

PROYECTO DE MEJORA

DE LA

BARRA Y RIA DE SAN MARTIN DE LA ARENA.

(Continuacion.)

En la segunda parte se ocupa el autor del proyecto, en hacer un concienzudo y detenido estudio de la ría, y hace la descripción completa empezando por el río Sajá y continuando hasta la desembocadura; es decir, que hace la aplicación de la teoría expuesta al caso particular de la ría de San Martín de la Arena. No nos detenemos en esta descripción por no hacer demasiado largo el trabajo, y pasamos á ocuparnos de las obras propiamente dichas, que son las que creemos de más interés para nuestros compañeros; de todos modos, si dirémos que esta parte, como todo el proyecto, está escrita con claridad y con numerosos datos, todo lo cual revela que el Sr. Larrañaga ha hecho un concienzudo y digno estudio.

(La lámina no ha podido salir en el presente número por falta de tiempo: lo más pronto posible se repartirá.)

PLAN QUE SE ADOPTA PARA LOS TRABAJOS.

Se demostró que el medio de mejora más eficaz es la canalización; por tanto, teniendo ya este punto de partida, sólo resta fijar la dirección del canal, sus dimensiones, naturaleza de las obras de que se ha de componer y sistema que debe observarse en la ejecución de ellas. Se tratarán estos puntos separadamente.

Dirección del canal. La dirección más conveniente se sabe es la rectilínea, pero como no siempre es posible esto, y mucho menos en ríos como el que es asunto de este proyecto, que presenta una planta muy ondulada, es necesario ceñirse todo lo posible á la marcha que actualmente tiene la ría. Empezaremos por la confluencia del Sajá y Besaya.

Desde la confluencia á Onzaleras. En el trayecto comprendido entre este sitio y la presa del molino de Barreda, se hacen algunas alteraciones en la planta del río, pues su mucha irregularidad hace imposible se siga para una buena canalización. La primera alineación, que tiene 880 metros, puede decirse sigue la misma traza del río cerca de la curva del Mortuorio, que forma estrecheces y una vuelta menos brusca; se sustituye ésta por una curva de 284 metros de radio, á la que se empal-

ma por la parte de abajo otra de 854 con un desarrollo las dos de 684 metros, en todo lo cual el canal se separa más ó menos del cauce del río, pero sólo en unos 500 metros es necesario hacer una corta, pues en el resto se aprovecha el cauce actual, que es necesario regularizar, desmontando en una margen y rellenando en la otra. La corta es sencilla, pues el terreno sólo tiene una cota de 1^m,50 sobre las aguas de estiaje. Terminada la última curva y hasta la presa de Barreda se aprovecha el cauce actual, pero desde aquí á Onzaleras es necesario cortar las isletas que se encuentran en el trayecto á fin de regularizar el cauce.

Todo este trozo del río, bien que tendría ventaja el hacer las obras indicadas por la relación que tiene en la parte inferior, no son de inmediata necesidad, ni los intereses de la localidad lo exigen; por tanto, por ahora no se piensa en ejecutar estas obras.

Desde Onzaleras á la punta de la Plata. Hasta la presa de San Martín de Hinojedo no necesita la ría alteración de ninguna clase, y lo único que se requiere es la regularización de los anchos conforme á la ley deducida para el canal; desde aquí á la punta de la Plata se sigue el brazo izquierdo, estableciendo en toda la parte de chorrera un canal regular que corte las pequeñas islas que hay en ella, continuando después con el mismo que designa el cauce del río, en el cual sólo sería necesario practicar los ensanches que requiere el nuevo que se proyecta.

Desde la punta de la Plata á Santo Domingo. Este trozo es digno de especial estudio para deducir lo que debe hacerse. Se pueden adoptar dos soluciones; aprovechamiento del actual cauce, ó una corta abriendo el canal en el juncal y arrimado á la ladera. La mejor solución, y la que produciría mejores resultados, es la de la corta. Esto tendría por consecuencia el acortamiento en 1.400 metros de la distancia que nos ocupa y la desaparición de la curva Ostrera, que sería sustituida por otras dos de mucho mayor radio. Los inconvenientes de esta solución son su mayor costo, y la perturbación que se produciría en la navegación hasta que el canal estuviese en buenas condiciones de navegabilidad.

Desecha, pues, el autor, la corta, y espera que, con algunas obras que se ejecuten, se podrá aprovechar en buenas condiciones el cauce actual.

Desde Santo Domingo á la boca de la ría. Desde Santo Domingo á Piedra-Blanca se puede aprove-

char en buenas condiciones el cauce del río, pero desde este sitio hasta la punta de la Cal ofrece muy malas condiciones, pues existe una curva muy rápida, y además es invadido por las arenas del banco del Hornillo. Dos soluciones se pueden adoptar: seguir el cauce del río formando las rápidas curvas de San Estéban y de la Cal, ó hacer la corta en el banco de arena del Hornillo, aproximando el canal á la punta de este nombre. La solución más económica es la primera, por más que queden los inconvenientes de los recodos rápidos. La solución de la corta disminuye en 720 metros el camino que hay que recorrer, facilitando la introducción de la onda de la marea. En este caso, después de un detenido estudio de comparación, el autor se decide por la corta, pues encuentra, y así es en efecto, grandes ventajas en la corta. Decidida la corta, queda por deducir su traza; para esto se practicaron numerosos sondeos en el banco del Hornillo, y aunque se bajó con la sonda hasta 5 y 5^m,50 de profundidad, no se encontró indicio de roca: á pesar de haberse sondeado bien cerca de la punta, el subsuelo está formado de capas de arena del mar, alternando con otras de fango, que indudablemente provienen de arrastres del río; por tanto, no hay que preocuparse, pues el fondo del canal no llegará á los 5 metros que se ha sondeado. La continuación hasta la boca de la ría se halla indicada, pues no hay más que seguir la marcha del cauce actual.

En la desembocadura. La dirección en la desembocadura está perfectamente designada, pues ha de ser aquella según la cual ingresen y salgan con más facilidad las aguas que recorren la ría. Lo primero exige que la boca donde termine el canal se halle abierta á la dirección que trae la onda, y lo segundo, que siga el mismo camino que el señalado por las aguas cuando salen libremente al mar. Ambas cosas están conseguidas con terminar el canal en prolongación del último tramo de la ría, pero hay que tener en cuenta la naturaleza del fondo para evitar dejar dentro roca alguna. Se practicó un reconocimiento muy minucioso y se tomó parecer de los prácticos, y se ha visto no existen más rocas que las restingas que hay en comunicación con la peña de la Cercada, y para quedar libres de ellas se señala con cuidado la más saliente, por encima de la cual se proyecta el malecón de la derecha, pues debe considerarse como límite del canal por la parte del E. Por la parte de la izquierda no existe obstáculo alguno

que limite el canal, y por lo tanto se dirige al malecón del O. de modo que ingrese la onda con la mayor facilidad y con el máximo caudal que sea posible.

Dimensiones del Canal. En la primera parte se demostró que para determinar las dimensiones con precisión era necesario marcar el ancho en la boca y en la parte superior; el primero, por consideraciones relativas al caudal marítimo, y el segundo, al fluvial. Se harán, pues, las aplicaciones de aquellas leyes y principios al caso actual.

Ancho en la boca. Este problema es sumamente difícil; así es que el autor del proyecto lo estudió con mucho detenimiento; ha deducido el volumen de agua que, procedente del mar, ingresa en la ría, refiriéndose á un día de marea viva. La mayor ocurrida durante las observaciones fué la del 4 de Junio. El método empleado fué hacer la cubicación de la capacidad en que el líquido ha estado contenido. El autor detalla el procedimiento, que es el mismo empleado en los movimientos de tierra. No nos detendremos nosotros en este asunto. El volumen total que se encontró fué de 15.856.475 metros cúbicos; hay que restar la cantidad que ha proporcionado el río en el intervalo de tiempo que ha durado el ascenso. Para esto se practicó un aforo lo más exacto posible; se tomaron dos perfiles transversales, que son los que llevan los núms. 15 y 16, y viendo el desnivel que la superficie del agua tenía entre ellos con objeto de deducir la velocidad média, que también se midió directamente por medio de flotadores.

Con los datos así tomados se formó el siguiente cuadro:

Número de los perfiles.	Áreas. — Metros cuadrados.	Perí. metros.	TÉRMINO MEDIO.		Radio medio.	Pendiente.
			Áreas.	Perí. metros.		
16	81,59	90,20	84,12	94,15	0,89	0,00005
15	86,65	98,10				

Para deducir la velocidad se empleó la fórmula de Mr. Bazin y Darcy para lechos de tierra, que es:

$$\frac{R Y}{U^2} = 0,00028 \left(1 + \frac{1,25}{R} \right)$$

en que R é Y tienen los valores que figuran en el cuadro anterior: así resulta $U=0,258$.

La velocidad máxima en la superficie se deduce dividiendo la media por 0^m,78 y resulta 0^m,559, número muy próximo al que se encontró experimentalmente, que es de 0^m,54. Con estos datos resulta que el gasto es de 21,70 metros cúbicos por segundo, caudal bien escaso y que hace comprender que el río estaba en su estiaje.

La cantidad de agua que durante el ascenso de la marea condujo al río en el día de que se trata, se deduce fácilmente, pues basta multiplicar el anterior número por los segundos que han transcurrido desde que principió el ascenso hasta que comenzó el descenso en la boca de la ría, que son 20,700"; así que resulta para volumen 449.190 metros cúbicos, que deducidos de los 15.856.475 que se encontró anteriormente, resultan 15 millones 587.285 metros cúbicos como ingreso de agua procedente del mar.

Este volumen debe ser igual al producto de la superficie por donde ha ingresado multiplicado por el tiempo y por la velocidad; así se puede establecer la ecuación:

$$15.587.285 = S. t. v.$$

En que S es la superficie media expresada, y t el tiempo, cantidades conocidas, por lo que no queda más incógnita que la velocidad, y resulta $U=0^m,926$, tomando para S el valor que se deduce en el perfil transversal de la boca de la ría. Para hallarle se ha medido primero la superficie que en dicho perfil queda entre las líneas de plea y bajamar, y á la mitad de ella se le ha añadido la que corresponde entre la bajamar y el fondo de la ría, método el más aproximado que puede emplearse para el cálculo que se hace.

Siguiendo este procedimiento y suponiendo en la boca anchuras diversas, se ha deducido la velocidad media que para cada una de ellas corresponde durante el flujo. Para el reflujo se siguió el mismo sistema, y la única variación que ha habido necesidad de hacer ha sido tener en cuenta el periodo de su duración que es de 22.980".

Como resultado se ha formado el siguiente cuadro:

Ancho en la boca.	Superficie media.	Velocidad media del flujo.	Velocidad media del reflujo.
El actual.	698	0,926	0,905
240	684	0,945	0,921
220	660	0,980	0,955
200	652	1,025	0,997
190	616	1,050	1,023
180	600	1,078	1,050
170	582	1,111	1,085
160	565	1,149	1,119
150	541	1,195	1,165

Aquí se ve que la velocidad media aumenta con gran lentitud desde el ancho actual, que es de 261 metros, hasta que llega á reducirse á 200; pero que desde aquí en adelante, á medida que disminuye el ancho, aumenta rápidamente la velocidad; por lo tanto, hay que fijarse en uno próximo á este último, pues de otro modo se producirán corrientes muy rápidas que pueden ser peligrosas hasta para la navegación.

Como ayuda para resolver el problema, existe una indicación de la naturaleza, que es la peña Morcejonera, que está frente á la punta de la Atalaya y en medio del Arenal.

Al empezar el estudio del actual proyecto, llamó la atención del Sr. Larrañaga la peña antes mencionada; después de un reconocimiento y los sondeos necesarios, se vió que á una profundidad de 1^m,50 á 2^m, á partir de la superficie de la arena, todo el fondo era de roca, en el triángulo que resulta uniendo Morcejonera con la base de la punta del Castillo. De esto se deduce que la peña Morcejonera es una prolongación de la punta del Castillo, y que estaría en algún tiempo unida á ella; pero la acción continua de las olas arrastró esa parte del terreno hasta dejarlo como está en la actualidad.

El autor sigue haciendo las consideraciones necesarias, y cita la ría de Avilés, en que el ancho se fijó en 100 metros, y después se vió era poco; se fija en el ancho de los perfiles 55 y 51, y copiamos á continuación los resultados que encontró:

PERFIL 55 EN SANTO DOMINGO.

Ancho.	Superficie media.	Velocidad media del flujo.	Velocidad media del reflujo.
160	487,84	0,565	0,550
150	465,92	0,592	0,556
140	441,90	0,622	0,584
130	418,72	0,656	0,616
120	395,22	0,699	0,657
110	367,12	0,749	0,705

PERFIL 51.

Ancho.	Superficie media.	Velocidad media del flujo.	Velocidad media del reflujo.
128	547,65	0,161	0,219
120	541,66	0,164	0,225
110	552,41	0,169	0,229
100	549,46	0,176	0,259
90	500,76	0,187	0,254
80	292,99	0,206	0,279

El examen de estos cuadros da á conocer que en el primero de ellos las velocidades van aumentando paulatinamente hasta llegar á 140 metros; pero desde aquí en adelante á medida que disminuye el ancho crece rápidamente la velocidad; en el segundo, las velocidades aumentan paulatinamente hasta 110 metros para despues hacerlo rápidamente segun disminuye el ancho. En atencion á esto, en los dos puntos de que se trata se debe dar al canal dimensiones que se separen poco de los números que últimamente se señalaron.

(Se continuará.)

CONDUCCION DE AGUAS Á SANTANDER.

En el número quinto del corriente año de esta REVISTA, dimos cuenta del tomo III de los *Anales de Obras públicas*, recientemente publicado por el Ministerio de Fomento, y que comprende la Memoria relativa al abastecimiento de aguas de Jerez de la Frontera, llevado á cabo con el más brillante éxito por nuestro distinguido amigo y compañero D. Angel Mayo.

Nos proponemos en este escrito dar á conocer, aunque sea ligeramente, otro trabajo de igual índole y del mismo Ingeniero, que conceptuamos ha de ofrecer interes para los lectores de la REVISTA.

Se trata del proyecto de conduccion de aguas potables á Santander.

Habiendo el Excmo. Sr. Ministro de Fomento tenido el feliz acierto de designar al Sr. Mayo para que informára al Ayuntamiento de la mencionada poblacion de todo lo relativo al abastecimiento de aguas que trataba de llevar á cabo, tuvo nuestro compañero que empezar por examinar un proyecto formado por un Ingeniero frances y costado por la Municipalidad.

Darémos una ligera idea de este proyecto, así como del informe del Sr. Mayo, el cual, desechándolo por completo, propone un nuevo estudio, del que ha sido igualmente encargado, llevándolo á cabo con una inteligencia que le honra sobremedera.

Consiste el proyecto del Ingeniero frances en tomar el agua en el rio Pisueña, en un sitio próximo á su desembocadura con el rio Pas y á una distancia de Santander de cerca de 20 kilómetros.

Como el punto de toma no presenta la suficiente elevacion para poder llevar rodada el agua que necesita la poblacion, empezó por establecer un acueducto de 4.460 metros de longitud, susceptible de conducir 257 litros de agua, y en su extremidad inferior dispone un salto de 17 metros de altura que le proporciona la suficiente fuerza motriz para elevar con bombas y turbina el caudal de 57 litros por segundo. Desde aquel punto lleva rodada esta agua á Santander por medio de doce sifones de una longitud total de 11.970 metros y de 12 trozos de acueducto de 0,5 por 0,5 de seccion y 7.900 metros de desarrollo. Al terminar esta conduccion se establece un primer depósito de 4.580 metros cúbicos de cabida, y de él parten las cañerías de distribucion del sistema Chameroy, que presentan un desarrollo total de 13.500 metros lineales; una de estas cañerías, despues de atravesar la poblacion, termina en un segundo depósito situado en la parte opuesta con respecto al primero y susceptible de contener 1.200 metros cúbicos de agua.

El presupuesto de la obra es de 7.657.809 reales, que con posterioridad elevó su autor á la cantidad de 14.071.719, fundándose en errores, omisiones, derechos de aduana é intereses; y partiendo de este último importe, propone al Ayuntamiento ejecutar las obras y tomar á su cargo la explotacion durante cien años siempre que se le garantice un rendimiento de 8 por 100 al capital invertido.

En su informe desechó el Sr. Mayo por completo el anterior proyecto, fundándose en varias razones, entre las que mencionaremos como principales las siguientes:

1.º La elevacion del agua con máquinas es una operacion completamente inútil y que puede evitarse haciendo la toma en el mismo rio unos seis kilómetros aguas arriba, en cuyo sitio se gana la suficiente altura para llevar el agua directamente rodada á Santander. Esta modificacion es tanto