

y si bien es indiscutible la conveniencia del conocimiento de estos éxitos alcanzados por los ingenieros, estimo por lo menos tan interesante e instructivo, y quizá más, el envío y exposición de los tropiezos y fracasos.

No debe avergonzarse a ningún ingeniero (y quizá se me haga esta objeción) la confesión de haber experimentado algún tropiezo en su práctica profesional; todo aquel que en hoja de servicios no presente al lado de algún éxito numerosas vacilaciones, dudas, rectificaciones y fracasos, no debe haber trabajado mucho; quizá haya limitado su actuación a la fácil crítica desde su mesa de trabajo, pero seguramente no ha ido mucho al terreno.

Todos los ingenieros, fabricantes y constructores podrían contribuir a la formación de estos «Museos de los fracasos», que enseñan mucho más que varias bibliotecas, no solamente al estudiante, sino al mismo ingeniero ya avezado en su profesión.

¿Sería un sueño pensar que esta idea será acogida favorablemente por nuestros compañeros?

Madrid, 10 de septiembre de 1921.

DOMINGO MENDIZÁBAL,  
ingeniero de Caminos.

## Laboratorios modernos de hidráulica en Suiza (1)

No hemos podido comprobar en nuestra rápida visita por Suiza, realizada en septiembre de 1919, la existencia de laboratorios de hidráulica que puedan considerarse como centros de enseñanza experimental técnica, semejantes a los que funcionan actualmente en los Estados Unidos y en Alemania.

Ni en el Politécnico de Zurich, todavía en obras de ampliación, y al que se piensa dotar de una instalación de ensayos aun no determinada; ni en el Laboratorio de Electro-mecánica, anejo al anterior, y que ha sido descrito en el *Anuario* de esta Escuela (2); ni en las Escuelas técnicas de Lausanne y Winterthur, que hemos visitado con este fin, existen instalaciones de hidráulica general que puedan considerarse como laboratorios de ensayos. Solamente en el citado Laboratorio de Electro-mecánica se realizan prácticas de aforos en el canal de desagüe de los diversos grupos de turbinas, y, aunque para ello se utilizan los métodos y aparatos modernos de investigación, no son éstos, con mucho, los que hoy tienen aplicación inmediata en los servicios hidráulicos federales, ni los que, de referencia, sabemos que se utilizan en muchas Escuelas técnicas alemanas.

Sin embargo de esta comprobada falta de experimentación hidráulica en los centros docentes, los alumnos de todas las Escuelas citadas realizan numerosos ensayos de aplicación profesional en casi todas las instalaciones de servicios federales y particulares, dotados todos ellos de material suficiente y personal de competencia, que ponen a disposición de profesores y alumnos en sus visitas normales, y que constituyen, por otra parte, los elementos que constantemente utilizan para sus continuos y regulares ensayos, que registran y conservan habitualmente.

El servicio de Hidrografía nacional, que depende en Berna del Departamento Federal del Interior, realiza constantemente trabajos de investigaciones hidráulicas muy interesantes, a los que se agregan como operadores los alumnos de las Escuelas técnicas.

(1) Del *Anuario* de la Escuela especial del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

(2) Véase la Memoria *Enseñanza técnica moderna y su organización especial en la Escuela Politécnica de Zurich*.—*Anuario de 1915-1916*.

Las fábricas de aparatos hidráulicos de Escher Wyss, Bell y Picart, disponen casi todas ellas de instalaciones de experimentación excelentemente montadas; que también se prestan a cooperar con este fin.

En muchas obras en explotación, en proceso de construcción y aun en proyecto, se realizan ensayos previos sobre modelos a pequeña escala por el personal técnico que las dirige, y que constituyen hoy día la más interesante labor de aplicación a la enseñanza y a la práctica de la profesión en obras hidráulicas.

Puede, pues, decirse que todo el Estado federal cabe ser utilizado en trabajos hidráulicos de experimentación y ensayos, y que actualmente constituye un extenso laboratorio, en el que escolares e ingenieros realizan interesantes estudios.

En estas condiciones, hemos estimado como de más oportunidad y posible aplicación indicar ligeramente dos cuestiones que están en su proceso de desarrollo actualmente en Suiza. Son éstas:

Los trabajos del Servicio Hidrológico del Departamento del Interior; y

Los practicados en modelos reducidos por algunos ingenieros.

### Trabajos del Servicio Hidrológico suizo.

Para la descripción de estos trabajos se ha seguido esencialmente el programa desarrollado por el personal oficial, concebido y estudiado por el doctor León W. Collet, ingeniero-director entonces de aquel Servicio, y completado actualmente por el doctor A. Strickler, que lleva la superior dirección de los trabajos. Este programa, casi en su totalidad, puede estudiarse en la interesante obra *El desarrollo de la Hidrometría en Suiza*, que se ha publicado en tres ediciones, francesa, alemana e italiana, con profusión de planos, fotografías y cuadros de instalaciones y ensayos, y completarse con la lectura de los dos interesantes folletos de los señores doctor León W. Collet y doctor R. Mellet, *Jaugeages par titrations* y *Méthodes de jaugeage*, editados por el Servicio Hidrológico del Departamento suizo del Interior.

Este Servicio nacional de Hidrografía ha publicado desde el año 1867 una serie interesantísima de trabajos que podrían servir de norma para completar en nuestro país la organización de los servicios hidráulicos, y que recomendamos su lectura.

A continuación enumeramos los más principales:

#### A.—OBSERVACIONES HIDROMÉTRICAS SUIZAS.

1. Cuadros gráficos de las observaciones hidrométricas suizas, con los caudales diarios obtenidos en las estaciones limnimétricas principales.
2. Cuadro-resumen de los principales resultados de las observaciones hidrométricas suizas.
3. Anuario hidrométrico de Suiza.

#### B.—RÉGIMEN DE LAS AGUAS EN SUIZA.

##### I.—Cuenca del Rhin desde sus orígenes hasta la confluencia de la Tamina.

1. Superficies receptoras.
2. Estaciones limnimétricas.
3. Perfiles longitudinales.
4. Caudales y fuerzas hidráulicas mínimas.

##### II.—Cuenca del Aar desde su nacimiento hasta el lago de Biemme.

Superficies receptoras.

##### III.—Cuenca de la Reuss desde su origen hasta el Aar.

1. Superficies receptoras.
2. Estaciones limnimétricas.

## IV.—Cuenca del Ródano desde su nacimiento al lago Lemán.

1. Superficies receptoras.
2. Estaciones limnimétricas.
3. Aforos.

## V.—Cuenca del Tesino desde su nacimiento al canal Villorisi.

## VI.—Cuenca del Adda desde su nacimiento al Naviglio di Padermo.

## C.—LAS FUERZAS HIDRÁULICAS DE SUIZA.

1. Régimen de las aguas.—Cuencas receptoras.—Caudales. Perfiles longitudinales.
2. Las fuerzas hidráulicas utilizadas.
3. Las fuerzas hidráulicas disponibles.
4. Mapa sinóptico con las instalaciones de aprovechamientos existentes y las secciones de las corrientes disponibles.

## D.—MONOGRAFÍAS.

1. Aforos por disolución. (En francés.)
2. Ensayos comparativos de aforos con molinetes y aparatos de pantalla. (En alemán.)
3. Informe sobre la regulación del lago de Constanza. (En alemán.)
4. Proyecto de regulación del lago de Ceresio. (En italiano.)
5. Precipitaciones atmosféricas y curso hidrológico del Rhin en su parte suiza. (En alemán.)
6. Informe provisional sobre las fuerzas hidráulicas utilizadas en Suiza. (En alemán.)
7. Informe provisional sobre las fuerzas disponibles en Suiza. (En alemán.)
8. Estudio hidrológico del Rhin en Basilea. (En alemán.)
9. Instalación de ensayos con molinetes hidrométricos de la fábrica de papel de Berna. (En alemán.)
10. Métodos de aforos.—Segunda Memoria sobre aforos por disolución. (En francés.)—Ensayo comparativo sobre la determinación de caudales. (En alemán.)
11. Nueva nivelación topográfica de Suiza. (En alemán.)
12. La avenida del 5 de julio en la zona del Gotardo. (En alemán.)
13. El lago Riton. (En francés y en italiano.)

## E.—ANALES.

1. El lago Märjelen y su estudio hidrológico. (En alemán.)
2. El transporte de los aluviones en algunos ríos suizos. (En francés.)—Método de determinación de los deltas del Departamento Hidrológico. (En alemán.)
3. Las aguas subterráneas en Suiza. (En alemán.)

## F.—OTRAS PUBLICACIONES.

1. El desarrollo hidrométrico en Suiza. (Ediciones en francés, en italiano y en alemán.)
2. Aportaciones sobre la hidrografía del Lago Mayor. (En italiano.)
3. Estudio del salto de agua de la fábrica de Etzel. (En alemán.)
4. Las condiciones de embalse del lago del Sihl. (Idem.)
5. La energía hidráulica en Puschlar. (Idem.)
6. La instalación hidroeléctrica del lago de Sils. (Idem.)
7. Aprovechamientos hidráulicos en Suiza. (Idem.)
8. Plano hidrográfico general de Suiza. (En francés y en alemán.)

Todos estos trabajos, algunos agotados, pueden adquirirse en el Service fédéral des Eaux, de Viena, Bollwerk, 27.

El Servicio de Hidrografía nacional, en el período de 1886 a 1896, reorganizó por completo su instalación limnimétrica y las de observación, comenzadas a regir desde 1863, reedificando las antiguas estaciones hidrométricas e implantando una red de puntos de referencia de nivelación de precisión y un servicio telegráfico y postal de intercomunicaciones de las estaciones. Se completaron estas estaciones con observaciones pluviométricas y de temperatura del aire y, finalmente, con la dotación de limnigrafos perfeccionados, con indicación telegráfica automática de distancia de alturas del agua.

En el período de 1896 a 1907 comenzaron a estudiarse en Suiza todas las cuencas fluviales desde cuatro puntos de vista. Primero, el de su extensión superficial en zonas de altitudes variables de 300 en 300 metros; luego, el de las estaciones limnimétricas; después, el de los perfiles longitudinales de las corrientes de aguas, teniendo en cuenta los tramos utilizados por aprovechamientos y los que quedaban libres, y, por último, el de la importancia de los caudales y de la energía hidráulica de todas las corrientes.

Los aforos se hicieron por verdadero, aplicando las fórmulas de Bazin y del profesor F. Frese y por medio de molinetes Amsler y Ott.

Se determinaron los caudales mínimos, medios y máximos en las instalaciones hidrométricas principales, y con estos datos se evaluaron las disponibilidades mínimas de energía del Rhin y de sus afluentes principales desde su nacimiento a la confluencia de la Tamina. Por último, se estudió la creación de las vías fluviales navegables.

Posteriormente se estudiaron las restantes principales cuencas del Aar, de la Reuss y del Adda y se aplicaron los nuevos procedimientos de aforos, especialmente el de la pantalla móvil y los de disolución, por los ingenieros León W. Collet y R. Mellet, aludidos anteriormente.

Desearíamos nosotros de conocer directamente la determinación de caudales por estos métodos citados, tratáramos primeramente de asistir a ensayos de forometría por medio de la pantalla móvil.

No hemos podido ver aplicado el método del profesor Anderson, de Stokolmo, en ninguno de los laboratorios que visitamos. Su disposición precisa un trozo largo de canal rectilíneo, de que no dispone ni el Laboratorio de Electro-mecánica de Zurich ni ninguno de los laboratorios de los Tecnicum. En las futuras instalaciones hidráulicas del edificio en ampliación del Politecnicum se habrá de montar un modelo que se expuso en la última Exposición de Berna, y que hoy está desarmado en uno de los sótanos de aquel edificio.

La Central Hidroeléctrica de Ackersand (Stalden sur Vierge), en el cantón de Valais, es la sola en Suiza, que sepamos, que tiene una instalación permanente de aforar por medio de pantalla. El fundamento, muy sencillo, del sistema es el seguramente conocido de sobra por nuestros compañeros.

Una pantalla de sección igual a la del canal de desagüe de la central está suspendida a un carrito móvil que se apoya sobre carriles colocados en la coronación de los cajeros. Una tracción de 0,8 kilogramos basta para iniciar el movimiento del carrito, es decir, que la resistencia ofrecida por los carriles y los rodillos es muy pequeña.

Introducida la pantalla verticalmente en la corriente, es arrastrada por ésta. A cada metro de recorrido, un contacto permite registrar sobre un rodillo de papel las longitudes en función del tiempo, y una simple lectura da directamente la velocidad media de la corriente.

Una descripción detallada de este aparato puede verse en la publicación de Mr. Lütschg *Vergleichsversuche mit Flügel und*

*Schirmapparat zur Bestimmung von Wassermengen* (Ensayos comparativos de aforos con molinetes y aparatos de pantalla).

El Servicio de Hidrografía nacional suizo ha realizado en esta Central unos ensayos comparativos de este sistema y el de vertedero. El doctor León W. Collet, siendo director de este Servicio, ha hecho personalmente los aforos, aprovechando un vertedero en pared delgada, con contracción lateral, que está instalado al final del canal de desagüe de la Central de Ackersand, y que sirve de esclusa de regulación y de compuerta para el vaciado del canal de desagüe. Aplicó la fórmula de Frese:

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

Siendo

$$\mu = \mu_0 \left\{ 1 + [0,25 \left(\frac{b}{B}\right)^2 + \zeta'] \left(\frac{h}{H}\right)^2 \right\},$$

$$\mu_0 = 0,5755 + \frac{0,017}{h + 0,18} - \frac{0,075}{b + 1,20},$$

$$\zeta' = 0,025 + \frac{0,0375}{\left(\frac{h}{H}\right)^2 + 0,02}$$

en la que  $H$  es la altura total del agua en el canal,  $h$  la de la lámina vertiente,  $B$  el ancho de la sección rectangular de aquél y  $b$  el ancho de la sección contraída.

Los ensayos obtenidos fueron:

Con pantalla.—Aforo I,	1.303	litros por segundo.
Aforo II,	1.299	— —
Con vertedero.—Aforo I,	1.339	— —
Aforo II,	1.312	— —

Los aforos por procedimiento químico se han aplicado con gran éxito en varias instalaciones suizas.

Es de todos conocida la imposibilidad de hacer aforos por medio de los procedimientos ordinarios en las corrientes de agua que tienen un régimen torrencial. Es difícil, por no decir imposible, encontrar en ellas un perfil transversal conveniente para instalar el molinete eléctrico o cualquier otro, y si se encontrara alguno utilizable, hay que observar que existe en estas corrientes un factor que falsea los resultados indicados por los registradores: nos referimos a los arrastres de arena, que hacen aumentar los rozamientos de los mecanismos y alteran accidentalmente las constantes de los aparatos, y aun con carácter permanente, por el desgaste producido por aquéllos. También hay que referirse a las pérdidas de agua, que por infiltración entre los guijarros pueden falsear los resultados de los aforos.

El Servicio Hidrográfico Nacional, de Berna, se ocupa actualmente de estudiar detenidamente la aplicación del método de aforo por disolución salina (*jaugages par titrations*) a los torrentes alpinos, a base de interesantes ensayos hechos hace algunos años en el cantón de Valais en varias cascadas y torrentes.

Pero ya hace varios años ha aplicado el citado Servicio el sistema de aforos químicos, descrito por primera vez en 1863 por Th. Schoesing en las *Comptes rendus de l'Academie de Sciences*, de París, a varias instalaciones de turbinas, y especialmente en una interesante central, en la que sus resultados pudieron compararse con los de molinetes, vertederos y pantalla, dada la esmerada instalación del canal de experimentación donde se efectuaron.

Aunque en nuestro país no se ha puesto en práctica con la debida extensión todo este sistema comparativo de ensayos, se procede por las Divisiones Hidráulicas a desarrollar un plan de investigaciones seriamente concebido, que podría completarse, en nuestro sentir, con investigaciones complementarias en las cen-

trales hidráulicas en explotación, que se prestarían gustosas a cooperar en tan interesante labor.

El referido método de ensayo y los comparativos efectuados en la instalación hidroeléctrica de Ackersand, antes aludida; en la de Acktiengesellschaft, cerca de Winterthur, y en la de Massaboden, cerca de Brigne, se describen con todo detalle en los interesantes folletos *Jaugages par titrations* de M. Collet, núm. 1 y núm. 10 de las Monografías publicadas por el Servicio Hidrológico suizo, y ya anteriormente citadas y recomendadas.

#### Ensayos sobre modelos.

Constituye esta segunda parte de nuestra nota, a nuestro entender, un tema de una extraordinaria importancia, que merece ser estudiado con todo interés y detalle, para poderlo aplicar en nuestro país, virgen de esta clase de investigaciones. Nuestra corta permanencia en Suiza no nos ha permitido más que comenzar este estudio, que desde hace tiempo constituía para esta Escuela uno de los elementos del programa que había de aplicarse con toda la extensión posible en nuestro nuevo laboratorio, puesto que una de sus secciones, la hidráulica, debía ser dotada de un canal móvil, donde pudieran hacerse toda clase de experimentaciones de carácter fluvial, y que habría de proyectarse tomando como base los instalados con este fin en algunas Escuelas técnicas de los Estados Unidos y de Alemania.

Así, pues, a continuación señalaremos brevemente las observaciones hechas y los datos recogidos, que podrán servir de norma para trabajos posteriores más completos y definidos.

Se lamentan en Suiza los técnicos especializados en construcciones hidráulicas, de los escasos ensayos de experimentación que se hacen generalmente en el país sobre modelos reducidos, antes de acometer las obras definitivas, cuyos presupuestos de ejecución alcanzan, la mayor parte de las veces, cifras realmente elevadísimas.

Hacen observar que si se comparan las sumas considerables de dinero que se han invertido en estos últimos años en Suiza, donde las instalaciones de aprovechamientos hidráulicos han alcanzado una cifra numérica notabilísima, con los exiguos gastos que supone unos ensayos previos sobre modelos a pequeña escala, de los cuales se pueden obtener siempre conclusiones que confirmen o modifiquen los fundamentos del proyecto concebido, o que sugieran la concepción de nuevas formas o procedimientos para corregir los defectos comprobados, se saca la consecuencia, que se ha seguido por todos los técnicos hasta el presente, un espíritu de imprevisión contrario al que es fundamental en las obras modernas hidráulicas, donde la importancia de los presupuestos, las averías posibles en las obras y las reparaciones correspondientes necesarias, llegan a sobrepasar todo cálculo.

Habría de argüirse a estas observaciones que no basta realizar un ensayo previo sobre modelos para hacer aplicación inmediata y directa a gran escala, en la obra que se ha de ejecutar, de los resultados de la experimentación obtenida; pero el experimento de laboratorio puede siempre sugerir al operador observaciones nuevas, difíciles de recoger en la naturaleza por la índole e importancia misma de los fenómenos, de las cuales se obtendrán las más de las veces, mediante series sistemáticas de ensayos repetidos, conclusiones sobre la manera de actuar el agua en la obra definitiva, que en la práctica, seguramente, no sería posible determinar.

Aparte de esto, debe hacerse notar las dificultades que se presentan, generalmente, para realizar observaciones exactas en el agua durante su movimiento natural, a través de la gran masa líquida en movimiento, y la mejor explicación que puede obte-

nerse de todas las incidencias de un fenómeno, en una masa reducida de experimentación, que es la que se utiliza en los modelos a pequeña escala.

Existen fuera de Suiza, en muchas Escuelas técnicas, laboratorios de construcciones fluviales dotados de grandes elementos para experimentaciones sobre modelos. Desde hace mucho tiempo funciona en Viena un laboratorio oficial de esta clase, que realiza investigaciones muy interesantes. Desde el año 1890, el profesor Engels inició una serie de ensayos sobre modelos, valiéndose de un pequeño canal dotado de elementos modestísimos, que le sirvieron de base para la formación de un laboratorio de construcciones hidráulicas que funciona desde el año 1898. Este laboratorio ha servido de norma para la instalación del notable Laboratorio de Construcciones Hidráulicas de la Escuela Técnica Superior de Karlsruhe, que tiene fama de ser uno de los mejor instalados del continente; y que merece ser estudiado por el profesorado de esta Escuela antes de hacer las instalaciones definitivas, que se proyectan en nuestro nuevo laboratorio (1).

En los Estados Unidos se han realizado también muy interesantes ensayos sobre modelos, especialmente para estudiar en las presas de vertedero el efecto de la acción del agua sobre el suelo de cimentación y comprobar las presiones a que habría de estar sometido éste en la obra definitiva. Recomendamos, por ejemplo, los estudios realizados por el ingeniero Colman, que se han publicado en *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, en el volumen X, núm. 6. Estas investigaciones se hicieron por personal operador muy práctico, y han dado resultados muy en armonía con los fenómenos naturales, demostrando, por otra parte, que no es necesario disponer de elementos complicados de laboratorio para realizar ensayos y obtener resultados o consecuencias prácticas, que puedan orientar suficientemente sobre las soluciones que deban adoptarse como definitivas al proyectar una obra.

No hemos encontrado en nuestra visita por los laboratorios oficiales suizos aplicación directa del sistema de ensayos que nos ocupa. En el Laboratorio de Electro-mecánica de Zurich, se comenzaron a hacer hace años algunos tanteos en un trozo pequeño de canal hecho de placas de *eternita*, que no se referían precisamente a estabilidad de fondos ni defensas fluviales, sino a estudio de ondas y corrientes, y que se abandonaron casi desde el principio. Pero las referencias que hemos tenido de trabajos realizados casi a pie de obra en numerosas instalaciones hidráulicas, han sido tan interesantes, que aunque ligeramente, y como base de posteriores estudios que habremos de realizar, nos inducen a describir alguno de ellos muy notable.

Nos ocupamos, como ejemplo, de los trabajos realizados por los ingenieros Gruner y Locher, en Basilea, para evitar en los vertederos de las presas de derivación los efectos de erosión y socavación producidos por los remolinos del agua a su salida, y que habían sido comprobados sobre modelos en la Escuela Técnica Superior de Granz.

Es un hecho comprobado la formación de profundas erosiones en las soleras de los vertederos de las presas de derivación, especialmente las de compuertas móviles, que quebrantan la lámina de agua a su salida, dividiéndola en chorros parciales que chocan entre sí, produciendo remolinos aguas abajo de las presas, al no corresponder el nivel de la lámina vertiente con el del agua del tramo inferior. Para atenuar estos efectos y poder ajustar constantemente el nivel de la salida del agua con el del tramo de aguas abajo, se ideó el colocar en el extremo inferior de la solera

un bastidor de madera en claraboya formando un emparrillado móvil articulado por medio de charnelas por un extremo en la presa o la solera, que el agua atravesaba parcialmente y que se colocaba por flotación, correspondiendo el extremo libre con el nivel del agua del tramo inferior. El efecto de esta disposición tuvo un éxito completo, pues se observó que las erosiones producidas antes de la instalación del citado bastidor habían desaparecido en la siguiente crecida y no volvieron a formarse. La práctica indicada se ha extendido en Austria profusamente para proteger el pie de las presas fijas, ya fueran de vertedero superficial o de fondo (1).

Esta disposición constituye un *amortiguador flotante* de la lámina de agua que vierte o sale de una presa. Realmente es una práctica bien distinta de las que hasta el presente se han aplicado en las obras hidráulicas, donde siempre se han instalado en oposición al elemento móvil, constituido por el agua, cuerpos rígidos que contrarrestaran por el choque la fuerza viva de la corriente. En estas instalaciones el elemento fluido actúa sobre otro elemento móvil que puede adaptarse a las variaciones de nivel del agua, y consume por su disposición flotante una parte de la energía libre de aquélla.

Tenemos referencia de haberse instalado fuera de Suiza algunas disposiciones de este género. Nos referimos a los vertederos suspendidos sistema Wolf, que esencialmente están constituidos por una serie de maderos o vigas, sujetos por un extremo a una batería de pilotes encepados, que, obligados por la corriente, se orientan en la dirección del agua y hacen que ésta deslice por bajo de ellos, cediéndole su energía, obligando a que, al aminorar su corriente, los guijos y la arena que se mantenían en suspensión se depositen en el fondo del río. En el tramo inferior del Drau, antes de su entrada en Hungría, existen numerosas instalaciones de este género, construidas con gran esmero.

Los ensayos a que especialmente nos referimos se han realizado en la fábrica del gas de Basilea, que en su instalación de bombas tiene establecido un depósito de mediciones de caudales y un canal de aforos, cuya capacidad alcanza algunos centenares de litros por segundo. También dispone de un modelo reducido de experimentación, formado sencillamente de tabloncillos de madera con ventanas laterales acristaladas que permiten observar el movimiento del agua que pasa por su interior. Las dimensiones transversales son de unos 0,60 metros, y en este espacio se ha instalado debidamente a una escala de  $\frac{1}{25}$  un modelo de presa, cuyo estudio interesaba hacer antes de su construcción definitiva.

En este modelo se verificaron los ensayos con el amortiguador flotante o emparrillado citado, y se verificaron una serie de pruebas para comparar diversos sistemas de protección para conservación de la solera aguas abajo de la presa. Las velocidades se midieron con un tubo de Pitot. Todas las instalaciones fueron cedidas por la dirección de la fábrica y los aparatos de ensayos facilitados a los experimentadores por el Servicio de Hidrografía, de Berna.

JOSÉ CEBADA.

(Continuará.)

(1) Véanse como complemento a esta nota los trabajos siguientes: Hofbaner, *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur und Architekten Vereins* (Medios de combatir los movimientos de torbellinos y remolinos aguas abajo de las presas), abril, 1915.

H. E. Gruner, «Einiges über den Bau von Stauwehren» (Algunas ideas sobre la construcción de las presas de retención), *Sich. Bauz.*, tomo LXVI, 1915.

H. E. Gruner-Ed-Locher, «Mitteilungen über Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren» (Ensayos para evitar las erosiones en las presas vertedero), *Schweizerischen Bauzeitung*, tomo LXXI, 1918.

(1) Una interesante descripción de este laboratorio se ha publicado en la revista alemana *Zeitschrift für Bauwesen*, tomo LIII, año 1903.