

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

OBRAS DEL PUERTO DE HUELVA

DRAGADOS EN LA BARRA PARA LA APERTURA DE LA CANAL
 DEL «PADRE SANTO»

Antecedentes.—En 1.º de Febrero del año próximo pasado se dió principio á los dragados necesarios para la apertura de una canal en la barra de Huelva, en el emplazamiento ocupado por la antigua conocida con la denominación de canal del «Padre Santo», con arreglo al proyecto aprobado por Real orden de 26 de Septiembre de 1896, de que se dió cuenta en los números 19, 20 y 21 del boletín de la Revista de aquel año.

Los trabajos se llevan á cabo por el sistema de administración en virtud de la autorización concedida á la Junta de Obras por Real orden de 2 de Junio de 1897, utilizando al efecto la draga-gánguil marina de succión de 500 metros cúbicos de capacidad en la cántara, que adquirió la Corporación en concurso público autorizado por la Superioridad, y se encuentra descrita en el número 1176 de la REVISTA correspondiente al 7 de Abril del año anterior.

Habiendo transcurrido desde que se comenzaron los trabajos tiempo suficiente para poder juzgar de los progresos obtenidos, del coste y de las ventajas que sucesivamente ha ido consiguiendo la navegación, vamos á presentar los datos recogidos en los meses transcurridos desde Febrero del año próximo pasado de 1898 á Marzo del año actual, como resultado de las observaciones que se han venido practicando en este período de tiempo, y las enseñanzas que de estas mismas observaciones se deducen sobre el régimen de la barra.

Hemos de advertir que cuanto vamos á exponer se refiere á la draga de succión «Huelva», pues aunque el tren de limpia cuenta como elemento el remolcador-draga de succión y una chalanta-gánguil en que se vierten los productos dragados, por ser ésta un peligro constante para aquél, no puede trabajar en el mar más que en los días excepcionalmente buenos, y se utiliza en quitar algunos bajos de arena en sitio abrigado, hasta tanto que la Superioridad conceda la autorización que se tiene solicitada para adquirir una cañería flotante de impelencia que permite utilizarle en los trabajos de dragado interior depositando los productos en las márgenes.

Ligera descripción de la barra y de su régimen.—La barra de los estuarios del Odiel y Tinto, formada por arenas sueltas mezcladas con conchas en su parte superior y con fanos á profundidades de seis metros, se extiende en la dirección E.-SE.-ONO., desde el picacho de Levante á la costa de la isla de Saltés, siendo su longitud de 14 kilómetros.

En ella se distinguen tres partes principales: la canal navegable y los bajos entre los cuales queda comprendida, el de Poniente y el de Levante.

En el año 62, época á que alcanzan los datos que tenemos, se observa en el bajo de Poniente los canalizos de los Ladrillos y de

la Gola, con fondos de 2 á 5 y de 3 á 9 pies respectivamente, siendo la canal navegable la del «Padre Santo», cuya enfilación estaba orientada al N. 47º O.; su fondo variaba de 12 á 20 pies y su anchura media 300 metros.

Los fondos de esta canal eran mantenidos por las corrientes de vaciante, dirigidas hacia dicho paso por la Punta del «Padre Santo», verdadero espigón natural.

La desaparición de esta Punta principalmente y los aterramientos de superficie que tienen lugar de Poniente á Levante, hicieron que dicha canal, navegable hasta el año 69, dejara de serlo, abriéndose en el bajo de Levante la canal llamada del Picacho, que desde esa época constituye el paso de la barra.

Este paso presentaba dos alineaciones, cuya longitud total en el año 89 era de 3.400 metros: 1.000 metros la alineación de entrada, orientada de N. á S., y 2.400 la paralela á la costa, siendo el ángulo de virada de 118º.

Su anchura media era de unos 140 metros y su fondo variaba entre 3,85 metros á baja viva, presentando las curvas de nivel que los limitaban grandes irregularidades, efectos de los altos y bajos fondos que por su variabilidad hacían la navegación difícil y peligrosa, y por su poca profundidad impedía en absoluto la navegación de alto bordo, que por las condiciones particulares de los productos de la región es la llamada á frecuentar el puerto.

Estudio de una nueva canal navegable.—Para evitar aquellos inconvenientes y satisfacer esta necesidad se estudiaron los medios de mejora del paso de la barra, escogiéndose para el emplazamiento de la nueva canal el que reunía mejores condiciones bajo los puntos de vista de la navegación, régimen, ejecución y conservación de la misma, siendo este el lugar que antes ocupaba el antiguo paso ó canal del «Padre Santo».

La nueva canal hoy en ejecución, tenía, según el proyecto, una longitud total de 2.619,53 metros entre las curvas de 6 metros á baja viva de la canal interior, comprendida entre la barra y la costa firme, y del mar libre.

La anchura uniforme en su solera 250 metros y su profundidad 6 metros á baja viva, que, aumentada en la carrera de marrea, permita el paso á buques de 28 á 30 pies de calado.

Las alineaciones son tres: dos rectas y una curva,

La alineación recta de entrada se hallaba orientada en dirección S. S. E.-N. N. O., formando un ángulo de 140º 30' con la de la canal paralela á la costa, verificándose el enlace de éstas por una curva de 750 metros de radio.

Las fosas de guarda ó de garantía proyectadas para almacenar las invasiones anuales de arena, se extienden en toda la longitud de la canal por uno y otro veril con una anchura uniforme de 45 metros y una profundidad de 1,50 metros por bajo de la solera.

El volumen de arena medido por cubicación directa correspondiente á la canal ascendía á 1.165.154,26 m.³ y á 333.260,50 el correspondiente á la fosa de guarda.

Las invasiones por aterramientos se calculaban en 400.000m.³ por año, de modo que en el supuesto de que las obras se llevasen

á cabo en un plazo de cuatro años, el volumen total ascendería á 3.098.414,76 m.³, volumen que debía ser extraído por medio de dragas de succión, cuyo útil poderosísimo para esta clase de obras pone en manos del Ingeniero medios de acción de que jamás se ha dispuesto.

Replanteo.—Al replantear la canal del «Padre Santo», atendiendo las prescripciones de la Superioridad, se abrió el ángulo de las alineaciones rectas, enlazándolas por una curva de 1.290 metros de radio en vez de la de 750 que figuraba en el proyecto.

La alineación recta de entrada queda orientada en la dirección N. 26° 40' O. y la paralela á la costa N. 61° 10' O., siendo, por consiguiente, el ángulo de virada de 145° 30' y de 34° 30' el ángulo en el centro de la curva de enlace.

En Agosto del 97, último plano que se levantó antes de comenzar los trabajos de dragado, los fondos mínimos á baja viva eran de 270 metros, presentando dos bajos de importancia, particularmente el más próximo al mar libre, que, como veremos, es á su vez causa de formación de los que existen en el interior de la canal. El volumen de la canal, medido por cubicación directa, ascendía á 1.242.200 m.³, excedía, por consiguiente, en 77.045,74 metros al que medía en Agosto del 95.

Para que pueda formarse idea completa de cuanto vamos á exponer, además del plano comparativo de los estados por que ha ido sucesivamente pasando la canal desde Agosto del 97 hasta 1.º de Marzo del 99, acompañamos los gráficos números 1 y 2, por los que puede observarse, no solamente la marcha de los trabajos, sino los resultados obtenidos con los mismos.

La longitud total de la canal (3.000 metros) se ha dividido en 31 perfiles, siendo el sentido de la numeración del mar libre al interior, y replanteándose 10 de los 31 por medio de boyas y boyarines, situados estos últimos en los mismos veriles.

A fin de hacer comparables los gráficos, se ha deducido el 20 por 100 correspondiente á los volúmenes dragados medidos en las cántaras, siendo, por tanto, los números que acompañan á los gráficos metros cúbicos medidos en el terreno.

Marcha de los trabajos y resultados que sucesivamente se han ido obteniendo.—En el mes de Febrero se hicieron las pruebas de la draga «Huelva» y en el mes de Marzo se comenzaron los trabajos de dragado, atacando el bajo de fuera en sus veriles N. y S. y parte superior, según las fases de marea, hasta conseguir una canal estrecha y profunda, con lo cual el efecto de presa desaparecía, y los filetes líquidos, mejor orientados y animados de mayor velocidad, verificaban en la vaciante su efecto de limpia y mantenían las profundidades alcanzadas.

Una vez roto el bajo en la forma que acabamos de decir, se atacó la canal en los perfiles del 5 al 1 y del 9 al 16, como indica el gráfico núm. 1, consiguiendo en 1.º de Junio de 1893, como puede verse en el plano comparativo, que la curva de 3,50 metros á baja viva reinara en toda la longitud de la canal, *desapareciendo en parte* los bajos interiores y acusándose fondos de 4 á 4,50 metros en algunas partes de la misma.

La cubicación directa en esta fecha arroja un total de 1.282.420 m.³ (gráfico núm. 2), y como quiera que el número de metros cúbicos dragados es de 85.520, medidos en las cántaras, ó sean 68.416 (gráfico núm. 1) medidos en el terreno, resulta que las invasiones por aportes desde Agosto á 1.º de Junio del 98 ascienden á 108.636 m.³.

En el gráfico núm. 2 se ve con toda claridad que los aportes han tenido lugar en la parte exterior de la alineación de entrada, desde el perfil 1 hasta el 12, correspondiendo el máximo al perfil 11, y el efecto de limpia se hace notar desde el perfil 12 al 22, permaneciendo invariable el volumen de arena comprendido entre los perfiles 22 al 31.

Iniciada ya la canal y disponiendo por consiguiente de un poderoso auxiliar, cual es el efecto de limpia de las corrientes de vaciante, era de esperar que el efecto que se conseguiría con los dragados sucesivos, sería superior al obtenido en los tres primeros meses.

A fin de aprovechar toda la potencia de las corrientes de va-

ciante se atacó en mayor grado la canal de los perfiles 6 al 12, disminuyéndolo en cambio en los perfiles 1 al 5 y 12 al 16. Estos dragados se verificaron de la enfilación hacia el veril de Poniente, con objeto de preparar fondos que hiciesen frente, tanto por su profundidad como por las corrientes que habían de tener lugar en la canal ya abierta, á los aterramientos de superficie, que como dejamos dicho más arriba se verifican de O. á E.

El plano levantado en 1.º de Septiembre indica los efectos conseguidos; la curva de 4 metros á baja viva ocupa la posición que antes ocupaba la de 3,50 metros, observándose fondos de 5 metros en el eje y *la desaparición de los bajos* de la alineación curva de la canal, como asimismo el avance de la curva de 5 metros, del interior al mar libre.

El volumen de 1.282.420 m.³ que había en 1.º de Junio queda reducido á 1.068.700, habiendo por consiguiente una disminución de 213.720 m.³, y siendo el número de metros cúbicos dragados en este espacio de tiempo sólo de 121.440 m.³ medidos en la cántara, ó sean 97.152 m.³ (gráfico núm. 1) medidos en el terreno, resulta que se debe al efecto de limpia el 55 por 100.

En el gráfico 2, se observa que la curva correspondiente á este plano, queda por bajo de la del mes de Junio, exceptuando los perfiles 1 y 2, 25 y 26, notándose el efecto de limpia con mayor fuerza en la extensión comprendida entre los perfiles 16 al 24.

En el mismo gráfico se indica el volumen de la canal en el período de Septiembre á Noviembre, observándose una disminución en el efecto útil conseguido, debido á que el bajo causa (curvas superiores á 4 metros), avanzó de E á O.

Este avance dió lugar, como dejamos dicho, á que excediese en 24.650 m.³ el volumen de los aterramientos á lo verificado por la draga.

En el plano levantado en 1.º de Diciembre se observa aún el avance del bajo á que nos referimos y el del veril de Poniente hacia Levante.

Los trabajos verificados hasta Enero se extienden hasta el perfil 18 en la forma y potencia que indica el gráfico núm. 1, con lo cual se logró normalizar la canal, tanto en sus veriles como en su fondo, consiguiendo obtener un efecto útil debido á las corrientes, representado por el 43 por 100 del total.

Durante los treinta días de temporal, ocho de ellos fuerte, que han reinado en los meses de Enero y Febrero, la canal no ha sufrido alteraciones de importancia, aparte de un ligero corrimiento del veril de Poniente en sus curvas de 2 y 3 metros á baja viva, cuyo efecto no ha sido otro que el hacer más acantilado dicho veril. En cambio en el veril de Levante las curvas de 4 y 5 metros han avanzado hacia Levante efectos, que pueden observarse en el plano levantado en 1.º de Marzo, en el cual se ve que la curva de 5 metros reina en toda la extensión de la canal, teniendo una anchura media de 90 metros, resultados á los que se ha llegado atacando la canal desde los perfiles 1 al 19, en la forma y potencia indicadas por el gráfico núm. 1.

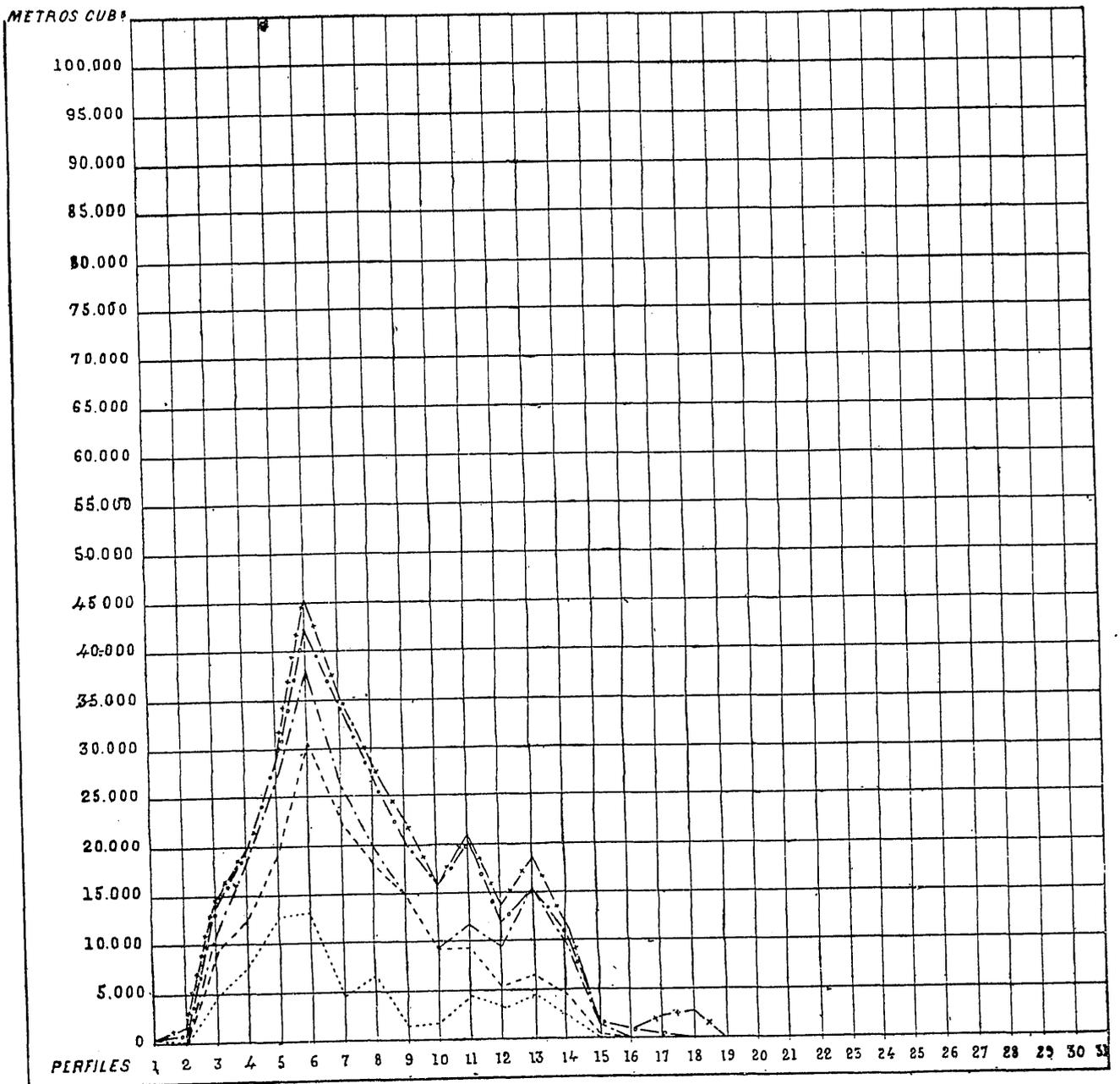
El número de metros cúbicos dragados desde el comienzo de las obras hasta 1.º de Marzo, asciende á 352.295 m.³ medidos en la cántara, ó sean 281.836 m.³ (gráfico núm. 1) medidos en el terreno, quedando reducido á 922.200 el volumen que en Agosto del 97 era de 1.242.200 m.³, lo cual demuestra que el aprovechamiento de las corrientes de marea, unido al ataque con la draga en los puntos determinados por el estudio y observación constante del régimen de la barra ha sido tal, que nos ha permitido no solamente haber hecho prevalecer los volúmenes verificados por la draga y contrarrestar los aterramientos desde Agosto del 97 hasta 1.º de Marzo, sino hacer desaparecer 48.164 m.³ sobre estos volúmenes.

Enseñanzas que se desprenden de las observaciones hechas durante la marcha de los trabajos.—Con las profundidades ya obtenidas es de esperar que los resultados que se consigan en lo sucesivo sean superiores ó al menos iguales á los ya obtenidos, y que la canal subsista sin más obras que las de dragado.

La observación del régimen de la barra durante los trabajos,

PERFIL NÚM. 1

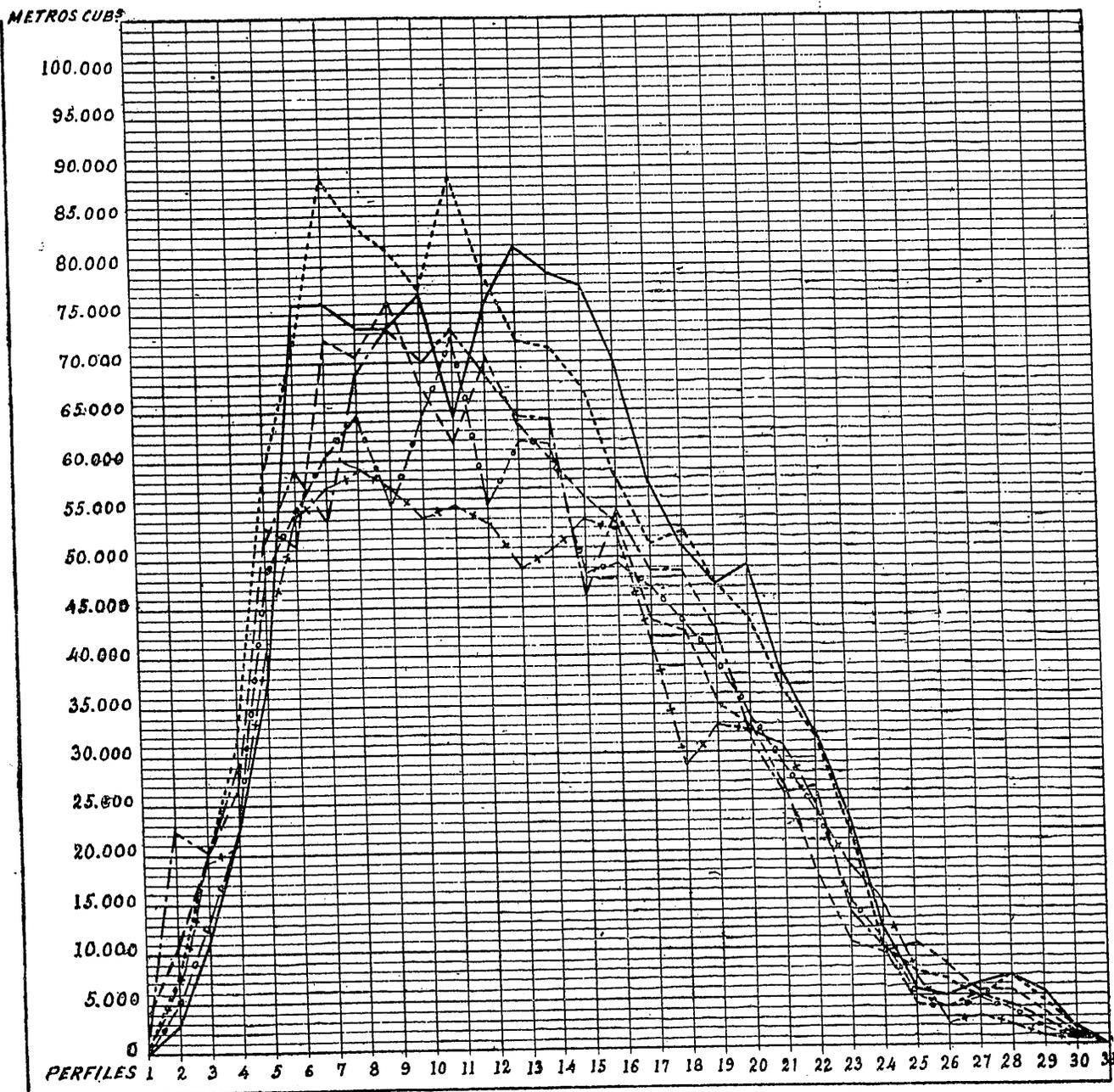
CURVAS REPRESENTATIVAS DE LOS VOLUMENES
DRAGADOS EN LA CANAL DEL "PADRE SANTO."



DESDE 17 FEBRERO A 1º JUNIO 1898	68.416	Mts. ³
" A 1º SEPTBRE 98	-----	165.568	"
" A 6 NOBRE 98	-----	213.024	"
" A 19 ENERO 99	-----	267.020	"
" A 1º MARZO 99	-----	281.836	"

PERFIL NÚM. 2

CURVAS REPRESENTATIVAS DE LOS VOLUMENES
POR DRAGAR EN LA CANAL DEL "PADRE SANTO"



EN AGOSTO DE 1897	—————	1.242.200 m ³
EN 1º JUNIO DE 1898	-----	1.282.420
EN 1º SEPTIEMBRE 98	-----	1.068.700
EN 6 NOVIEMBRE 98	-----	1.093.350
EN 19 ENERO 1899	—o—o—o—	997.175
EN 1º MARZO 1899	—+—+—+—+—	922.200

nos permite el ver confirmados los efectos que en esta clase de obras han sido observados por los Ingenieros belgas en la costa de Dunkerque al N. de Flandes, descritos en la obra de M. De Mey, efectos también citados por el Ingeniero inglés Mr. Wheeler en el séptimo Congreso Internacional de Navegación, y de cuyas conclusiones copiamos la 5.^a y 6.^a, que dicen:

«5.^a En una canal profunda, por la que oscila continuamente un gran volumen de marea, la potencia debida á la corriente, basta por sí sola para arrastrar los aterramientos que durante la perturbación á la acción de las olas ó temporales han tenido lugar.

6.^a Los numerosos canales abiertos en bancos de arena en mares con marea, han mantenido su profundidad durante un periodo que remonta al origen de la Historia, lo cual demuestra que la oscilación de las corrientes de marea basta por sí sola para asegurar su conservación.»

Se sigue de aquí, que si por medio de los dragados se encauzan las corrientes de marea y se alcanza una profundidad suficiente (6 metros para estos mares), los canales de acceso á las vías ó á los puertos establecidos en los estuarios arenosos ó cerrados por barras de arena, se mantendrán sin el auxilio de otra clase de obras de encauzamiento.

Organización de los trabajos, datos referentes al rendimiento de la draga, gastos y coste del metro cúbico.—Al frente del servicio de dragado se encuentra el Ingeniero de Caminos, Auxiliar de la Dirección facultativa de las obras, D. Justo Gonzalo, que á más de tener á su cargo cuanto con el material de tren de limpia

se relaciona, señala en cada semana el sitio de la canal en que se ha de dragar, como consecuencia del resultado de los sondeos que semanalmente se vienen efectuando en el eje de la misma. Estos sondeos se amplían á los veriles una vez al mes, y cada tres meses se completa además el plano levantado, el de los bajos en la zona que afecta á la canal, sin perjuicio de repetirlo en el caso de que ocurra algún temporal, para poder conocer sus efectos. Todas estas operaciones se verifican bajo la dirección del Ingeniero y resultado de los datos por él recogidos en los trabajos son las observaciones que dejamos apuntadas.

El personal de la draga lo compone un piloto, un dragador, dos maquinistas, un ayudante de máquina, dos fogoneros, un palero, un contramaestre, un timonel, tres marineros y un muchacho.

La draga durante la semana, terminado el trabajo del día, fondea en el mar cuando el tiempo lo permite, y caso contrario en el Cabezo de los prácticos, que es el primer punto abrigado del estuario. Los sábados por la noche y vísperas de días festivos fondea en Huelva, donde hace la provisión de agua dulce y de carbón para toda la semana.

La permanencia en Huelva se extiende en algunas semanas al tiempo necesario para efectuar trabajos de limpieza, recorrido y reparación en las máquinas y calderas, ó cuando el estado del mar imposibilita todo trabajo.

En el siguiente cuadro núm. 1, se indica el número de metros cúbicos dragados en cada mes medidos en la cántara, los días perdidos por fiestas, mal tiempo, falsas maniobras, limpieza y recorrido y la relación de los días disponibles á los de trabajo.

CUADRO NÚM. 1.

AÑOS	Meses.	Metros cúbicos dragados.	Días disponibles en el mes.	DÍAS PERDIDOS				Días trabajados.....	Proporción de los días efectivos á los disponibles....	OBSERVACIONES
				Por días festivos.	Por mal tiempo..	Por falsas maniobras.....	Limpieza, recorrido y reparaciones			
1898.....	Febrero.....	8.990	21	3	4	"	5	9	0,43	Las pruebas de la draga dieron principio el día 8 de Febrero, verificándose la recepción provisional el día 10, y aprobándose el acta el día 15. Los nueve días trabajados lo fueron en pruebas y reconocimientos. El día 24 de Julio se verificaron las pruebas para la recepción definitiva. La draga salió el 22 de Octubre para Cádiz, para limpiar fondos y efectuar reparaciones, entrando en día que el día 24 y saliendo el 28. El 29 regresó á Huelva, continuando en reparación hasta el día 3 de Noviembre. El temporal no permitió trabajar este mes más que siete días.
	Marzo.....	23.640	31	6	6	1	4	14	0,45	
	Abril.....	25.150	30	5	2	"	8	15	0,50	
	Mayo.....	27.740	31	4	3	1	8	15	0,48	
	Junio.....	31.240	30	5	"	"	4	21	0,70	
	Julio.....	42.180	31	5	"	"	7	19	0,61	
	Agosto.....	43.020	31	5	"	"	2	24	0,77	
	Septiembre..	30.290	30	5	3	"	4	18	0,60	
	Octubre....	25.730	31	5	3	"	9	14	0,45	
	Noviembre..	21.510	30	5	3	"	8	14	0,46	
1899.....	Diciembre..	34.380	31	6	"	"	3	22	0,71	
	Enero.....	21.795	31	6	8	"	3	14	0,48	
	Febrero.....	11.630	28	4	17	"	"	7	0,25	
Totales.....		352.295	386	64	49	2	65	206	0,53	

En el cuadro núm. 2 se pone de manifiesto el número de horas invertidas en las operaciones de dragado, maniobras y transportes; el trabajo medio, el número de viajes, el tiempo medio en cargar, que, como se ve, oscila entre 45 minutos y una hora 20 minutos, según la finura y limpieza de las arenas, el cubo medio de cada cargamento y el rendimiento por día de trabajo en cada mes.

CUADRO NUM. 2.

AÑOS	Meses.	HORAS TRABAJADAS EN EL MES				Días de trabajo.	Trabajo medio diario.	Metros cúbicos dragados.	Número de viajes.	Tiempo medio invertido en cada carga.	Cubo medio de cada cargamento.	Rendimiento por día de trabajo.
		Dragando.	Maniobras.	Transportes.	Total.							
		H. M.	H. M.	H. M.	H. M.							
1898	Marzo.....	67 49	33 11	56 43	157 43	14	11 15	23.640	51	1 20	463.138	1.688.571
	Abril.....	61 54	44 46	59 13	165 53	15	11 03	25.150	53	1 10	474.523	1.676.666
	Mayo.....	70 40	42 25	55 57	169 02	15	11 18	27.740	58	1 13	478.275	1.849.333
	Junio.....	86 09	44 53	80 58	212 00	21	10 05	31.240	70	1 19	446.286	1.487.619
	Julio.....	105 47	41 41	102 15	249 43	19	13 08	42.180	88	1 12	479.318	2.220.000
	Agosto.....	117 32	54 22	117 17	289 11	24	12 02	48.020	100	1 10	480.200	2.000.833
	Septiembre..	76 25	41 14	76 31	194 10	18	10 47	30.290	65	1 10	466.000	1.682.777
	Octubre....	56 44	30 32	61 05	148 21	14	10 35	25.730	55	1 02	467.818	1.837.857
	Noviembre..	54 10	27 31	64 05	145 46	14	10 24	21.510	46	1 10	467.608	1.536.423
	Diciembre..	70 55	52 37	103 03	226 35	22	10 17	34.380	72	0 59	477.500	1.562.727
	1899	Enero.....	44 30	34 21	71 39	150 30	14	10 45	21.795	47	0 56	433.726
Febrero.....		19 39	19 07	41 15	80 01	7	11 25	11.630	26	0 45	447.307	1.661.428
Totales		832 14	466 40	890 01	2.188 55	197	11 06	343.305	731	1 08	469.637	1.742.664

El precio del metro cúbico, á pesar de las circunstancias penosísimas por que hemos atravesado durante este primer período de las obras que con la subida de los cambios ha producido el alza en el precio de todos los materiales y especialmente en el carbón, sólo ha sido de 0,207 pesetas, precio muy inferior al que importa esta unidad en las obras de este género verificadas en el extranjero.

Los gastos verificados desde 1.º de Marzo del 98 á 28 de Febrero del 99 correspondiente á los 343.305 metros cúbicos verificados por la draga y medidos en su cántara durante este período, es de 71.097,10 pesetas, cuya descomposición es la siguiente:

	Pesetas.		Pesetas.
Personal de la draga.....	23.946,42	por m ³	0,0697
Carbón.....	28.421,86	»	0,0828
Agua potable, engrases, pintura, empaquetadura, jarcias, cueros, etc.....	5.062,62	»	0,0147
Conservación (Personal. 2.935,35) y limpieza. (Material. 5.234,28)	8.139,63	»	0,0237
Grandes reparaciones.....	5.526,57	»	0,0161
Total.....	71.097,10		0,2070

Ventajas obtenidas para la navegación con los trabajos de dragado.—El mal estado de la canal del Picacho, que era por donde se venía efectuando la entrada y salida de los barcos que frecuentaban el puerto de Huelva, dando lugar á continuas varadas que á veces obstruían la canal, motivó repetidas comunicaciones de la Autoridad de marina, solicitando que para remediar en parte tales inconvenientes y mientras se ejecutaban las obras de dragado en la canal del «Padre Santo», se valizase ésta provisionalmente, que por su emplazamiento presentaba ventajas indudables, principalmente para los barcos de vela, debiendo además esperarse que la acción de limpia, por el paso frecuente de los buques, contribuiría á aumentar su profundidad.

Formulado el proyecto y presupuesto de valizamiento provisional, utilizando, al efecto, cuatro boyas ordinarias y un boyarín cedidos por la Jefatura de Obras públicas, fué aprobado por la Superioridad en 25 de Julio de 1896, y en Septiembre de aquel año quedó establecido el valizamiento, publicando el aviso correspondiente á los navegantes en el núm. 1316 del *Boletín* del Depósito Hidrográfico de 1.º de Octubre.

A partir de esta fecha, los buques que entraban ó salían en rosca, empezaron á utilizar esta canal, y muchos con carga, lle-

gando á navegar en las pleas vivas algunos barcos con 19 pies de calado, que era todo lo que permitía la canal del Picacho.

Con motivo de la guerra, la Autoridad de Marina del Departamento de Cádiz mandó se apagaran las luces de enfilación y retirasen todas las boyas luminosas de la barra y del estuario y que se retiraran también las que valizaban provisionalmente la canal del «Padre Santo». Se hizo esta operación en 12 de Mayo, sin que quedase más señal para entrar en el puerto de Huelva que dos pinos situados en la costa, que marcaban la enfilación de la canal del «Padre Santo», y que se habían colocado para que sirvieran de guía á los trabajos de dragado que, como ya se ha dicho, habían dado principio en Febrero de 1898.

Retiradas las boyas que valizaban la tortuosa y accidentada canal del «Picacho», la navegación se hizo imposible por ella, y los prácticos del puerto, á pesar de la resistencia sistemática que oponían á utilizar la canal del «Padre Santo», no tuvieron más remedio que conducir cuantos barcos entraban y salían por esta canal, que por aquella fecha disponía ya suficiente fondo para los barcos que frecuentan el puerto.

Pasadas las azarosas circunstancias que motivaron el apagar las luces y retirar las boyas, la autoridad de Marina dirigió á la Jefatura de Obras públicas y á la Junta de obras del puerto una comunicación para que se procediese á restablecer el valizamiento; pero haciendo presente que, en vista de los progresos y resultados obtenidos con los trabajos de dragado en la canal del «Padre Santo», y de las ventajas que bajo los demás puntos de vista presentaba esta canal para la navegación, las luces de enfilación se colocaran marcando el eje de la canal, y que además se colocasen cuatro boyas luminosas á la entrada y salida de la misma que marcasen sus veriles.

La Jefatura de Obras públicas, por lo que á las luces de enfilación se refería, y la Junta de Obras del puerto, á cuyo cargo corre el valizamiento por medio de las boyas luminosas, siguieron cada una por su parte las indicaciones de la Comandancia de Marina, y en 16 de Agosto quedaron establecidas las señales en el nuevo emplazamiento y habilitada como entrada para el puerto de Huelva la canal del «Padre Santo», circulando el aviso á los navegantes, que se publicó en el núm. 1.530 del *Boletín* de la Dirección de Hidrografía de Noviembre de 1898.

En el cuadro adjunto se indica el calado y número de los barcos que han navegado la nueva canal desde su valizamiento provisional, que, á partir de 12 de Marzo de 1898, son todos los que han entrado en el puerto.

Movimiento de buques por la canal del "Padre Santo,, desde el 26 de Septiembre de 1896 en que fué valizada, hasta 1.º de Marzo de 1899.

ENTRADA									SALIDA						
AÑOS	Nacionalidad.	Número de buques.	Número de buques hasta 16 pies de calado.	De					Número de buques.	Número de buques hasta 16 pies de calado.	De				
				16 á 17.	17 á 18.	18 á 19.	19 á 20.	20 á 21.			16 á 17.	17 á 18.	18 á 19.	19 á 20.	20 á 21.
1896-97.....	Españoles.....	30	29	1	"	"	"	"	30	29	1	"	"	"	"
	Extranjeros.....	139	139	"	"	"	"	"	25	24	1	"	"	"	"
	Total.....	169	168	1	"	"	"	"	55	53	2	"	"	"	"
1897-98.....	Españoles.....	69	62	5	1	1	"	"	46	38	5	1	1	"	"
	Extranjeros.....	328	324	3	1	"	"	"	90	58	12	14	7	"	"
	Total.....	397	386	8	2	1	"	"	136	96	17	15	8	"	"
1898-99 (hasta 1.º Marzo de 1899).....	Españoles.....	194	148	23	10	8	4	1	185	125	33	15	9	3	"
	Extranjeros.....	533	516	3	12	2	"	"	553	161	70	156	106	41	19
	Total.....	727	664	26	22	10	4	1	738	286	103	171	115	44	19
Total general.....		1.293	1.218	35	24	11	4	1	929	435	122	186	123	44	19

Por este cuadro se ve que oscilando el calado de los barcos que frecuentan el puerto entre 16 y 21 pies, la canal presenta en la actualidad fondos muy superiores á las necesidades de la navegación.

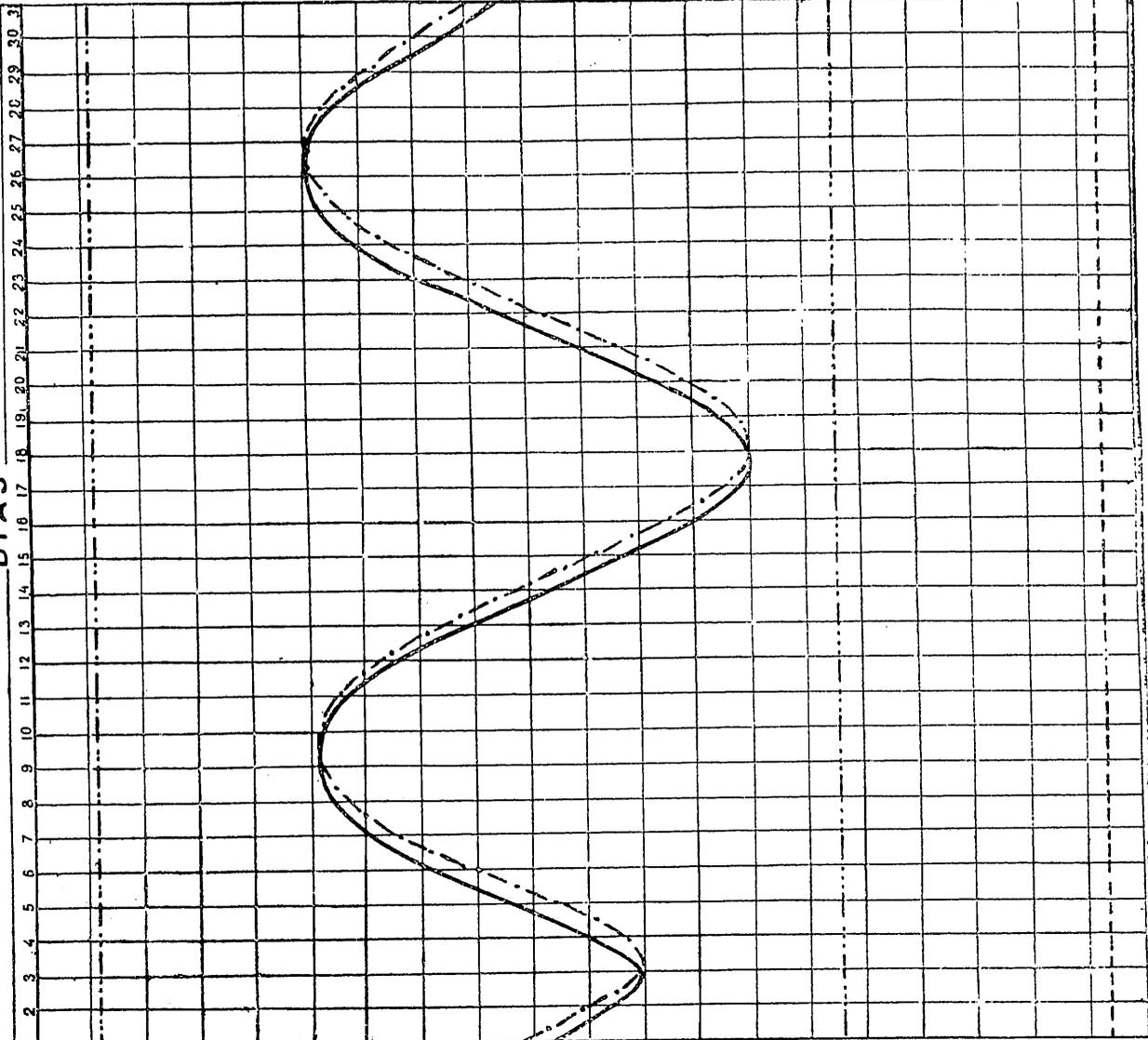
Los prácticos señalan diariamente el calado de salida en la barra, y disminuyen considerablemente los fondos disponibles quitando 4 pies para la caída, precaución que resulta excesiva

tratándose de una canal recta en fondos de arena, sobre todo cuando el estado del mar es bueno.

Con objeto de que la navegación pueda aprovechar las profundidades alcanzadas y esté al corriente de los fondos con que se cuenta en cada día en las fases de plea y baja, y no existiendo en este puerto tablas de marea, se ha construído el siguiente cuadro que se publica todos los meses. El adjunto se refiere al mes de Mayo:

CURVAS DE PLEA Y BAJA PARA EL MES DE MAYO.

DIAS



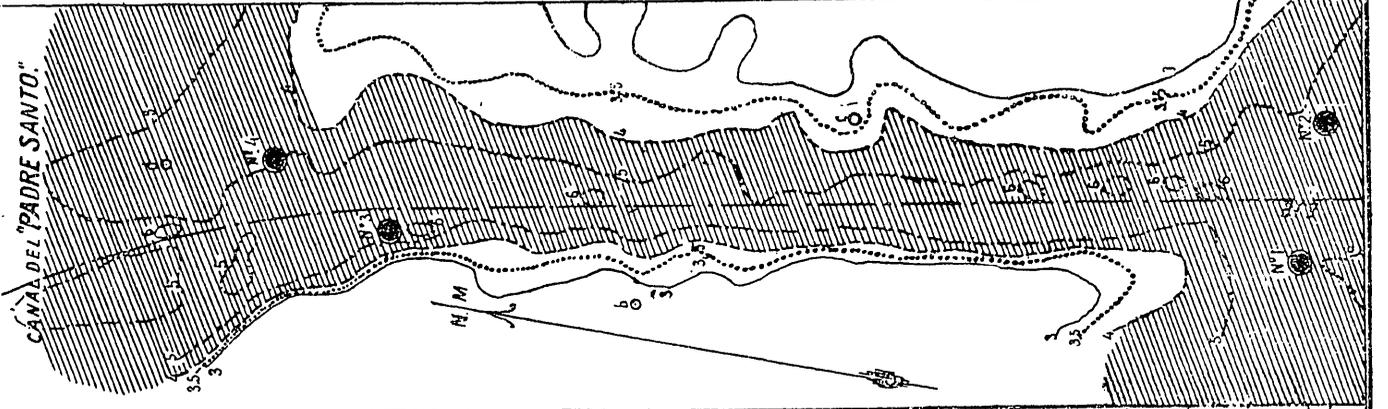
OBSERVACIONES

La P.M.V. máxima del año corresponde a la mañana del día 23 de Agosto y la mínima a la tarde del 20 de Marzo
 La diferencia de calado entre estas pleas es de 131.

Curva de tarde
 Id. de mañana
 Máxima P.V.
 Mínima P.M.
 Nivel medio

Las curvas de nivel estan referidas a la B.V y expresadas en metros

PROFUNDIDADES EFECTIVAS EN LA CANAL DEL "PADRE SANTO"		DECI METROS	
P.M.	B.M.	P.M.	B.M.
26 3/4	14 3/4	81.2	44.8
26 1/2	15	80.4	45.6
26	15 1/2	79.4	46.6
25 3/4	15 3/4	78.4	47.6
25 1/2	16	77.4	48.6
25	16 1/4	76.4	49.6
24 3/4	16 3/4	75.4	50.6
24 1/2	17	74.4	51.6
24	17 1/4	73.4	52.6
23 3/4	17 3/4	72.4	53.6
23 1/2	18	71.4	54.6
23	18 1/4	70.4	55.6
22 3/4	18 3/4	69.4	56.6
22 1/2	19	68.4	57.6
22 1/4	19 1/4	67.8	58.2
"	"	"	"
"	"	"	"
"	"	"	"
"	"	"	"
20 1/2	20 1/4	63.0	63.0



En él las profundidades de esas fases vienen dadas por lo que llamamos curvas de plea y baja, por ser ésta el lugar geométrico de las pleas, y esta misma curva, rebatida al rededor del nivel medio como eje de giro, de las bajas.

Para su construcción se ha empezado por determinar la altura del nivel medio del mar sobre el cero de la escala, tomando la medida de 250 observaciones.

Una vez determinado este nivel, se llevan sobre cada una de las ordenadas correspondientes á cada día, á partir del nivel medio, el producto de la unidad de altura, que es 1,60 metros en esta barra, por el coeficiente de marea correspondiente.

Estos coeficientes son calculados por el Observatorio Astromómico de San Fernando, teniendo en cuenta la onda principal semidiurna y despreciando la solar diurna y las lunisulares mensuales y anuales.

Las ordenadas de las curvas así construidas, aumentadas en la altura del nivel medio sobre los fondos que se escogen como navegables, dará las profundidades de la canal en las fases citadas.

Estas profundidades vienen expresadas en decímetros y pies ingleses, que, como es sabido, son las unidades corrientes que utiliza la navegación.

JOAQUÍN RODRÍGUEZ LEAL.

Huelva, Mayo de 1899.

PANTANOS Y CANALES DE RIEGO

CUENCA DEL GUADALQUIVIR

(Continuación.)

Puede asegurarse que esta región suministra aguas suficientes para llenar más de una vez depósito tan considerable, teniendo en cuenta la extensión de la cuenca, la impermeabilidad de los terrenos que la constituyen, de rocas pizarrosas en su casi totalidad, pertenecientes al grupo siluriano, y la altura de la capa de agua de lluvia, pues aun suponiendo que la cuenca quede reducida á 1.200 kilómetros cuadrados, ó sean 1.200 millones de metros cuadrados, bastaría una capa de agua de 10 centímetros para producir un volumen de 120 millones de metros cúbicos; ahora bien, la altura de lluvia anual en la estación meteorológica de Córdoba ha sido en el año de 1898 de 510,60 milímetros, y dicho año no ha resultado abundante en lluvias. La citada estación dista próximamente 23 kilómetros, en línea recta, de la cuenca del Guadalmellato. A pesar de lo expuesto, y para mayor confianza en los datos, se ha fijado una escala en el perfil de emplazamiento de la presa, para determinar la sección mojada en los diferentes estados del río, tomando además datos de velocidad de la superficie de las aguas.

Para el aprovechamiento de las aguas de este embalse, la Dirección Hidrológica estudia el trazado de un canal de riego derivado del río Guadalmellato, 8 kilómetros aguas abajo del punto elegido para emplazamiento de la presa del pantano. Se utiliza, pues, el cauce natural del Guadalmellato, en la longitud expresada, para conducir las aguas procedentes del embalse; disposición que, además de disminuir considerablemente la longitud del canal muerto, ofrece la ventaja de salvar grandes accidentes del terreno, que se presentan en la región superior, y que harían más difícil la realización de esta obra. Hecha la elección del punto de derivación del canal en un sitio á propósito para emplazamiento de la presa aguas abajo de la cerrada, que se designa con el nombre de Tabla de Don Sancho, resta estudiar las condiciones de esta presa, cuya altura no excederá de 4 á 5 metros.

El canal, á partir de este punto, se dirigirá por la margen derecha del Guadalmellato, faldeando una ladera de poca pendiente, que forma extendiéndose la parte más ancha del valle del Guadalmellato. En una longitud de 2.500 metros no se presenta accidente alguno notable, y únicamente algunos barrancos de poca importancia hasta llegar á la desembocadura de arroyo «Aguas Doradas», en donde el río cambia completamente de dirección describiendo una curva casi circular, cerrada en la margen derecha por elevadas sierras, que constituyen la divisoria entre este río y el Guadalquivir. Se pensó en un principio continuar el trazado del canal por la indicada margen derecha del Gua-

dalmellato, siguiendo el curso del río, rodeando la sierra hasta ganar las estribaciones opuestas que dan principio al valle del Guadalquivir cerca de Alcolea; pero en vista del desarrollo tan grande que era preciso dar al canal, y la importancia de las obras de fábrica necesarias para salvar extensos y profundos barrancos, se decidió estudiar otra solución, que consiste en atravesar la divisoria en túnel desde el arroyo «Aguas Doradas», afluente del Guadalmellato, hasta el arroyo Guadalbarbo, afluente del Guadalquivir. La longitud total del túnel en línea recta es de 3.500 metros, y la profundidad máxima con respecto al punto más alto de la divisoria, es de 292 metros.

Desde luego, por muy atrevida que parezca esta obra, es una solución que ofrece positivas ventajas si se la compara con la indicada anteriormente, que exige una longitud de canal muerto de más de 30 kilómetros, con grandes obras de fábrica para el paso del canal por profundas cortaduras y barrancos de la sierra, dando lugar, por el excesivo desarrollo, á una pérdida considerable de altura. Por otra parte, la naturaleza geológica de los terrenos que forman esta gran divisoria, el estrechamiento de la misma entre los profundos cauces del Guadalmellato y del Guadalbarbo, todo induce á pensar en la posibilidad y conveniencia de atravesar la divisoria en túnel, empresa que, á nuestro juicio, no habría de presentar dificultades insuperables. La boca de salida del túnel situada en la margen izquierda del arroyo Guadalbarbo, y á poca altura sobre el fondo del mismo, ofrecería condiciones inmejorables para el paso del canal á la ladera opuesta, recogiendo al propio tiempo por medio de una pequeña presa las aguas de este arroyo, que son abundantes en invierno.

Se ha continuado después el estudio de la traza del canal siguiendo por la margen derecha del Guadalbarbo, en una corta longitud de 2 á 3 kilómetros, hasta salvar esta estribación de la sierra en un punto donde se domina ya todo el valle del Guadalquivir, en el término de Córdoba, y se ha proseguido el estudio de la traza faldeando la sierra de Córdoba hasta llegar frente á esta ciudad, con una altura de 15 metros sobre la estación de los ferrocarriles, y una longitud total de canal que es próximamente de 25.800 metros.

En todo este trayecto no se han presentado accidentes del terreno que merezcan especial mención; el canal se desarrolla con facilidad por laderas de poca pendiente, y únicamente es digno de estudio detenido el paso de la carretera de Córdoba á Almadén, á la vez que el arroyo Pedroches, profundo barranco que se presenta á continuación de la carretera, constituyendo en conjunto un paso difícil que requiere una obra de verdadera importancia.

En la actualidad, la División Hidrológica trabaja en el estudio de este canal, cuyo trazado se propone continuar hasta Almodóvar, población situada á 23 kilómetros de Córdoba.

Respecto á la superficie de la zona regable que se extiende por la margen derecha del Guadalquivir, desde Alcolea hasta Almodóvar, según cálculo aproximado, puede fijarse en unas 10.000 hectáreas, y por no ser demasiado extensos no nos detenemos á considerar las excelentes condiciones que ofrecen estos terrenos para el riego, y la inmensa riqueza que desarrollaría en toda esta zona la realización de las obras que acabamos de reseñar.

No hacemos tampoco indicación de la sección de la presa del pantano, ni de la del canal, ni otros datos interesantes, porque dependiendo del volumen de agua disponible para el riego, y no habiéndose éste fijado definitivamente por hallarse pendiente de observaciones y cálculos que se están llevando á efecto, sería prematuro y erróneo todo cuanto pudiéramos decir acerca de estas cuestiones.

Cuenca del río Bembezar.—La cuenca del río Bembezar merece también especial mención, porque además de su gran extensión, 1.909 kilómetros cuadrados, y su constitución geológica de terrenos impermeables, predominando en ellos la formación, pizarrosa del grupo cambriano, presenta en el curso del río principal, así como en alguno de sus afluentes, puntos propios para el embalse de sus aguas, que si bien en estío son escasas, en primavera y en invierno suelen ser abundantes, alcanzando á veces, estas corrientes, crecidas tan extraordinarias, que han elevado las aguas en el río Bembezar 7 y 8 metros sobre su nivel ordinario.

Este río, que nace en la provincia de Badajoz, cerca de la divisoria principal del Guadiana y del Guadalquivir, penetra en la provincia de Córdoba por el término de Hornachuelos, y recibiendo las aguas de importantes afluentes, como son el río Sotillo, Ribera de Onza, el Nevado, el Benajarafe y el Guadalbacarejo, desemboca en el Guadalquivir, cerca de la línea férrea de Madrid á Sevilla, dando margen en esta región á las hermosas vegas de Escalonias y Moratalla. Salvo esta zona inferior, susceptible de beneficiarse por el riego, puede decirse que el río, en la mayor parte de su curso, se presenta muy encauzado entre escarpadas