

El Politécnico, acreditada revista italiana, en el cuaderno correspondiente á los números 1.º y 2.º de Enero y Febrero últimos, contiene un artículo firmado por el Ingeniero F. Bustini, cuya traduccion, que á continuacion empezamos á publicar, hemos creído útil, tanto por su interesante objeto, como por la solucion que en el mismo se expone acerca de una de las muchas cuestiones de hidráulica que se pueden presentar en la práctica.

UNA CUESTION DE HIDRÁULICA PRÁCTICA

RELATIVA A LOS REMANSOS

Cuando de cualquier modo se estrecha la seccion normal de un cáuce, el agua que por él discurre, perturbada en su curso natural, se eleva sobre el obstáculo que se opone á su libre movimiento en la cantidad que le es indispensable, para, con la fuerza que adquiere con este exceso de altura, pasar toda al otro lado del referido obstáculo. Sabido es que este fenómeno se llama *remanso*, y por consiguiente *altura del remanso* la elevacion de la superficie de la corriente, *longitud del remanso* la distancia comprendida entre el obstáculo y la seccion de la corriente más arriba de la cual, siendo la influencia de aquél nula ó casi insensible, la corriente conserva su superficie natural; y *perfil del remanso* la línea que indica la superficie del agua remansada.

La teoría de los remansos es ciertamente una de las cuestiones de hidráulica práctica de más difícil solucion. Las experiencias hasta el día hechas son muy pocas, de limitada importancia y relativas á casos que generalmente no corresponden á las necesidades de la práctica. Esta es la opinion comun de todos los autores que se han ocupado del estudio de las corrientes de agua y tambien el motivo por el cual, en la imposibilidad de establecer reglas absolutas y generales, dichos autores se han limitado á considerar algunos casos especiales de los más frecuentes en la práctica, limitándose acerca de los demás á decir, que los criterios admitidos y las consideraciones expuestas para aquéllas deben servir de regla y de guía al Ingeniero para la resolucion de cada uno de estos casos particulares.

En el tratado sobre las aguas corrientes de Bernardino Zendrini (volumen VIII de la coleccion de autores que tratan del movimiento del agua, Florencia, 1770) y como fundamento de los cálculos hechos con motivo de la visita al Pó hecha por los comisarios pontificios Cesáreo y Veneto, se expone que el perfil del remanso se debe extender bastante más allá del punto de encuentro de la horizontal que pasa por la parte más alta de la superficie del recipiente ó del mar con la superficie libre del afluente. En

el caso práctico á que se refieren los precitados cálculos, resulta que el remanso se extiende hasta un punto superior, que corresponde próximamente al encuentro de la horizontal trazada por un punto situado á una altura, sobre la superficie natural del río en el sitio de la máxima seccion remansada, doble de la que allí representa la altura del remanso. Finalmente, el referido autor añade: *quien reflexione sobre el obstáculo que presenta el agua inferior á la superior, verá la razon clara del fenómeno.*

Venturoli, en sus «Elementos de Hidráulica», caps. XXXVII y XXXVIII del libro segundo, ocupándose del curso del agua en trayectos modificados por resistencias locales, dice que «las opiniones de los hidrómetras sobre los efectos de tales resistencias son tan vagas y discordes que no pueden en manera alguna inspirarnos confianza». Considera despues sucesivamente algunos casos especiales, á saber: 1.º Las elevaciones y los descensos de superficie originados en las últimas regiones de los ríos que desembocan en recipientes cuya superficie es respectivamente más alta ó más baja que la del río. 2.º Los remansos producidos por un obstáculo efectivo que estreche la seccion del río ó canal; y más especialmente el caso en que el agua, por efecto de dicho obstáculo, tiene que pasar por una luz determinada, ó bien cuando el obstáculo sea de tal género que permita al agua formar por sí misma la seccion que necesita, como sería el de la obstruccion producida por las pilas de un puente ó por una presa apoyada sobre el fondo del cáuce.

Respecto á la longitud del remanso en el primer caso, es notable cómo Venturoli, sin embargo de que advierte que son varias las opiniones y conjeturas de los autores sobre dicha longitud, declara que se atiende, hasta que la teoría ó la práctica no demuestren otra cosa, á la opinion de que el remanso no se extiende más allá del encuentro de los dos planos correspondientes á las superficies del recipiente y del nivel natural del río; y de que el perfil del remanso es una línea horizontal situada en la prolongacion de la superficie plana del recipiente.

En el segundo caso la determinacion de la altura del remanso depende únicamente de la condicion de que por la seccion estrechada ú obstruida pase toda el agua que pasaba por la misma seccion cuando estaba libre. Hallado de este modo el aumento de altura del nivel del agua, la longitud del remanso, conforme con la opinion anteriormente emitida, es determinada por dicho autor tambien en este caso por el punto de encuentro de la horizontal que pasa por el más elevado del agua, despues de vencido el obstáculo, con la superficie natural de la corriente.

Por lo tanto, segun Venturoli, en los dos distintos casos que considera, el remanso se produce del mismo modo y su longitud tambien se determina de idéntica manera. Haciendo abstraccion de los estudios que sucesiva-

mente se han venido verificando sobre los remansos, y despues de los cuales no es posible admitir, en ningun caso, como conforme con la verdad la opinion de Venturoli, parece por otra parte que, aun á primera vista, no se deben asimilar los dos casos, entre los que existe notable diferencia, así como entre los efectos consiguientes á cada uno; y que si para el primero puede aceptarse la mayor parte de las veces, y para no hacer distinciones, la opinion admitida por Venturoli, no parece que se debe admitir ésta para el segundo. En efecto; en el primer caso, el agua del afluente se identifica y confunde indudablemente con la del recipiente en la parte inferior al punto más bajo de la superficie libre de dicho afluente; y éste y el depósito pueden ser considerados con una superficie plana-continuada, horizontal y comun desde dicho punto. El agua inferior no tiene que superar un obstáculo de tal género que pueda modificar sensiblemente las condiciones de la corriente en la parte superior á dicho plano. En este caso, el obstáculo, que está constituido por la masa flúida contenida en el recipiente, se extiende hácia el afluente á medida que su superficie se eleva y supera los puntos de aquél, que sucesivamente van quedando por debajo de su nivel: al mismo tiempo, para cada nuevo estado del agua, la superficie del afluente inmediatamente superior á la horizontal de la superior del recipiente, tiene la pendiente normal requerida por el movimiento de aquella masa de agua y por la resistencia que presenta el líquido del recipiente á la entrada del del afluente; y encuentra generalmente medio de adquirir en seccion lo que pierde en velocidad, extendiéndose sobre una superficie mayor (Venturoli, hidráulica, pár. 346). En el segundo caso, por el contrario, el agua, cuya continuidad queda alterada por el obstáculo que corta la corriente, se ve obligada á superarlos; y por consiguiente, debiendo seguir corriendo de un modo continuo por el canal ó el río, como lo hacia ántes, deberá elevarse sobre el obstáculo en la cantidad suficiente para adquirir la seccion y pendiente necesaria al efecto, necesitando, además de esta elevacion producida por el choque del agua contra el obstáculo, una cierta pendiente en el resto del remanso ó sea aguas arriba. Por ambas causas reunidas, el perfil del remanso debe ser diferente y superior á la horizontal que pasa por el punto de la superficie del agua situado en la seccion del remanso á que corresponde el obstáculo.

Es, pues, natural que esta pendiente del trozo remansado, siempre menor que la de la superficie libre, porque la seccion flúida es mayor, irá sucesivamente aumentando á medida que disminuya dicha seccion; pero conservándose siempre menor que la natural, hasta que el trozo remansado, llegando á tener la seccion y pendiente normales, confunda su superficie con lo de la parte libre de la corriente en un punto que será el final del remanso.

Venturoli que, como queda dicho, mantenía con firmeza sus opiniones propias, indica que son varias las teorías de los autores sobre la longitud y el perfil del remanso. Sin entrar en detalles que nos alejarían mucho del objeto de los presentes apuntes, se puede observar con el Profesor Masetti (Notas y adiciones á los elementos de mecánica ó hidráulica del profesor D. Venturoli. T. II, párs. 203 y 223), que son muy diversas en efecto las ideas de los que en el estudio de la hidráulica precedieron á Venturoli. Tanto Guglielmini como el Padre Grandi y Manfredi, al tratar de la influencia de un río sobre otro afluente, sostienen que el remanso producido por el recipiente más elevado deberá extenderse á lo largo del afluente hasta el encuentro de la horizontal tirada por la superficie del recipiente con el fondo del álveo de aquél; observando el Padre Grandi «que en la »seccion correspondiente á este punto de encuentro no existe impedimento »alguno que altere su natural velocidad.» A esto añaden dichos autores, el primero (Guglielmini) que la regla mencionada se verificará siempre que el álveo del afluente esté en seco ó con una cantidad de agua muy pequeña, y que una cantidad de agua mayor en dicho álveo deberá disminuir la longitud del remanso: el segundo (padre Grandi) que cuando se trate de una expansion del recipiente en el álveo del afluente, la superficie de éste, en la parte remansada, será horizontal: en cuanto á Manfredi, dice que una larga experiencia ha demostrado en el Pó, que el remanso nunca llega al referido punto de encuentro.

Fácil es demostrar cuán grande es la diferencia entre el valor de la longitud del remanso determinado segun Venturoli ó segun la regla deducida de las máximas de los autores que acabamos de citar. La extension del remanso, segun estos últimos, es bastante importante y siempre superior á la deducida con arreglo á las ideas de Venturoli; en la generalidad de los casos, es tambien superior á la que podria deducirse de los resultados de las experiencias, ántes citadas de Zendrini; y, como se verá más adelante, se aproximan mucho á lo que resulta de los estudios y fórmulas más recientes.

Finalmente, el profesor Masetti (pár. 212 de la obra citada), si bien concuerda con las ideas de Venturoli cuando se trate de una simple expansion del recipiente en el álveo del afluente, no cree deba adoptarse la misma regla para todos los demás casos; y, despues de referir varias experiencias sobre el particular, deduce «que sería un error establecer como regla »general, que el remanso se extiende hasta el encuentro de la horizontal »de la superficie remansada con la pendiente natural del cáuce.»

MADRID: 1884.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE
Calle de Pizarro, número 15, bajo.