemos las condiciones de equilibrio de los elementos de ensayo.

El peso del grano de arena es

$$P = K \cdot A^3$$

La resistencia del mismo, por rozamiento en su asiento, es

$$R = C_1 A^3$$

Para hallar el valor de la fuerza viva del agua que ha de remover o arrastrar el grano de arena del modelo o el bloque de hormigón de la instalación en obra debemos referirnos a la interesante teoría expuesta por Philipp Forchheimer en su notable tratado de Hidráulica, pág. 741 (1). De ella tomamos las indicaciones más precisas para aplicación del cálculo. Se puede considerar el grano de arena como una esfera de radio a , que resiste la acción de una corriente de velocidad v y de peso específico γ . La resistencia que opone el obstáculo a la acción de la citada corriente se expresa por la fórmula de Newton:

$$R = \zeta \cdot \gamma \cdot \Omega \cdot \frac{v^2}{2g},$$

en la que ζ es un coeficiente numérico que, según Eytelwein, vale 0,78; γ es el peso específico y v la velocidad del medio, como antes se ha indicado, y Ω el área del obstáculo que se opone al arrastre.

(1) Philipp Forchheimer, *Hydraulik-B. G. Teubner*. Leipzig, 1914.

Como por hipótesis

$$\Omega = \pi a^3,$$

el valor de la resistencia al arrastre se puede poner en la forma $C_2 a^3 v^2$; en que C_2 es una constante numérica y las dos únicas variables a y v .

Es claro que podríamos decir que para que no haya arrastres posibles, esto es, para que permanezcan en su sitio los granos de arena del modelo, o los bloques en la realidad, era preciso que la fuerza de arrastre fuera igual o menor que el peso del grano o del bloque, y como este peso estaría aligerado por el volumen de agua desalojado, podríamos expresar el peso del grano sumergido, siempre en la hipótesis de que fuera esférico, y llamando p_1 al peso específico del material por la fórmula

$$(p_1 - \gamma) \frac{4}{3} \pi a^3;$$

o siendo todo constante en ésta menos a , por $c_1 a^3$.

Como se indicaba antes, para que haya arrastre en los granos, en el caso límite de equilibrio debería ocurrir que la fuerza viva de la corriente fuera igual o menor que el peso sumergido de los granos de arena, es decir,

$$c_2 a^3 v^2 \leq c_1 a^3;$$

de donde resulta como condición de equilibrio

$$\frac{c_2 a^2}{c_1} v^2 = a^3,$$

o finalmente

$$a = kv^3$$

En la constante de esta expresión entran como elementos componentes la de rozamiento de la fórmula $c_1 a^3$ y la de oposición al arrastre de la expresión $c_2 a^2 v^2$.

Si, como dijimos al principio,

$$v = \frac{V}{V_m}$$

o sea

$$v^2 = \frac{V^2}{m},$$

podríamos tener

$$a = kv^3 = k \frac{V^2}{m},$$

o también

$$am = kV^2,$$

y como kV^2 se puede suponer por analogía igual a A , obtendríamos, por último,

$$am = A$$

De lo que se deduce que la relación entre los granos de arena en el modelo y los bloques en obra es lineal.

Por tanto, si la corriente del modelo arrastra granos de arena de 6 a 8 milímetros de diámetro, corresponderán a guijarros de 15 a 20 centímetros de diámetro arrastrados por la corriente en la instalación en obra.

En el cuadro siguiente se indican las dimensiones de los elementos de los modelos y las reales que corresponderían en la instalación, para los bloques de hormigón que se emplearon en los ensayos.

DESIGNACIÓN	Dimensiones del modelo. — Centímetros.	DIMENSIONES REALES		
		Longitud.	Volúmenes.	Peso.
		— Metros.	— Metros cúbicos.	— Toneladas.
Bloques pequeños.	6 × 6 × 6	1,5 × 1,5 × 1,5	3,37	7,4
Bloques dobles pequeños.....	6 × 6 × 12	1,5 × 1,5 × 3	6,75	14,9
Bloques medios....	9 × 9 × 9	2,25 × 2,25 × 2,25	11,04	25
Bloques grandes....	12 × 12 × 12	3 × 3 × 3	27	59,4

Constituyó un estudio previo de gran importancia para los ensayos la elección de la velocidad del agua que habría de emplearse en los modelos. Desde luego se desecharon las velocidades pequeñas, porque no daban ningún resultado positivo durante el escaso tiempo disponible en cada operación. Del mismo modo se consideraron inconvenientes las velocidades elevadas, porque deshacían rápidamente los elementos de ensayo. Se hicieron éstos con caudales variables de 30 a 200 litros por segundo, y se comprobó que los resultados de más interés se produjeron para caudales de 50 a 100 litros por segundo.

Se comprobó, como circunstancia general en todos los ensayos practicados, que la erosión producida por el caudal de la corriente utilizada llegaba a alcanzar un valor máximo, y que se conservaba en él invariable, aunque el período de experimentación se prolongara ampliamente, y se observó en casi todas las pruebas que el estado de equilibrio citado se verificaba a los diez o quince minutos de comenzado el experimento.

Se ejecutaron con esta instalación siete serie de ensayos, de los cuales se obtuvieron gráficos que permitían comparar fácilmente los resultados observados. Finalmente se eligieron los cuatro más interesantes, y se repitieron determinando exactamente la velocidad del agua en cada sección por medio del tubo de Pitot, representando con todo detalle el estudio gráfico correspondiente.

La forma y disposición del canal de experimentación se prestaba a hacer estas delicadas observaciones.

El conjunto de la instalación estaba formado de un depósito superior donde se regulaba el caudal de agua que se utilizaba para cada ensayo por medio de un vertedero en pared delgada y un limnómetro de precisión. El agua caía de este depósito a un canal de hormigón de sección rectangular y una longitud de 30 metros, donde podía medirse la velocidad por flotadores y molinetes, y entraba al verdadero canal de experimentación, que tenía unos 5 metros de largo, y que, como antes hemos indicado, era una caja de madera reforzada por recuadros de largueros encepados, que disponía de registros laterales o ventanas verticales que permitían hacer las observaciones en la masa del agua o en el fondo del lecho.

Esta caja de ensayos estaba llena de arena en un espesor de 50 centímetros, constituyendo el lecho de experimentación, y próximamente al final del primer tercio de su longitud estaba este lecho formado por una caja de madera bien lisa, de unos 65 centímetros de larga e igual altura del depósito de arena, constituyendo una solera en cuyo primer tercio se había dispuesto una compuerta vertical que alcanzaba todo el ancho de la caja, y que podía permitir el desagüe por su superficie, o por su fondo, o por una abertura media. Esta disposición permitía remansar, a una altura conveniente, una cantidad de agua cuyo caudal podía regularse con toda precisión, a semejanza de una presa de compuertas móviles, y aguas abajo de ella quedaba una longitud de

3,46 metros para lecho de experimentación. La serie de ventanas o mirillas laterales estaban dispuestas de modo que podía observarse hasta una profundidad de 0,25 metros bajo el nivel del fondo, y se elevaban hasta dominar el nivel superior de la corriente.

A continuación indicamos las series de ensayos efectuados en esta instalación.

Serie I de ensayos.—La primera serie de ensayos se hizo para un caudal de 50 litros por segundo, disponiendo la compuerta de experimentación de manera que el desagüe se realizara o por su coronación, o por una abertura media, o por el umbral, en los dos casos de una solera o rastrillo de corta longitud, y una solera de gran longitud. Este estudio correspondía al de una instalación real de una presa de compuertas móviles, semejantes a las de maniobra mecánica en explotación en el Aar y en el Rhin, y la disposición de los elementos de prueba eran tales, que la relación entre la altura del agua embalsada a la longitud de la solera en el modelo era, próximamente, la de dos de estas instalaciones citadas, la de Olten-Gösgen y la de Laufenburg, que habíamos visitado.

Los ensayos dieron como resultado, para una solera corta, cuando la relación de su longitud a la de la altura de agua era igual a 2,58, la formación de un socavón o erosión que alcanzó mayor importancia cuando el desagüe era superficial o intermedio que en el caso de desagüe por el umbral de la compuerta. Y al operar con una solera larga, en la que la relación de su longitud a la de la altura del embalse era 3,08, se hizo observar que, por el contrario, desaparecía casi por completo la erosión formada en el extremo de la solera al hacerse el desagüe por la coronación o por una línea media; y se presentaba, en cambio, en el mismo sitio con gran importancia, cuando el desagüe se realizaba por el umbral de la compuerta.

Comparados estos resultados con la forma que afectaba la corriente del agua, de la cual se hicieron representaciones gráficas detalladas, se comprobó en el caso de la relación aludida $\frac{L}{H} = 1,3$ a 1,5, que la lámina líquida, al verter por el borde superior de la compuerta, iba a chocar casi en el mismo extremo de la solera, y el agua agitada violentamente corría tumultuosa sobre el fondo del cauce, formando remolinos que atacaban constantemente el subsuelo.

Por el contrario, con la solera larga y para desagües superficiales e intermedios, el caudal de 50 litros por segundo se tranquilizaba antes de llegar al extremo de la solera; y, en cambio, en el desagüe de fondo conservaba una velocidad y una fuerza viva sobrante que atacaba el cauce no protegido. Estas observaciones están en perfecta concordancia con los fenómenos naturales observados por el ingeniero H. Roth en las presas de compuertas que hay instaladas en el Rhin para las centrales de Laufenburg y Augst-Wyhlen (1), y ha dado lugar en algunas de estas instalaciones a modificar y proteger sus soleras o rastrillos.

Serie II de ensayos.—La segunda serie de ensayos realizados se efectuó con caudales de 100 litros por segundo, que vertían por la coronación de la compuerta, y su fundamento principal fué hacer un estudio comparativo de diversas disposiciones de protección para las soleras.

En el caso de una solera prolongada en la relación $\frac{L}{H} = 2,5$ a 3 se comprobó también la formación de una erosión importante a su final, debido a que el agua no llegaba tranquila a este punto, aunque se observó que estos efectos mejoraban notablemente

cuando se colocaba al final de la solera un bordillo transversal, constituido por un travesaño de madera que se fijaba sólidamente a aquélla, donde se concentraban los remolinos y se consumía gran parte de la fuerza viva de la corriente. Pero también se vió que pasado este resalto aun se formaba un pequeño torbellino, que levantaba del lecho granos aislados de arena, que, salpicados sobre el bordillo, eran de nuevo arrastrados por la corriente y lanzados aguas abajo. Sin embargo, la importancia de la socavación quedaba reducida a un 50 por 100 de la observada en los casos sin protección; pero los esfuerzos que tenía que resistir la solera y el bordillo eran intensísimos y tendían a deformar y aun destruir la citada protección.

Se observó igualmente que esta acción exagerada sobre la solera prolongada del vertedero se atenuaba y hasta se evitaba instalando en su extremo un bastidor de rejillas de madera o un rastrillo en celosía, sin bordillo alguno, que el agua podía pasar a su través, y que con esta disposición la erosión producida sólo alcanzaba en importancia la observada en el caso del bordillo antes citado, y era siempre inferior a la que se producía con un rastrillo liso o macizo.

Al formarse una socavación aguas abajo de una presa es práctica corriente, para defenderla, rellenar el hueco formado con escollera. Este sistema de protección se ensayó en el modelo, eligiendo para la prueba bloques grandes de hormigón, cuyas dimensiones fueron $6 \times 6 \times 12$ centímetros, y que correspondía en obra, según ya hemos indicado, a bloques reales de 14 toneladas de peso.

Se colocaron estas piezas muy juntas y de modo que, en lo posible, constituyeran un zampeado liso uniforme. El experimento demostró que la erosión quedaba protegida y que aguas abajo del revestimiento en ensayo no se producía alteración sensible del lecho; pero no dejó tampoco de observarse lo que en la realidad se comprueba; esto es, que cuando el agua ataca un bloque por uno de sus ángulos y lo descarna, el resto del revestimiento queda en equilibrio inestable, y al fallar un solo elemento disloca toda una fila, y bajo todos los demás actúa la corriente, hundiéndolos en el socavón que forma en el subsuelo, levantándolos o arrastrándolos.

Otro de los sistemas de protección ensayado fué el anteriormente aludido y denominado amortiguador flotante. Los primeros experimentos se hicieron con tablero continuo o macizo, y se observó que este bastidor, articulado por medio de charnelas al extremo de la solera, se levantaba por su borde libre, adoptando una inclinación que correspondía a la velocidad del agua. El amortiguador flotante, ya sea macizo o aligerado, tranquiliza el agua por completo; pero a su extremo de aguas abajo se comprueba la formación de un remolino, que transporta material del lecho hacia aguas arriba, por bajo del tablero y junto la presa. Esta acumulación de acarreo es virtualmente nula cuando se opera con un amortiguador flotante aligerado o en celosía y cuando el agua del experimento no lleva en suspensión ningún acarreo, comprobándose que la erosión que pueda producirse es siempre muy pequeña y semejante a la que se origina en el caso de solera con adición de bordillo.

Serie III de ensayos.—Esta serie de ensayos se realizó con el mismo caudal de 10 litros por segundo y los mismos sistemas de protección ya descritos, pero utilizando el desagüe intermedio de compuertas. Los resultados fueron sensiblemente los mismos comprobados en la segunda serie para los siete diversos casos de protección:

El fondo del canal, aguas abajo de la solera, era atacado escasamente con la protección de solera con bordillo, solera de rejilla y amortiguador flotante.

(1) H. Roth, «Kolkfahrungen und ihre Berücksichtigung» (Enseñanzas de la práctica sobre erosiones y su aplicación), *Sch. Bauz.*, tomo LXX, 1917;

Serie IV de ensayos.—En la cuarta serie de ensayos se hicieron comparaciones de las diversas disposiciones de protección antes citadas, con desagüe de fondo y 100 litros de caudal. Se comprobó que se producían erosiones que no eran mayores que las originadas con el desagüe superficial, y que con solera lisa y sencilla, corta y larga, el socavón era menos profundo y la superficie de la erosión más pequeña que las comprobadas en los casos de la serie segunda y tercera de ensayos ya descritos. Y también se observó, por último, que actuaban muy favorablemente en el desagüe de fondo las disposiciones de protección con bordillo, solera de rejilla o permeable, y especialmente el amortiguador flotante provisto de aberturas.

Los resultados de estos ensayos se pueden resumir en las siguientes observaciones:

El desagüe superficial y el intermedio sobre una solera zampeada son ventajosos cuando esta solera es lisa y lo suficientemente larga para que el agua, al abandonarla, lo haga con relativa tranquilidad. Si el caudal de la corriente y, por consiguiente, la fuerza viva del agua son de tal entidad que al abandonar el zampeado todavía conserva energía relativa, se producirá siempre, aguas abajo de la presa, erosiones de importancia, mayores en el caso de vertedero superior y desagüe intermedio que con el desagüe de fondo.

El resultado de estas observaciones sobre modelos está de acuerdo en un todo con el obtenido en las obras definitivas, según puede comprobarse en el estudio sobre erosiones realizado por el ingeniero H. Roth y publicado en la *Schweizerische Bauzeitung*. Las erosiones se evitan siempre cuando se coloca en obra una solera que con cualquier disposición presenta un obstáculo o resistencia a la corriente que, al vencerlo, pierde la fuerza viva de que esté animada.

Serie V de ensayos.—Esta serie de ensayos tuvo por objeto comparar la acción de los vertederos en pared delgada con la de las presas de umbral curvo o de compuertas cilíndricas o de rodillo.

Se comprobó en ellos que eran mayores los efectos de la erosión en este último caso, y que el coeficiente μ de la fórmula que da la velocidad de la corriente,

$$V = \mu \sqrt{2gh}$$

valía para la compuerta plana

$$\mu = 0,62$$

y para la cilíndrica

$$\mu = 0,79$$

La resistencia de la presa vertedero con rodillo resultaba un 27 por 100 menor que con las presas de compuertas ordinarias, y, por tanto, la energía sobrante del agua que actúa sobre la solera, y que debe anularse en ella, tiene por esta causa mayor valor en este caso de estudio.

Serie VI de ensayos.—Se hicieron éstos especialmente para comprobar la influencia de la protección de bloques de hormigón, de diversa categoría, no colocados concertadamente.

Con este fin se dispusieron al fin de la presa una serie de bloques de $6 \times 6 \times 6$ centímetros colocados al tresbolillo, y se dejó actuar sobre esta protección un caudal de 100 litros por segundo, que vertía por la coronación de la compuerta. Desde el primer momento fueron arrastrados los bloques inmediatos al pie de la solera, y los demás se acumularon en el fondo de la socavación o quedaron enterrados en el lecho del canal a causa de los remolinos que se formaron aguas abajo de la protección. La existencia de estos remolinos se explica fácilmente. Si el bloque tiene peso

suficiente para resistir la acción del choque de la corriente líquida y ésta no lo arrastra, el movimiento rectilíneo del agua se transforma en movimiento giratorio de torbellino, que excava el suelo de apoyo del bloque y lo voltea.

En uno de estos ensayos se llegó a aumentar el caudal hasta dejar pasar por el umbral de la compuerta 200 litros por segundo, produciéndose en la sección transversal de salida una velocidad de 3,5 metros por segundo, que arrastró todo el revestimiento de bloque, que para mayor garantía de resistencia se había constituido con elementos de $12 \times 12 \times 12$ centímetros y representaban en la práctica un peso de 49,5 toneladas. Algunos de estos bloques quedaron enterrados profundamente en el lecho del canal.

Serie VII de ensayos.—Se comprobó especialmente en esta serie de ensayos la influencia de la longitud del amortiguador flotante y su acción sobre los arrastres.

Indicamos antes, al describir los ensayos con esta protección, que se acumulaba bajo el amortiguador un depósito de acarreo, debido a la acción de los remolinos que se formaban aguas abajo de la presa.

Para comprobar con detalle la producción de estas acumulaciones se vertía en el modelo, aguas arriba de la presa, arena de grueso variable, que correspondía a los arrastres de guijarrón en una corriente natural. Se pudo observar que la arena fina pasaba por los huecos del amortiguador y la de granos gruesos era arrastrada más allá de la protección, arrebatada por el contrarremolino que allí se formaba, y lanzada bajo el amortiguador, donde quedaba en depósito en la masa tranquila del agua.

El experimento se llevó a cabo hasta con bloques de hormigón de $6 \times 6 \times 6$ centímetros, que, colocados sobre la solera, llegaron a alojarse bajo la protección en la cavidad que existía antes de colocarse ésta. Se hicieron pruebas con protecciones de 46 centímetros, 35, 26, 14 y aun menor longitud, y se comprobó la variable inclinación que afectaba el amortiguador en acción, y que esta inclinación aumentaba hasta alcanzar 12° como máximo. Se hicieron variar los caudales en función de la variación de la longitud de la protección, de la diversidad del enrejado de la misma y de la magnitud de sus huecos, obteniéndose interesantes resultados sobre formación y modificación de las erosiones.

Serie VIII de ensayos.—Este grupo de ensayos fué dedicado a la determinación de las velocidades en las diversas secciones del canal, datos interesantes que completaban las observaciones exteriores recogidas en los anteriores ensayos con todo detalle, y que definían la forma externa de la corriente con el auxilio de las ventanas vidriadas que lateralmente tenía el canal de experimentación.

Se utilizó para estas determinaciones de velocidad el tubo de Pitot, aplicando para los ensayos en las partes turbulentas de la corriente los procedimientos y coeficientes de reducción recomendados por Moody (1).

Se determinó en el caso de vertedero superficial o de fondo, con simple solera sin protección o con adición de amortiguador flotante, las velocidades en cada sección y la ley de variación de las velocidades máximas, cuya curva continua se pudo estudiar fácilmente en los gráficos que con este objeto se dibujaron. En ellos se observó que la citada curva se aproximaba al fondo de la corriente en el caso de solera sin protección, y se separaba de él rápidamente cuando ésta estaba protegida por un amortiguador flotante.

Es interesante conocer para una presa vertedero en estudio,

(1) Lewis F. Moody, *Measurement of the Velocity of Flowing Water.*—*Proceedings of the Engineers' Society of Western Pennsylvania, May 1914.*

cuyo caudal máximo se ha determinado de antemano, cuál debe ser la longitud de la solera que ha de proteger el lecho de la corriente, en evitación de socavaciones peligrosas. Este estudio teórico sencillo se ha podido comprobar prácticamente en el canal de experimentación, y los ensayos demostraron que la longitud de la solera no debe ser inferior a tres veces la semicuadrada de la parábola que describe el agua al caer sobre ella. Como en la práctica no puede a veces ejecutarse una protección de fondo tan larga con fábrica de hormigón, es oportuno la instalación de un amortiguador flotante, que puede ser macizo o cerrado en su pri-

mer tercio, y el resto puede estar dispuesto de modo que deje pasar el agua y los arrastres, en la forma ya descrita.

Si, como suponemos, este género de experimentaciones despertara el interés de nuestros compañeros especializados en esta rama de la ingeniería, en breve se instalará en la Sección Hidráulica del nuevo Laboratorio de Electro-mecánica de nuestra Escuela un canal de experimentación semejante al descrito, y donde se comprobarán los estudios indicados.

JOSÉ CEBADA.

REVISTA EXTRANJERA

Los problemas de la construcción de las turbinas.

Estudio, de M. Johnson, sobre las condiciones de rendimiento y de precio de coste del establecimiento de las turbinas de vapor, publicado en *The Electrical World*. El autor examina más especialmente el precio de establecimiento de las unidades de gran potencia y discute las propiedades relativas de las turbinas de varios grados de presión contra las de simple dilatación y las unidades simples contra las unidades formadas por dos elementos en *tandem*.

Los proyectos para la unión de Venecia con la tierra firme.

El *Monitore Tecnico* resume las características de los principales proyectos presentados al concurso abierto por el Municipio de la ciudad de Venecia para unir, de una manera más suficiente y cómoda que lo está actualmente, esta ciudad con la tierra firme.

La mayor parte de estos proyectos comprenden la construcción de un nuevo viaducto que lleve una carretera para los carruajes, tranvías y peatones; este viaducto está en unos adosado al que lleva la vía férrea. En otros es completamente distinto y en algunos está superpuesto a este último; uno de los proyectos propone la excavación de un túnel bajo el canal por el cual pasaría el ferrocarril. El concurso está pendiente de resolución.

Una chimenea de hormigón armado en Saganoski (Japón).

El *Engineering News Record* publica interesantes detalles acerca de una chimenea de hormigón armado recientemente construida en el Japón, para servir a una fundición en Saganoski.

Esta chimenea tiene 153,85 metros de altura, 13 metros de diámetro exterior en la base y 8 metros en el interior en la parte superior. El estudio, que tenía en cuenta los esfuerzos debidos a los temblores de tierra, ha sido examinado, discutido, y finalmente aprobado por la Universidad imperial de Tokio.

La chimenea descansa sobre una fundación de hormigón de cemento portland en forma de cono truncado de 5,15 metros de altura, 28 metros de diámetro en la base y 12,7 en la parte superior; la parte central tiene una forma cóncava que deja en el fondo un espesor de 2,10 metros. Esta fundación contiene, próximamente, 2.100 metros cúbicos de hormigón; su construcción ha exigido treinta jornadas de trabajo, día y noche.

La presión sobre la base es de 30.000 kilogramos por metro cuadrado, próximamente, comprendiendo el esfuerzo ejercido por el viento.

El acero empleado como armadura en el hormigón acusa un peso de 530 toneladas y consiste en barras redondas y cuadra-

das fabricadas en América y compradas en el Japón. La protección contra el rayo se consigue por un sistema muy desarrollado de pararrayos. En la cima se ha instalado un círculo de cobre que lleva siete puntas de platino dispuestas a 1,20 metros sobre el borde superior de la obra. De este círculo parten siete conductores que descienden a lo largo de la chimenea. A una altura de 120 metros sobre la base se encuentra un segundo círculo de cobre que lleva cuatro puntas de platino y cuatro conductores que descienden hasta el suelo.

La VI Exposición internacional de Aeronáutica de Londres.

Esta Exposición, celebrada del 9 al 20 de julio, como hace notar el *Engineer*, ha sido más bien una manifestación de la industria aeronáutica británica que una Exposición verdaderamente internacional. En su conjunto ha mostrado los progresos de la aeronáutica inglesa, sobre todo por las dimensiones y potencias de los aparatos expuestos, pero sin ofrecer ninguna novedad importante. Por esta razón nos limitaremos a dar una breve noticia de ella extractando los artículos que M. P. C. publica en *Le Génie Civil*.

Entre los aeroplanos, uno de los aparatos más notables en cuanto a sus dimensiones, es el triplano *Pullman Bristol* (fig. 1.^a), cuyas dimensiones son las siguientes:

Envergadura de las dos alas superiores, metros.	24,90
— del ala inferior, ídem.....	23,85
Anchura de las alas, ídem.....	2,60
Longitud total, ídem.....	15,85
Altura total, ídem.....	6,10
Superficie portadora, metros cuadrados.....	177
Peso en vacío, kilogramos.....	5.000
Peso en carga, ídem.....	7.750
Aprovisionamiento de petróleo, litros.....	1.950
Velocidad normal, kilómetros por hora.....	170
Radio de acción, kilómetros.....	850
Altura máxima, metros.....	4.500
Duración de la ascensión a 3.000 metros, minutos.	12

Contiene cuatro motores de 410 caballos cada uno que mueven cuatro hélices, dos delante y dos detrás de las alas.

El compartimento de los pasajeros, que ocupa la parte anterior del huso, tiene 2,10 metros de altura. El número de pasajeros transportado es normalmente 14, sin comprender el piloto y el mecánico.

Los depósitos de esencia permiten un vuelo continuo de seis horas.

Prescindiendo del avión, también de grandes dimensiones, *Hanley-Page* y de los aparatos presentados por la Casa Vickers, que no ofrecen ninguna novedad, pasaremos a describir el avión enteramente metálico *Short*, que es el único que constituye una innovación real desde el punto de vista de la construcción aero-