

Establecimiento Hidrométrico Esperimental de Santhia

POR

GULLERMO AGÜERO

La construccion de la grandiosa obra del Canal Cavour i, en jeneral, de las obras de irrigacion i de aprovechamiento de la fuerza hidráulica con fines industriales en el Piamonte i Lombardia, en donde es necesario hacer aforos de cantidades considerables de agua, hizo pensar a los ingenieros italianos en establecer los medios necesarios para efectuar medidas directas que permitieran fijar la manera de medir con espedicion i seguridad, los volúmenes de agua que se deben echar en los canales de servicio. En efecto, hasta el presente se han hecho esperiencias de medidas directas sólo de pequeñas cantidades de agua, como las efectuadas en derrames por orificios por Darcy, Lesbros i Poncelet hasta un máximum de 139 litros por segundo, i por Boileau i Bazin sobre vertederos. Partiendo de los resultados así obtenidos se han establecido fórmulas i coeficientes, pero no se sabe como se comportan ellos cuando se trata de aplicarlos a la medida de venas líquidas de gran seccion.

Ya en el año 1868 la primitiva Compañía del Canal Cavour elaboraba un proyecto de obras para efectuar dichos esperimentos. En 1870 se presentó a la aprobacion del Ministerio de Hacienda italiano, otro proyecto sobre el mismo asunto, elaborado por el profesor Richelmy i el ingeniero Colli. El sitio de ubicacion escojido permitia disponer de una caida de mas de cinco metros; el agua se tomaria directamente del Canal Cavour por una boca de tres metros de ancho, que daria acceso a un canal de paredes verticales que se ensancharia poco a poco en forma de embudo, i despues de un cierto trecho el canal tomaria un ancho constante de 45 metros, siendo su longitud total de 41.50 metros. En cuanto al perfil longitudinal del fondo del canal, estaria compuesto de cuatro planos, siendo la diferencia de nivel entre uno i el siguiente de 0,50 m. Con dispositivos especiales al término de cada una de las últimas partes, se podrian formar tres cámaras que permitirian efectuar los esperimentos deseados. De esta manera se habrian podido medir con exactitud, volúmenes de hasta un poco mas de un metro cúbico por segundo, siendo avaluado su costo en 31,000 francos.

Con motivo de pasar en 1874 el Canal Cavour de manos de una compañía particular a las del Fisco, estas obras quedaron sin llevarse a efecto. Pero, felizmente, los ingenieros fiscales convencieron a los poderes públicos de la conveniencia para el Estado i para los consumidores, de medir con mas seguridad el agua, en volúmenes que alcanzaran hasta doce metros cúbicos por segundo, como es por ejemplo, el servicio que se da a la Sociedad de Irrigacion de la rejion al oeste del rio Sesia. Se pensó entonces en construir un gran establecimiento que permitiera llevar la esperimentacion a los límites que las necesidades del servicio imponen i cuyos resultados han de ser de un precioso valor para las aplicaciones de la Hidráulica.

La confeccion del proyecto fué encomendada a una comision de eminentes técnicos, compuesta de los profesores Turazza i Nazzari i de los ingenieros Marchetti, Colli i Troncone, siendo secretario el ingeniero señor Carlos Mazzini, actual Administrador Jeneral del Canal Cavour, quien ha publicado últimamente una interesante memoria sobre dichas obras i de la cual he tomado principalmente los datos que aparecen en la presente relacion. Esta comision, tomando en cuenta que los aforos en el Canal Cavour varian desde 10 litros hasta 12 metros cúbicos por segundo i la conveniencia de ofrecer a los establecimientos de instruccion superior, los medios para que los futuros técnicos pudieran esperimentar personalmente, presentó al Gobierno en 1885 los planos del establecimiento de esperimentacion hidráulica mas importante del mundo entero. El Gobierno prestó su aprobacion al proyecto en 1903 i por una u otra dificultad los trabajos aun no se han terminado completamente, pero se espera que en los primeros meses de 1913 se podrán comenzar los esperimentos. Aun no se ha procedido a la colocacion de las compuertas, de los aparatos de medida i de la instalacion de aire comprimido que dará movimiento a dichas compuertas.

El establecimiento se encuentra ubicado en las inmediaciones de la pequeña ciudad de Santhia, a la orilla derecha del canal de Ivrea, cuyas aguas se aprovechan para los esperimentos. Las aguas se restituirán al canal a una distancia de 300 metros mas o ménos, aprovechando una caída de agua de 7 metros, caída que será utilizada tambien por una compañía industrial.

Debido a que los volúmenes de agua con que se va a operar variarán entre 10 litros i 12 metros cúbicos por segundo, ha sido necesario consultar dos boca-tomas, una que permitirá operar hasta con 3 metros cúbicos por segundo i la otra mayor para las esperiencias con caudales de agua hasta los 12 metros cúbicos fijados como máximo. Describiremos sumariamente las obras siguiendo el camino del agua hasta su vuelta al canal de Ivrea.

Medida de grandes volúmenes de agua.—El canal de Ivrea en esta parte tiene sus paredes laterales constituidas por muros verticales de 2,40 m. de altura, alcanzando el agua una profundidad de 1,75 m. La primera boca A (véase plano jeneral) es la destinada a dar entrada a las mayores cantidades de agua. La union del muro del canal de Ivrea con el que forma la orilla derecha del canal de acceso, se hace por medio de un arco de círculo de 14,25 m de radio, en tanto que la otra orilla lo hace por

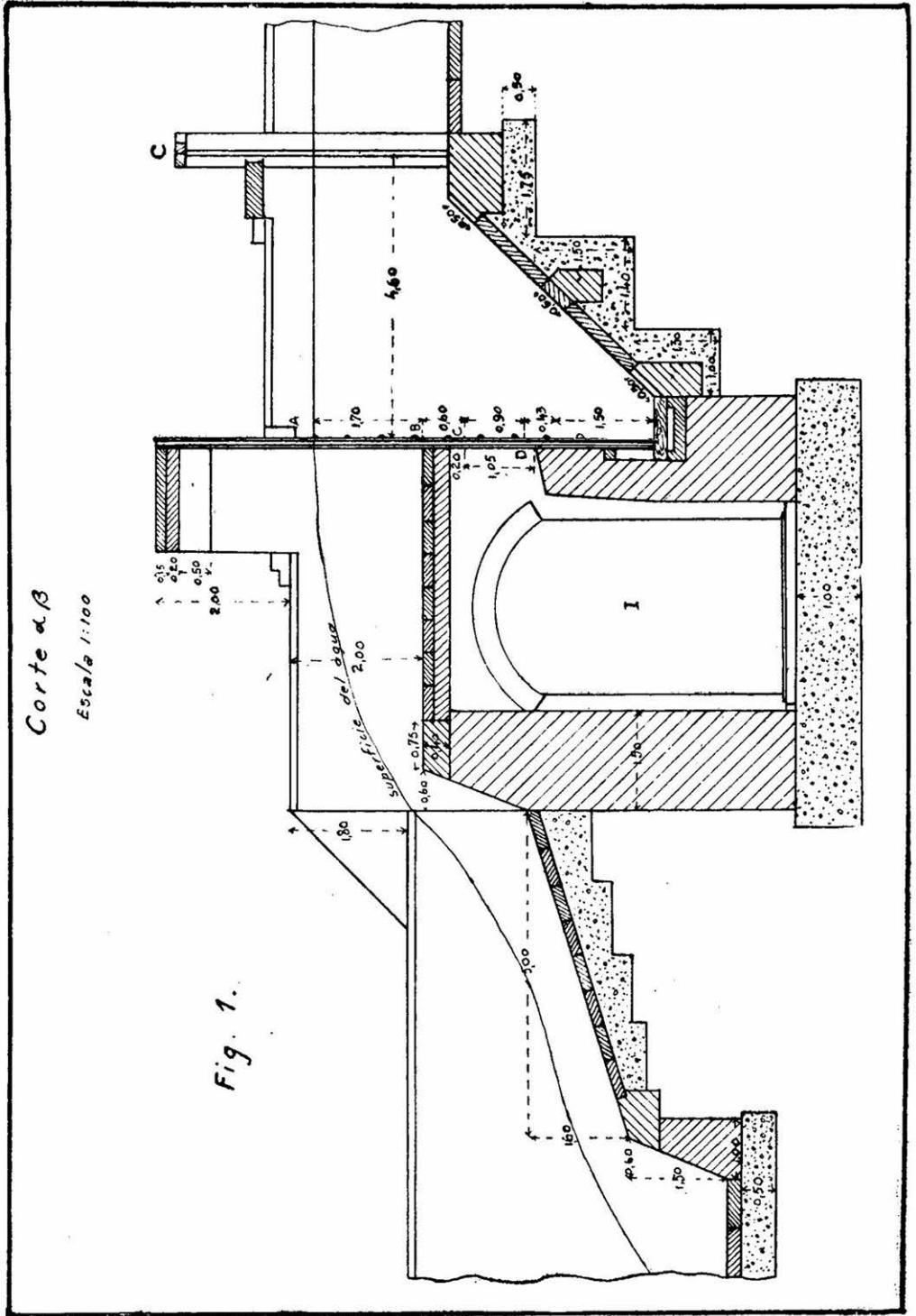
medio de un arco de 1,40 m de radio i forman los ejes de ámbos canales un ángulo de 46 grados 30 minutos. La entrada del agua en esta derivacion mayor es regulada por seis compuertas *C* que dejan un claro libre de 1,242 m cada una, compuertas que van sostenidas por cinco pequeñas pilastras de piedra de 0,34 m de espesor. El umbral de las compuertas queda a 0,60 m sobre el fondo del canal de Ivrea, por consiguiente se puede disponer normalmente en las compuertas de una altura de agua de 1,15 m.

Canal B.—Detras de las compuertas se encuentra el canal de acceso *B*, de fondo horizontal i de paredes verticales, de 55,50 m de longitud i de 9,15 de ancho, canal que tiene por objeto principal tranquilizar las aguas de los movimientos orijinados por las compuertas ántes, de experimentar con ellas. En su estremidad de aguas abajo este canal comunica, a pocos centímetros de su fondo, por medio de un orificio, con un pozo hidrométrico *i* cuya profundidad es igual a la del canal. Este pozo tiene una pequeña escala de acceso i una tableta graduada, i se puede conocer así con precision la altura de agua en el canal en el momento en que se opera.

Canal de experimentacion D.—El canal de acceso *B* desemboca en el canal de experimentacion *D* que tiene 15 m de ancho i 40,70 m de longitud. El fondo de este canal consta de dos planos horizontales de 20,35 m de longitud cada uno, de los cuales el primero está 0,20 m mas bajo que el fondo del canal *B* i el segundo 0,27 m mas bajo que el primero. Tanto en las estremidades *cd* i *ef* de estos planos como en sus partes medias *hg* i *ji*, se podrán instalar marcos para experimentar ya sea venas líquidas que derramen libremente o sumerjidas. Tambien se han dispuesto inmediatamente aguas arriba de estas secciones, pozos *i* que sirven de hidrómetros. En la seccion *ef*, el fondo del canal descende nuevamente de 0,20 m continuando despues horizontal; sus paredes laterales se van acercando poco a poco i forman una especie de embudo *E*, de manera que a 15 m el ancho del canal se ha reducido a 6 m, ancho que queda constante hasta el término de este canal *F*.

Canal lateral de experimentacion G.—A 21,25 m aguas abajo del embudo *E* se encuentra el eje de un canal lateral *G* de experimentacion, cuyo objeto principal es determinar la manera de medir el agua que se estrae normalmente a su curso primitivo. Este canal tiene 3 m de ancho i 21,45 de longitud, i tiene tanto a su entrada como a su salida las correspondientes compuertas. Tiene ademas en su parte media un pozo *L* del ancho del canal i de 4 m de longitud, en cuya mitad hai una especie de compuerta que se puede subir i bajar, i que tiene por objeto tranquilizar el agua haciéndola pasar bajo ella. En este canal hai en cada una de sus dos estremidades un hidrómetro análogo a los ya citados. El agua que ha servido en la experimentacion pasará al gran estanque de medida *G'* de cuya descripcion nos ocuparemos mas adelante.

Dispositivo $\alpha\beta$ para la distribucion de grandes cantidades de agua.—El agua que ha servido en el gran canal *D*, escurre por el canal *F* i llega a la seccion *kl* en donde se han instalado tres compuertas, cada una de las cuales tiene una luz de 1,02 m. Estas compuertas dan entrada al agua a un dispositivo que permite que ésta vaya al



gran estanque G' para su medida, o directamente al canal de desagüe H i, por consiguiente, al canal de Ivrea.

El corte vertical $\alpha\beta$ indicado en el plano jeneral está representado en la figura 1. En esta figura se tiene en C las compuertas ya indicadas (kl del plano jeneral). A 4,60 m de ellas se encuentran otras compuertas que son las que hacen que el agua tome una u otra de las direcciones a que hemos hecho referencia. En efecto, estas compuertas tienen en su parte media un claro de 2,05 m de altura i un ancho igual al claro de las compuertas, o sea 1,02 m. Cuando se desea que el agua vaya directamente al desagüe, se alzarán las compuertas de manera que el claro quede enfrente de AB i en tal caso la parte inferior de la compuerta tapaná la sección CD . Si por el contrario, se quiere hacer que el agua vaya al estanque de medida G' se bajará la compuerta hasta que el claro quede enfrente a CD i entónces la parte superior de ella obstruirá la sección AB . El agua irá entónces por la galería I (planta jeneral i fig. 1) a la cámara G' .

El ancho de 1,02 m dado a las compuertas superiores se justifica tomando en cuenta que el escurrimiento se puede considerar como sobre vertedero, en el cual se ha suprimido la contracción en el fondo. En tal caso el valor del coeficiente m de la fórmula $Q = m LH \sqrt{2gH}$ será $m = 0,403$ i como se tiene por otra parte que $H = 1,70$ m i $Q = 12$ metros cúbicos por segundo, se obtiene como ancho $L = 3,03$ m. Por esto se ha tomado para cada una de las tres luces un ancho de 1,02 m lo que da un pequeño exceso, conveniente en todo caso.

En cuanto a la altura $BC = 0,90$ m que se ha dado a las tres luces que permiten la entrada del agua en el estanque de medida, se justifica tomando en cuenta que el ancho de cada una de estas es también de 1,02 m. En este caso el gasto de estos orificios será dado por la expresión $Q = m\omega \sqrt{2gh}$. En la figura 1 se observa que el centro de estas luces está a $0,45 + 0,60 = 1,05$ m del fondo del canal que va al desagüe i, por consiguiente, la altura de agua sobre dicho centro será de $1,05 + 1,70 = 2,75$ m. Aquí no hai contracción lateral, por lo que $m = 0,64$ i, en consecuencia, $Q = 0,64 \times 1,02 \times 0,90 \sqrt{2g \times 2,75} = 4,20$ metros cúbicos por segundo. Luego, con los tres orificios se podrá tener un poco más de los 12 metros cúbicos requeridos.

Gran estanque de medida G' .—El estanque G' destinado a medir el agua que ha servido en las esperiencias de gran gasto, tiene su fondo horizontal, sus paredes son verticales i sus dimensiones son 30 m de largo i 20 m de ancho. En m se tiene un vertedero horizontal de toda la longitud del estanque, estando su borde a una altura de 2,70 m sobre el fondo. En estas condiciones i tomando en cuenta el espacio que dejan la galería I i el canal I' que llega al estanque por el lado opuesto, el volúmen total de agua que puede contener el estanque es de 1 756 metros cúbicos i, por consiguiente, una capa de agua de 1 milímetro representa un volúmen de 650 litros. El desagüe del estanque se efectúa por medio de un tubo de fundición de 850 milímetros de diámetro i de 20 metros de longitud, cuya boca o de entrada está en el fondo del estanque i lleva el agua al canal de desagüe H . Con este tubo, el desagüe del estanque completamente lleno se puede efectuar en 15 minutos.

Se comprende que nada significa el hecho de medir el agua despues de recorrer un gran trayecto desde el punto en que se experimenta, puesto que se puede conseguir que la cantidad de agua que entra en el canal quede constante durante el tiempo necesario. Por otra parte, siendo de 650 litros el volúmen que hace el estanque por cada milímetro de profundidad, las medidas de las diferencias de nivel en dicho estanque deberán efectuarse con suma prolijidad, para lo cual se instalará sobre un pozo que comunica inferiormente con el estanque por el punto *p*, un ingenioso aparato ideado por el ingeniero Salmoiraghi de Milan i llamado por éste el *crono-hidrometrógrafo*, el cual debido a su sensibilidad i a su delicadeza irá colocado en un recinto cubierto indicado en el plano jeneral por la letra *K*.

Crono-hidrometrógrafo.—El crono-hidrometrógrafo aun no ha sido instalado, por lo que no he tenido la ocasion de conocerlo. Para dar a conocer este interesante aparato, traduzco en seguida la descripcion que el ingeniero Cárlos Mazzini hace de él:

«El crono-hidrometrógrafo se compone:

1.º De un pequeño flotador que obrará sobre la superficie del agua cuyo nivel se quiere determinar en diversos momentos.

2.º De un aparato para el desenvolvimiento de una cinta de papel, provisto de una pluma accionada por un electro-iman que obra de segundo en segundo de tiempo.

3.º De un péndulo eléctrico para hacer funcionar la pluma anteriormente citada.

Para formarse una idea del aparato, bastará imaginar una máquina que desenrolle una cinta de papel (mas o ménos como una máquina telegráfica Morse), la cual sea puesta en movimiento por la presion que ella ejercita sobre el flotador que obra sobre la superficie del agua.

La cinta de papel por lo tanto, podrá desenrollarse sea de una cantidad igual a los incrementos efectivos de la altura del nivel del agua, o de una cantidad mayor o menor segun se desee, dependiendo esto esclusivamente del sistema cinemático de trasmision del movimiento del flotador.

En el sosten del aparato de relojeria que desenvuelve el papel hai fija una pluma, la cual, por medio del péndulo que cierra a cada segundo de tiempo un circuito eléctrico, traza sobre el papel una corta línea en direccion transversal al movimiento del papel.

Es evidente la manera como tal aparato puede ser puesto en movimiento en el mismo instante en que se abre la boca de admision del agua en el pozo i registra sobre el papel los valores sucesivos de la altura del nivel del agua i los tiempos correspondientes, i así en la longitud de la cinta de papel desde el punto en que ha comenzado a moverse (punto individualizado por el primer segundo de tiempo trazado por la pluma), se tendrá la altura del nivel del agua i en el número de líneas intermedias se tendrá el número de segundos trascurridos. Es tambien evidente que el operador, una vez concluida la esperiencia, podrá deducir del exámen del papel, el período de régimen regular del derrame del agua i la cantidad de agua vaciada en el estanque, sin necesidad de fijarse en los períodos o intervalos de tiempo en que el agua haya escurrido irregularmente al principio del experimento o por cualquiera otra causa duran-

Medida de menores volúmenes de agua.—Para experiencias en que se ha de operar con volúmenes de agua menores de tres metros cúbicos por segundo, los dispositivos anteriores no se prestan, debido a sus grandes dimensiones. En consecuencia, se ha dispuesto en el canal de Ivrea, aguas abajo del canal *B*, otro canal de acceso *B'* cuyo eje es paralelo al del ya descrito i distantes uno de otro, de 30 metros. La disposición de esta segunda toma *A'* es análoga a la anterior, uniéndose los muros del canal derivado con el del canal de Ivrea por dos arcos cuyos radios son de 7.80 m i de 1.40 m. La maniobra de hacer entrar el agua en el canal o interceptar su paso en él se hace por medio de tres compuertas de fierro *C'* que dejan una luz libre de 1.10 m cada una, separadas por dos pequeñas pilastras de granito de 0.28 m de espesor. El ancho del canal en su boca es de 4.06 m i el umbral de las compuertas está como en el caso anterior, 0.60 m. mas alto que el fondo del canal de Ivrea. El canal *B'* conserva el ancho de 4.06 m en una longitud de 8.80 m, tomando despues bruscamente un ancho de 4.94 m en una longitud de 12.05 m. En todo este trayecto su fondo es horizontal.

Recinto de experimentacion D'.—En *a' b'* comienza el recinto *D'* destinado a la experimentacion propiamente dicha, el cual tiene 18 metros de longitud i 7 metros de ancho; su fondo es horizontal i está a 0.27 m mas bajo que el del canal *B'*. La manera de operar aquí será en un todo análoga a la del recinto *D*, habiéndose dispuesto tambien un conveniente número de pozos hidrométricos *i'*.

A continuacion sigue el canal *E'* que conserva su fondo horizontal i el mismo nivel que el del canal *D'*, pero su ancho aumenta a 10 metros con una longitud de 20 metros, dispositivo que tiene por objeto principalmente tranquilizar el agua con que se ha operado.

Canal de experimentacion E'.—En la prolongacion del eje del canal *E'* va el canal de experimentacion *E''*. Su entrada está dispuesta de la manera que se ha indicado para el canal de experimentacion *G* i está provista de tres compuertas. Su ancho es de cinco metros; a 10 metros de su boca se pueden colocar las primeras luces de experimentacion, encontrándose en esta parte dividido el ancho del canal en tres partes de 1.40 m cada una por pilastritas de piedra de 0.40 m de espesor, entre las cuales se colocarán los marcos que servirán para efectuar las operaciones. El agua cae entónces al recinto *E'''* cuyo fondo está 1.42 m mas bajo que el anterior, siendo su largo total de 24.65 m. En la parte media de éste se encuentra un pozo *L'* semejante al *L* ya descrito, cuyo objeto es tambien tranquilizar el agua. En la estremidad del canal, es decir en *c' d'*, se podrá experimentar tambien con luces que podrán tener un ancho hasta de 5 metros, que es el ancho total del canal. El agua caerá despues al recinto *H'* cuyo fondo está a 1.42 m mas bajo que el del *E''* i del cual puede pasar al estanque *G'* de medida por el canal *I'*, o bien puede ir directamente al desagüe por el canal *M*.

Dispositivo K' V' para la distribucion de las cantidades medias de agua.—Se consigue que en un momento dado el agua vaya por el canal *I'* o por el canal *M*, por medio de un dispositivo mucho mas sencillo que el representado en la figura 1, i que

cumple el mismo objeto que el canal de gran gasto. Consiste en dos compuertas k' i l' que obedecen al movimiento de un mismo balancin, de manera que cuando una sube la otra baja i, por consiguiente, se permite o se impide el pasaje del agua en uno u otro canal. La compuerta k' es de fundicion en tanto que la l' es de madera, i se han construido de manera que la compuerta de fundicion alzada i abandonada a sí misma caiga i levante al mismo tiempo la de madera. Además, las dimensiones de la compuerta han sido fijadas considerando que el agua va a derramar como en un vertero en el cual se ha supuesto que la contraccion lateral es incompleta i la del fondo es nula. En tal caso, se tomará la expresion $Q = m l \sqrt{2gh}$, en la cual $Q = 3$ metros cúbicos por segundo i $m = 0,387$; i si tomamos como ancho libre de la compuerta 2.10 m, la altura deberá ser 0.90 m. En realidad se ha aumentado de 0.10 m la altura de la compuerta para no quedar en el límite. Su ancho es de 2.14 m, pues se necesitan 0.02 m a cada lado, que quedan dentro de la ranura del marco, i su espesor es de 0.04 m.

Canal lateral de alimentacion N.—Además del canal de experimentacion F' , parte del recinto F' un canal lateral de alimentacion N de 5 metros de ancho i de 21.60 metros de longitud. En su comienzo, en $i' f''$, se encuentran las compuertas necesarias para impedir la entrada del agua en él i tambien un pozo que en combinacion con las compuertas sirve para hacer que el agua escurra tranquilamente en el canal.

De este canal parten lateralmente los dos canales P i P' .

Canal P.—El canal P es de 1.40 m de ancho i está destinado a estudiar la influencia que puede tener sobre el gasto un canal que tiene una determinada seccion. El agua que entra en este canal puede escurrir por la boca q' de un metro de ancho hácia el canal P' , de donde puede pasar a la pequeña cámara de medida R o al desagüe, segun veremos pronto, o tambien puede escurrir por la boca h' (de un metro de ancho) a la torre Q destinada a esperiencias diversas de las ya indicadas.

Se puede observar en el plano jeneral que el canal P se prolonga al costado de la cámara R i comunica por medio del pequeño canal s , de 1.40 m de ancho, con el recinto H' . Se ha dispuesto esto tomando en cuenta que con un reducido costo se podría tambien echar el agua empleada en operaciones de reducido gasto en el gran estanque G' , lo que, por otra parte, no tiene importancia i será de poco uso i utilidad.

Canal de experimentacion P'.—Este canal tiene su fondo 1.70 m mas bajo que el del canal N del cual deriva; su ancho es de 3 metros i la longitud en la cual se operará es de 21 metros. Las luces con que se va a operar podran ser colocadas en $o' p'$ en donde la seccion del canal está dividida en dos partes por una pilastrita, o en $q' r'$, en donde se podrá experimentar con luces hasta de 3 metros.

En la mitad de este canal se encuentra un pozo l' con dos compuertas cuya disposicion es análoga a la de los pozos L i L' ya citados i cuyo objeto es tambien conseguir que el agua escurra tranquilamente; además hai dos pozos hidrométricos.

El canal termina con un dispositivo S que permite conseguir que en un momento dado el agua vaya a la cámara de medida R o al canal T' que la lleva al desagüe,

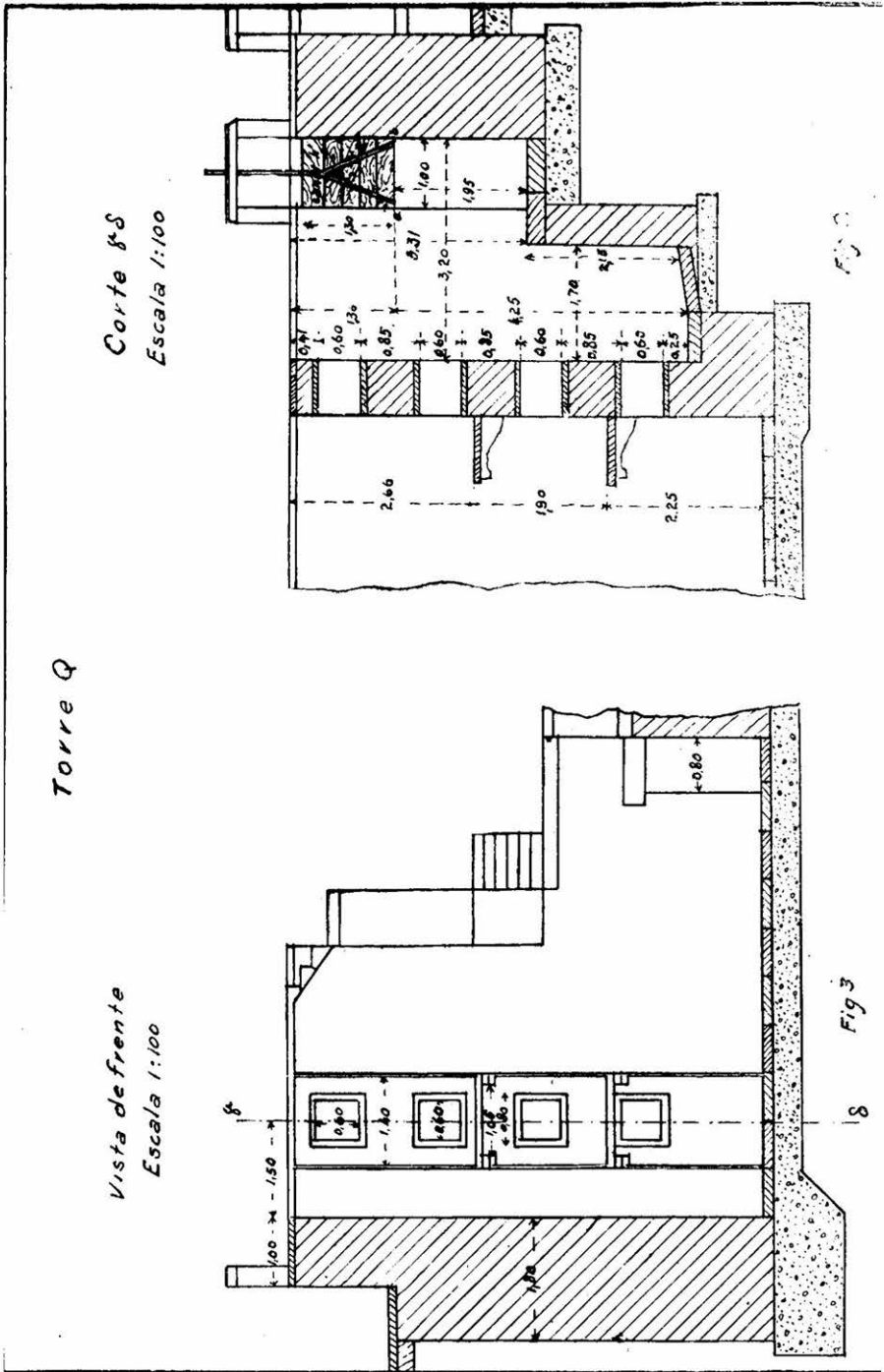


Fig 3

lo que, como se ve, es un fin análogo al de los dispositivos ya descritos que permiten o impiden la entrada del agua al estanque G' .

Torre Q de experimentacion de derrames por orificios.—Esta torre es una especie de pozo de seccion rectangular de 3.20 m por 2.00 m hasta una profundidad de 3.31 m i de 1.70 m por 2.00 m, hasta su profundidad total de 5.61 m, como lo indica el corte γ δ representado en la figura 2, disposicion que tiene por objeto impedir que el agua que viene por el canal h' , cuyo fondo está representado por la línea a b en la figura 2, caiga de un solo golpe hasta el fondo de la torre. La figura 3 es una vista de la torre mirada desde la cámara R . En la pared que separa la torre de dicha cámara, hai cuatro aberturas de forma cuadrada de 0.60 m de lado, cuyos centros estan sobre una misma vertical i distantes unos de otros de 1.45 m i, por consiguiente, el borde inferior de una abertura dista 0.85 m del borde superior de la siguiente. Cada una de estas aberturas va tapada por una cubierta de metal que lleva dos ranuras paralelas colocadas horizontalmente, por las cuales se puede hacer correr una placa que lleva el orificio cuyo gasto se quiere determinar. Esta placa va accionada por dos cadenas colocadas una a cada lado i puede seguir así el movimiento de dos palancas. De esta manera, tirando una palanca, se puede hacer que el orificio quede frente a la abertura cuando se quiera comenzar el experimento, i tirando la otra palanca en sentido opuesto se hace salir el orificio de la abertura cuando se desee que el escurrimiento cese. Siendo ademas la altura de agua de que se puede disponer en el canal h' de 1.30 m, se podrá experimentar con una columna de agua que variará de cero a 5.30 m. El agua que ha servido en la experimentacion cae directamente en la cámara de medida R . El desagüe total de la torre Q se efectúa por un tubo de fundicion de 0.45 m de diámetro que parte de su fondo i que va a unirse con el tubo de desagüe de la cámara R .

Pequeña cámara de medida R.—Como la gran cámara G' no se prestaria para la medida del agua usada en experimentos que tendran un gasto menor de 300 litros por segundo, se ha consultado la cámara R cuyas dimensiones son: 8 metros de largo, 7 metros de ancho i 2.40 metros de profundidad. Tomando en cuenta el canal que trae el agua del canal P' despues de pasar por el dispositivo S i cuyas dimensiones son de 3.11 m de largo por 0.80 m de ancho, se tiene que la seccion horizontal de esta cámara es de 58,488 metros cuadrados, y su volúmen total es de 140,371 metros cúbicos. Su desagüe se efectuará por un tubo de fundicion de 0.45 m de diámetro que llevará el agua al canal de desagüe. Como en el caso del estanque G' , el lado m' n' constituye un vertedero que permite derramar el agua en el canal F i para la medida exacta del agua que entre en la cámara se instalará en K' otro crono-hidrometrógrafo análogo al que habrá en K .

Dispositivo S para la distribucion de las pequeñas cantidades de agua.—Este dispositivo, que en su manera de funcionar es distinto de los anteriormente descritos, fué ideado por el ingeniero Colli, cuyo nombre lleva i consiste en lo siguiente: El canal P' termina con un muro s' t' . En su fondo hai dos aberturas rectangulares de 1.75 m de largo i de 0.20 m de ancho, de las cuales una comunica inferiormente con

un canal que lleva el agua a la cámara *R* i la otra con otro que la lleva al canal *T*. Sobre estas aberturas pueden deslizarse dos planchas de fundicion de 1.85 m de largo por 0.30 m de ancho, de manera que cuando una de estas planchas queda sobre una de las aberturas, obstruye completamente la pasada del líquido. El movimiento de estos obsturadores se obtiene por medio de una palanca que acciona sobre una especie de armadura metálica que corre sobre cuatro ruedas i que arrastra consigo en su movimiento a los obsturadores. Por otra parte, estos se mueven simultáneamente i estan colocados a una distancia tal uno de otro, que cuando uno queda sobre una abertura impidiendo la pasada del agua, el otro queda fuera permitiendo el escurrimiento en la abertura que le corresponde.

Las dimensiones de estas aberturas obedecen al hecho de que deben ser capaces de permitir pasar a lo ménos 300 litros de agua por segundo, con una altura de agua sobre ellas de 0.20 m, sin que se produzca peralte. Con las dimensiones adoptadas i considerando la espresion $Q = m \omega \sqrt{2gh}$, en la cual al coeficiente de contraccion *m* se le puede dar el valor $m = 0.50$, se ve que el gasto que dará un orificio es casi de 350 litros por segundo. Por otra parte, el esfuerzo que será necesario hacer para maniobrar estos obsturadores será reducido, esfuerzo que se puede calcular por la espresion:

$$F = 2 (0.30 \times 1.85 \times 0.20 \times f) 1000$$

Siendo el coeficiente de adherencia $f = 0.30$, se tendrá $F = 67$ kilogramos. Ahora, los brazos de la palanca estan en la razon de 1 a 4, luego el esfuerzo que será necesario hacer será de 17 kilogramos.

Instalacion de aire comprimido.—La correcta maniobra de las compuertas, que por el fin a que estan destinadas las obras del establecimiento de Santhiá, tiene una capital importancia, se hará por medio del aire comprimido, a cuyo efecto el ingeniero Salmoiraghi ha ideado un feliz dispositivo, cuya instalacion estará a cargo del mismo profesional. Constará principalmente de una bomba compresora de doble efecto que podrá comprimir a siete atmósferas, 2.6 metros cúbicos de aire por minuto i estará provista de su correspondiente regulador. El aire comprimido será recojido en un estanque de tres metros cúbicos de capacidad; del cual será distribuido por medio de cañerías a las diferentes instalaciones, para lo cual se dispondrán ademas cuatro estanques ausiliares de 600 litros cada uno distribuidos en la siguiente forma: uno en la entrada del canal lateral de alimentacion *N*, otro en la torre *Q* i uno en cada uno de los dispositivos de distribucion α β i k' *V*.

Edificios.—Como complemento de todas estas obras se ha construido en *U* un edificio para habitacion del director, con sala de reuniones, gabinete de instrumentos, etc.; en *V* una pequeña bodega i en *Z*, con frente a la via pública, una casa para cuidadores.

Turin, Octubre de 1911.