

## NÚMERO 5.

PRESUPUESTO de los capítulos y artículos de la sección 7.<sup>a</sup> á cargo de la Jefatura de Obras públicas de esta Isla, desde 1868 á 69 al 1875 á 76 inclusive.

| AÑOS.                  | PRESUPUESTOS.              |        |                            |        | TOTALES.       |
|------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------|
|                        | Ordinario.                 |        | Extraordinario.            |        | —              |
|                        | Pesetas                    | Cénts. | Pesetas                    | Cénts. | Pesetas Cénts. |
| 1868 á 1869            | 292.552, *                 |        | 40.000, *                  |        | 332.552, *     |
| 1869 á 1870            | 288.272, *                 |        | 81.975, *                  |        | 370.247, *     |
| 1870 á 1871            | 265.420, *                 |        | »                          |        | 265.420, *     |
| 1871 á 1872            | 517.108,26                 |        | »                          |        | 517.108,26     |
| 1872 á 1873            | 551.605,47                 |        | »                          |        | 551.605,47     |
| 1873 á 1874            | 1.488.467,95               |        | »                          |        | 1.488.467,95   |
| 1874 á 1875            | 1.263.832,76               |        | 58.047,76                  |        | 1.321.880,52   |
| 1875 á 1876            | 1.214.785, *               |        | 591.805,18                 |        | 1.606.588,18   |
| TOTALES....            | 5.861.845,42               |        | 571.825,94                 |        | 6.433.669,56   |
| Término medio por año. | 752.730,63 $\frac{2}{100}$ |        | 142.156,48 $\frac{5}{100}$ |        | (*) 804.208,67 |

(\*) Esta cantidad no resulta igual á la suma de las columnas anteriores, porque como en los penúltimos cuatro años de 1870-71 á 1875-76 inclusive, no hubo presupuesto extraordinario, el término medio de 142.956,48 5/100 se refiere á los años 1868-69, 1869-70, 1874-75 y 1875-76 y no como el respectivo de las columnas segunda y anterior.

## NÚMERO 6.

GASTOS originados en los capítulos y artículos de la sección 7.<sup>a</sup> á cargo de la Jefatura de Obras públicas de esta Isla, desde el año económico de 1868 á 69 al 1875 á 76 inclusive.

| AÑOS.                  | GASTOS CON CARGO AL    |                             |                      |  | TOTALES. |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|--|----------|
|                        | Presupuesto ordinario. | Presupuesto extraordinario. | —                    |  |          |
|                        | Pesetas Cénts.         | Pesetas Cénts.              | Pesetas Cénts.       |  |          |
| 1868 á 1869            | 157.208,96             | 11.740,55                   | 171.949,51           |  |          |
| 1869 á 1870            | 191.247,57             | 59.957,56                   | 251.185,95           |  |          |
| 1870 á 1871            | 241.778,98             | " "                         | 241.778,98           |  |          |
| 1871 á 1872            | 254.451,48             | " "                         | 254.451,48           |  |          |
| 1872 á 1873            | 285.555,55             | " "                         | 285.555,55           |  |          |
| 1873 á 1874            | 421.161,79             | " "                         | 421.161,79           |  |          |
| 1874 á 1875            | 786.402,70             | 48.579,18                   | 852.781,88           |  |          |
| 1875 á 1876            | 890.788,25             | 96.875,98                   | 987.674,25           |  |          |
| TOTALES...             | 3.228.852,08           | 217.955,07                  | 3.446.795,15         |  |          |
| Término medio por año. | 403.606,51             | 51.485,26 7/100             | (*) 450.849,58 1/100 |  |          |

(\*) Esta cantidad no resulta igual á la suma de las dos columnas anteriores, porque como en los años 1870-71 al 1875-76 no hubo presupuesto extraordinario, el término medio 51.485,26 7/100 se refiere á los cuatro años 1868-69, 1869-70, 1874-75 y 1875-76 y no á los ocho años, como el respectivo de las columnas anterior y posterior.

## PROYECTO DE MEJORA

DE LA

## BARRA Y RIA DE SAN MARTIN DE LA ARENA.

La Real Compañía Asturiana, que explota importantes criaderos de calamina, en la provincia de Santander, solicitó en Julio del 76 del Gobernador de la provincia que instruyese el oportuno expediente para que se le concediese la autoriza-

ción necesaria para llevar á cabo las obras de mejora de la ría de San Martín de la Arena, llamada también de Suances ó de la Requejada. Presentó con la solicitud un proyecto completo, compuesto de Memoria descriptiva, diez y seis hojas de planos, presupuesto y pliego de condiciones.

Instruido el expediente con arreglo á lo prescrito en el art. 25 de la ley general de Aguas, han sido favorables los informes de todas las autoridades y funcionarios llamados á informar por la ley, mereciendo que por el Comandante de Marina se califique el proyecto de muy digno de aprobación, y por el Ingeniero Jefe como de indisputable mérito. El Informe de la Junta Consultiva es altamente favorable, y dice en una de sus conclusiones:

«1.º Es aprobable y digno de elogio el bien estudiado proyecto de mejora de la ría de San Martín de la Arena, en la provincia de Santander, redactado por el Ingeniero de Caminos y Canales D. Carlos Larrañaga, y presentado por la Empresa denominada la Real Compañía Asturiana.»

Felicitemos muy cordialmente á nuestro distinguido compañero Sr. Larrañaga, por su concienzudo proyecto, y por los elogios merecidos que le tributan todas las personas competentes llamadas á informar en el asunto.

Creyendo nosotros es digno de darse á conocer dicho proyecto, haremos un extracto de la Memoria, como asimismo reproduciremos los planos necesarios para su inteligencia.

Empieza la Memoria con una serie de consideraciones generales, sobre la necesidad de mejorar los puertos del N., pues dice, y con razón, que un buque que vaya corriendo un temporal del NO. una vez pasada la ría de Rivadesella en Asturias, no encuentra puerto ninguno donde refugiarse hasta llegar á Santander. Si en este intermedio el viento salta á travesía, y el buque se ve enseñado sin poder rebasar el cabo Mayor, tiene una pérdida irremisible, lo cual, por desgracia, se observa con frecuencia. Realizando la mejora que se intenta en la ría de San Martín de la Arena, se estará libre de esto; pues por muy enseñado que esté, siempre se hallará en disposición de poderla abordar y encontrar en ella salvamento seguro.

Indica los servicios diversos que satisface la ría, entre los que descuella el dar salida á los productos de las minas de la Real Compañía Asturiana, que en la actualidad, por las malas condiciones de la ría, tiene que luchar con fletes muy subidos,

y aún así muchas veces no puede exportar sus minerales.

Continúa con los inconvenientes que ofrece la ría, que son la barra, por su poco calado, y porque á poca mar que haya es peligrosa; y aún después de salvarla, se encuentra con otros obstáculos en el canal, que hace muy difícil la navegacion, aún para buques de pequeño porte.

Siguen una serie de consideraciones generales sobre los puertos de ría, indicando su importancia, sus ventajas é inconvenientes, que no enumeramos por ser de todos conocidos; manifiesta la divergencia que existe entre los Ingenieros sobre las mejoras de las rías, las soluciones que se han propuesto, que las reduce á tres: 1.<sup>a</sup>, canal lateral; 2.<sup>a</sup>, cierre por una presa, y 3.<sup>a</sup>, construccion de malecones á lo largo del cauce, ó sea encauzamiento ó canalizacion.

Dice el autor, no puede decirse en absoluto cuál es el mejor sistema, pues está sujeto á muchas y muy diversas causas de difícil estudio, y que él, si se decide por la tercera solucion, es por las razones que luégo indicará.

Hace la descripcion completa de un rio desde su origen á la desembocadura, y entra en seguida en la

### PRIMERA PARTE.

#### MAREAS EN LAS RÍAS.

Empieza indicando las dificultades para establecer leyes generales, por estar muy poco adelantada la teoría de las mareas, aún en los mares abiertos; expone las tres teorías que se han presentado para la explicacion de las mareas, que son: la estática, la del movimiento y la de las ondulaciones; sigue dando idea de las corrientes de marea, de la entrada de la marea en una ría, de las estoas de flujo y reflujo, de la marcha de las aguas del rio, del limite donde llegan las mareas; cita el Sena, que en mareas vivas se hace sentir á 166 kilómetros del Havre, y las muer-tas sólo llegan á Elbeuf 17 kilómetros; en el Garona las vivas se manifiestan en tiempo de estiaje á 145 kilómetros de la desembocadura, pero durante las crecidas, sólo llegan á Cadillac, que está 18 kilómetros más abajo; de todo esto, y de otros datos que consultó, deduce la gran relacion que para la manifestacion de la marea en una ría tienen entre sí el caudal marítimo y el fluvial, que deben tener tambien notable influencia en el desarrollo de dicho fenómeno.

Entra después á tratar las corrientes de flujo y reflujo, la propagacion de la marea en las rías, cuya velocidad es, segun se sabe, proporcional á la raíz cuadrada de la profundidad media; se ocupa en seguida, aunque á la ligera, del *Bore ó mascaret*, pues como en las rías de España no se presenta este fenómeno, dice, no necesita extenderse en ese punto; explica el uso de las escalas de mareas, y entra en el exámen y consecuencias de los perfiles momentáneos; continúa con las experiencias que se han hecho en el Sena, Garona, Loire, etcétera; los resultados que Partiot, en su obra de *Mareas en las rías*, deduce, y que son conocidos de todos los Ingenieros; se ocupa después de los lugares geométricos de las plea y bajamares, de la duracion del flujo y reflujo, de la elevacion y descenso de las mareas, y de las curvas de marea.

Describe las regiones de una ría, los volúmenes de agua que recorren las rías, indicando el medio para conseguirlo, y que por ser tan conocido, pasamos por alto; describe las curvas de gastos y velocidades, y las consecuencias de su estudio, para pasar en seguida á ocuparse de las

#### BARRAS DE LAS RÍAS.

Da la definicion de las barras, y su distincion en interiores y exteriores, nada de nuevo indica, y por tanto pasamos al

#### RÉGIMEN DE LAS COSTAS.

Se ocupa de la irregularidad de las costas, y de las causas que las motivan, como son, por ejemplo, la diferente resistencia de los terrenos que las forman, motivando por lo tanto su destruccion; pone el ejemplo de las costas de Escocia, compuestas de terrenos muy resistentes, que por lo tanto se conservan bien. En Francia, en las costas de Normandia, se ha reconocido que el mar destruye próximamente 0,55. En España pone los ejemplos de Galicia, en que la costa está compuesta de rocas ígneas, y por tanto, no se destruyen con la misma rapidez que en Astúrias, Santander, Vizcaya y Guipúzcoa, en que la costa está formada de rocas ménos resistentes; habla de los aluviones marítimos, que no son más que las masas formadas por la desagregacion de que hemos hablado, y se ocupa en seguida de la marcha de los aluviones, de las dificultades que encuentran en su marcha, de los obstáculos que ofrecen las desembocaduras de los rios, la facilidad mayor con que marchan las arenas, y la forma de la costa para su más fácil marcha.

Sigue la Memoria ocupándose de la marcha de los aluviones en la costa N. de España, y dice se ha observado que los aluviones que se encuentran en las distintas entradas, no tienen aumento sensible de volúmen, y que lo único que hacen es ser trasladados de una parte á otra del mismo seno, acumulándose en ciertos sitios cuando reina un temporal determinado, y cambiando éstos de lugar cuando varía también la dirección del viento que le produce. Por esto el volúmen de aluviones que se deposita en la desembocadura de los ríos, cuando tienen lugar dentro de ensenadas abrigadas por cabos, que le resguardan, que es el caso de la ría de San Martín de la Arena, es pequeño. Hace una reseña de cómo se distribuyen en la desembocadura de las rías, en el N. de España, los aluviones; reseña las circunstancias que influyen en la importancia de las barras, y demuestra no es suficiente que la costa sea dura para que no existan barras.

Hace después la Memoria un estudio muy detenido de las diferentes barras de la costa N. de España: no nos detenemos en reproducirlas, por no hacer demasiado larga esta primera parte.

Dice el autor, después del estudio comparativo que hace de todas las barras, que no cabe duda, teniendo en cuenta el sentido en que marchan los aluviones, que á igualdad en las demás circunstancias, una ría cuya desembocadura estuviera abierta al NE., había de ser más franqueable que una que lo estuviera al NO.; habla en seguida de los materiales de las barras y de los elementos que contribuyen á su aumento ó disminución, pasando para esclarecer este hecho á tratar del

#### RÉGIMEN DE LOS RÍOS.

Se ocupa en este capítulo de la importancia de su estudio de los aluviones fluviales; de las causas que influyen para el poder de arrastre; de la distribución de los aluviones; del régimen de los ríos, según el caudal que conducen; de las causas productoras del desorden de los ríos, y termina demostrando la ventaja del establecimiento del cauce cónico.

#### RÉGIMEN DE LAS RÍAS.

Se ocupa la Memoria en este capítulo de las desigualdades del talvez; de la naturaleza de los bancos; de la distribución de aluviones por la marea; de las causas de formación de los bancos; demuestra la conveniencia del encauzamiento para

evitar esto, y empieza por indicar la cantidad de agua que entra en una ría por su boca, para deducir los fenómenos que se verificarán á su salida; habla del establecimiento del cauce cónico y modo de realizarlo, y pone los ejemplos del *Clyde*, del *Sena*, *Loire*, *Guadalquivir* y *Avilés*; no nos detendremos nosotros en reproducir todos estos ejemplos, y daremos únicamente á conocer los resultados obtenidos en España. En el *Guadalquivir*, después de ejecutadas las obras de encauzamiento, el calado aumentó en algunos bancos desde 2<sup>m</sup>,50, que era antes de las obras hasta cinco metros.

En *Avilés*, antes de empezar las obras, había dos barras; la exterior no tenía generalmente en bajamar viva más que 0<sup>m</sup>,80 á 0<sup>m</sup>,90 de agua, y próxima á ella, pero más interior, había otra que casi quedaba en seco en bajamar viva. En la actualidad, y eso que falta bastante para la terminación de las obras, la primera barra cuenta con 3<sup>m</sup>,90 de calado en bajamar viva, y la segunda con 2<sup>m</sup>,90; no habiendo profundizado más por haberse descubierto el fondo general de roca sobre el cual descansaban anteriormente las arenas que constituyen este banco. Entre San Juan y Avilés, el canal ha quedado perfectamente marcado, y su fondo medio de un metro en bajamar viva; de todos los ejemplos deduce el autor el buen resultado dado por el encauzamiento. Se ocupa en seguida de combatir las razones que dan los contrarios al encauzamiento, y que verdaderamente son de muy poco peso, como todos saben. Continúa con la fijación de las dimensiones del canal y ancho de la boca; este problema es difícil de resolver, y hace una serie de consideraciones para calcular el ancho, aunque no de una manera exacta; hecho esto, habla de la conveniencia de la convergencia de las márgenes, y á este propósito dice: «En el régimen de las rías hay que tener en cuenta el caudal marítimo y el fluvial, y según prepondera uno ú otro, es evidente que deberán ser distintas las condiciones del canal.» Para deducir éstas, supongamos primero que no tenemos más que caudal marítimo y que el fluvial es nulo, y vamos á deducir la forma de canal más conveniente para estas condiciones.

Designemos por  $h$  la carrera de la marea en la parte inferior de la ría, por  $l$  la longitud de ría hasta la cual se extiende la marea, y por  $x$  la anchura del canal que suponemos constante. Con estos datos de volúmen introducido por el mar en

el ascenso, es el de un prisma cuya altura es  $x$  y cuya base de un triángulo, teniendo por base  $l$  y por altura  $h$ . Por tanto, su volúmen está representado por  $\frac{h l x}{2}$ .

Este mismo volúmen puede expresarse en funcion de la velocidad media de ascenso de la marea, tiempo que ésta dura, y seccion media por la que el agua penetra; y llamando  $U$  á la primera y  $t$  al tiempo expresado, estará representado por  $\frac{x h}{2} U t$ .

Igualando ambas expresiones tenemos:

$$\frac{x l h}{2} = \frac{x h U t}{2}$$

O lo que es lo mismo:

$$U = \frac{l}{t}$$

Supongamos ahora una canalizacion divergente cuyo ancho en la parte superior sea  $a$  y en la inferior  $a + x$ , y que  $l$  y  $h$  representan las mismas cantidades que anteriormente.

El volúmen introducido por la marea se compondrá de un prisma triangular cuya base será  $\frac{h}{2}$  y  $a$  la altura, y de dos pirámides cuadrangulares que tendrán por altura  $l$  y por base  $h \frac{x}{2}$ , de modo que la suma de estas tres partes será:

$$\frac{l h a}{2} + \frac{1}{3} l \frac{h x}{2} + \frac{1}{3} l \frac{h x}{2} = \frac{l h a}{2} + \frac{l h x}{3}$$

La expresion de este mismo volúmen en funcion de la seccion media de entrada, de la velocidad media y del tiempo de duracion del ascenso, será:

$$\frac{h}{2} (a + x) U t,$$

que igualando con la anterior, nos dará

$$\frac{l h a}{2} + \frac{l h x}{3} = \frac{h (a + x) U t}{2}$$

de donde

$$U = \frac{l(2x + 3a)}{t(3x + 3a)}$$

y como  $x$  es una cantidad positiva  $\frac{2x + 3a}{3x + 3a}$  será una cantidad menor que la unidad, y por tanto  $U < \frac{l}{t}$ .

Este mismo cálculo puede aplicarse á un perfil cualquiera del interior de la ria y obtendremos el

mismo resultado, y en vista de ello podemos deducir que en un canal convergente la velocidad media es menor que en uno de márgenes paralelas, y que ésta disminuye á manera que crece  $x$ , ó sea la convergencia. La convergencia debe, pues, estar en relacion con el caudal marítimo y el fluvial; se ocupa en seguida del ancho, y dice es un problema sumamente difícil y que para fijarlo, deben observarse con cuidado las condiciones que ofrezca en sus diversas partes, y elegir aquel que presente en los trayectos en que haya establecido un régimen estable, regular y uniforme; da en seguida idea de la marcha que deberá seguirse en la ejecucion de las obras de encauzamiento, y para terminar esta primera parte, indica la descripcion de otras soluciones que se han propuesto para la mejora de las rias, que son como hemos dicho: 1.º el canal lateral, y 2.º, cierre de la bahía. Respecto á la primera solucion, ademas de ser mucho más costosa que la que se propone, no siempre es posible, y tiene ademas los inconvenientes que todos saben; en cuanto á la segunda solucion, tiene tambien muchas desventajas, entre las que descuellan principalmente el enorme costo de construccion y conservacion, si es exterior; y si es interior, hay gran probabilidad de que se obstruya la embocadura; por esto, y por otras razones muy conocidas, se puede decir que la solucion del encauzamiento es la que mejor resuelve el problema.

Con esto termina la primera parte de la Memoria, ó sea el establecimiento de la teoría, y pasa á la segunda, haciendo aplicacion á la mejora de la ria de San Martin de la Arena.

(Se continuará.)

Por el Ministerio de Fomento se ha publicado el tercer tomo de los *Anales de Obras públicas*, dedicado exclusivamente á dar á conocer la « Memoria relativa á las obras del acueducto de Tempul, para el abastecimiento de aguas á Jerez de la Frontera », por D. Angel Mayo, Ingeniero Jefe de primera clase del Cuerpo de Caminos, la cual va acompañada de los planos correspondientes.

La Memoria de que se trata, dividida en tres partes, se ocupa extensa y minuciosamente de las obras de conduccion y de distribucion, y del coste y sistema de ejecucion de las mismas, dando á conocer ademas en un Apéndice varios antece-