

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

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

NECESARIA PARA TODOS LOS CUERPOS FACULTATIVOS DE OBRAS PÚBLICAS, TORREROS DE FAROS, CONTRATISTAS Y CUANTOS TENGAN RELACIÓN CON AQUELLAS

AÑO XLIII

SERIE 6.^a

Carreteras y caminos vecinales, puentes, ferrocarriles, tranvías, canales, ríos, riegos, desecamientos, puertos, alumbrado marítimo, aplicaciones de la electricidad y abastecimiento de aguas.

TOMO II

NÚM. 21.

SE PUBLICA TODOS LOS JUEVES

Redactor-Presidente. Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.
Redactores. Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores. Todos los Ingenieros de Caminos.

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9.—Madrid.

SECCION DOCTRINAL

PUERTO DE MUELVA

(Conclusión.)

IV

Elección del sistema de obras para mejorar la barra.

En el capítulo III discute el Ingeniero Sr. Rodríguez Leal el sistema de obra que puede adoptarse para mejorar la barra de Huelva, y aunque acepta como preferente el de dragados, no desecha en absoluto, como el Sr. Molini lo hace, la construcción de diques como sistema de mejora de las barras.

Da cuenta de una visita que ha hecho á las obras del puerto de Bilbao para poder juzgar de los efectos producidos en la mejora de aquella barra, con la construcción del dique en prolongación del antiguo muelle de Portugalete, y manifiesta que estos efectos han respondido perfectamente al pensamiento de su autor, D. Evaristo Churrua, Ingeniero Jefe y Director facultativo de las obras de aquel puerto. Que con la construcción de aquel dique se ha obtenido una canal de 80 metros de anchura y 4,60 metros de profundidad á baja mar completamente fija, regularizando el servicio de entrada y salida de los barcos, hasta el punto de que en pleas mares vivas se pasa la barra con 22 pies de calado y en muertas con 18, cuando antes el mayor calado de los buques no pasaba de 13 pies.

(1) Véase el número anterior.

Se ha conseguido también que en el espacio comprendido entre el muelle y la costa, situada entre Portugalete y Santurce, se ha acumulado mucha arena en la parte superior de la playa; pero desde la línea de baja mar hacia fuera se ha profundizado el fondo, lo que hace presumir no hay temor alguno de que se formen bancos de arena que avancen hacia la canal, entre el muelle y la costa.

Es cierto que respecto á la anchura obtenida sería de desear que fuese algo mayor; pero las condiciones naturales de la ría, tanto por el escaso caudal fluvial, como por el volumen de agua que en aquella entra en las mareas, no permite obtener otro resultado.

Con objeto de ensanchar la canal de entrada y hacer que los buques naveguen con facilidad, se vienen efectuando en la barra de Bilbao desde el año 1891 dragados, que en algunos años se han elevado á un volumen de más de 300.000 metros cúbicos.

Reconoce el Sr. Rodríguez Leal que la barra de Huelva no puede compararse con la de Bilbao, por las condiciones naturales de ambas rías, pues aunque en Bilbao el caudal fluvial del río sea escaso, es de relativa gran importancia en las avenidas, con relación al volumen de marea que penetra en la ría, mientras que en Huelva, en que se trata de un estuario ó mar interior, la importancia del caudal fluvial desaparece ante el volumen de la marea, y, por tanto, no há lugar á esperar obtener la apertura por socavación de una canal de anchura conveniente, debida exclusivamente al juego natural de las corrientes de flujo y reflujo, debiendo además tener en cuenta que la barra de Bilbao maneja relativamente pocas arenas.

Manifiesta también que el coste de construc-

ción de los diques sería de gran importancia en Huelva por la carencia de materiales pétreos en la localidad; pero dice, sin embargo, que aunque por ahora se adopte solo el sistema de dragados para el establecimiento de la nueva canal de la barra, conviene estudiar la construcción de un dique ó espigón de planta curvilínea, que arrancando de la margen izquierda de la canal, dirija la corriente de la vaciante hacia la nueva canal del «Padre Santo», viniendo con ello á aumentar la acción de limpia sobre el fondo y los veriles de la canal, disminuyendo el volumen de los dragados permanentes de conservación y la importancia de las fosas de guarda.

Este espigón ó dique, que para que su construcción no resulte muy costosa, dada la escasez de materiales pétreos, pudiera hacerse de plataforma con faginas por ser el ramaje abundante en la localidad, lo considera el Sr. Rodríguez Leal como una obra auxiliar y complementaria, que necesita ser estudiada detenidamente en cuanto á su dirección, forma, dimensiones y sistema de construcción, para poder apreciar bien si el coste que pueda ocasionar estará en relación con los resultados que con ella se pudiera conseguir.

Por todas estas razones propone que por ahora se empleen solo los dragados en la mejora de la barra de Huelva.

Fosas de guarda ó de garantía.

Encuentra aceptable y propone en su proyecto la apertura de zanjas de guarda ó de garantía, abiertas á una profundidad de 1,50 metros por bajo de la solera de la canal y emplazadas á lo largo de los veriles de la misma, cuya misión es recoger las arenas que al año meten los temporales en la canal, impidiendo que invadan ésta, y dragando después dichas zanjas durante la buena estación, para limpiarlas y dejarlas en disposición de almacenar de nuevo los aportes del año siguiente.

Estas fosas de guarda ó de garantía, que con muy buen resultado fueron aplicadas por primera vez por Mr. Eyriand des Vergues en los dragados del puerto de Dunkerque, vienen á hacer el papel de *Diques invertidos*, y en tal sentido los adoptaba el Sr. Molini en su proyecto.

El Ingeniero Rodríguez Leal las propone también en el suyo; pero respecto á la época de su apertura las aplaza para cuando la canal tenga en definitiva el ancho y profundidad proyectada, y conocidos con toda exactitud posible el régimen é importancia de las invasiones, pueda acomodarse á ellas las dimensiones de dichas fosas, que, como cálculo aproximado y para los efectos del presupuesto, fija por ahora en 1,50 metros de profundidad y 45 metros de ancho uniforme.

Trazado de la nueva canal.

El trazado, forma y dimensiones de la nueva canal y de las fosas de guarda ó de garantía, se ha fijado atendiendo á las conveniencias del régimen de

los aterramientos y de la navegación que se trata de crear.

Situada sobre el emplazamiento que ocupa la canal del «Padre Santo» en el plano de sondeos de Julio de 1895, el eje de la nueva canal resulta orientado en dirección S.S.E.—N.N.O., formando un ángulo de 130° 30' con el eje de la canal interior paralela á la costa, por donde desagua en el mar el estuario del Odiel.

En la boca de entrada y en toda la longitud de 2.619,00 metros comprendidos entre las curvas de fondos de 6,00 metros de la canal interior y del mar libre, reinará una profundidad de 6,00 metros en la baja mar y una anchura uniforme de 250,00 metros. La boca queda orientada al O. un cuarto S.O.

A las zanjas de garantía se les fija provisionalmente un ancho uniforme de 45,00 metros y una profundidad de 1,50 metros por bajo de la solera general de la canal, capaz para almacenar un volumen de 400.000 metros cúbicos, en que se calculan aproximadamente los aportes anuales de arenas.

Condiciones de la nueva canal bajo el punto de vista de los aterramientos.

Las dimensiones adoptadas para la canal satisfacen por completo las conveniencias del régimen de los aterramientos, puesto que la profundidad de 6,00 metros á baja mar es algo mayor que la altura máxima de las olas de temporal, y como reina en toda la anchura de 250,00 metros, es más que suficiente para que las olas no rompan sobre los fondos y pueda mantenerse la ondulación máxima, que es algo menor de 200.

La latitud de 250,00 metros es suficiente para conservar el régimen, que, lejos de alterarse, quedará favorecido si se mantiene la profundidad de 6,00 metros á baja mar viva y se hace fija la canal en su dirección y permanente en su forma una vez establecidas las fosas de garantía, en lo que quedará facilitada la entrada de marea en el estuario, [encauzadas las corrientes de éste y aumentada la acción de limpia por el incremento de velocidad de la corriente de vaciante.

Condiciones de la nueva canal bajo el punto de vista de la navegación.

Una vez que se lleguen á obtener los fondos de 6,00 metros, equivalentes á 19,75 pies ingleses, agregando la carrera de marea que hayen la barra, cuya media es de 3,00 metros (10 pies ingleses) se tendrá un calado de 8,51 á 9,12 metros, equivalente á 28 ó 30 pies, que permitirá dar paso sin esperar marea á los barcos de 18 á 20 pies de calado, con media marea los de 20 á 24 pies y en plea á los de 24 á 28 ó 30 pies ingleses de calado.

Bajo el punto de vista del abrigo el nuevo trazado reduce la parte de canal desabrigada á 2.619,00 metros; comprendidos entre la boca de entrada y el origen de la canal del «Padre Santo», en lugar de los

4.807,00 metros que tenía en el proyecto del Sr. Molini, quedando además suprimida la virada, que en realidad no existe con el trazado que se adopta para la nueva canal.

La orientación S.S.O.—N.N.O. que se fija á la nueva canal permite navegarla, los barcos de vela ciñendo siete cuartas con todos los vientos comprendidos entre el O. un cuarto S.O., al N. un cuarto E. pasando por el S., en los cuales están comprendidos los temporales del S. al S.O.

Llegados los barcos al tramo de canal paralelo á la costa puede ya considerarse en sitio abrigado y recorrerlo sin peligro alguno, aparte de que lo ancho y profundo de este trozo les permite dar fondo hasta encontrar viento favorable.

Presupuesto de los dragados exteriores.

El capítulo 5.º de la memoria está dedicado al estudio del presupuesto de las obras exteriores, que el Sr. Rodríguez Leal presenta separadamente de los interiores, en razón á que el estado de la canal de la barra actual es tan deplorable que urge su mejora y requiere que se acumulen y empleen cuantos recursos puede disponer la Junta de obras en la actualidad, que apenas son suficientes para en un plazo relativamente corto realizar una mejora que de aplazarse se corre el riesgo de ver cerrada la navegación con grandes perjuicios para los intereses del Estado, del comercio de Huelva y de la industria minera, que constituye la principal y casi única riqueza de esa provincia.

Por otro género de consideraciones no encuentra inconveniente en aplazar las obras interiores, pues las que afectan á las conveniencias del régimen no son urgentes, y en cuanto á las de la navegación los fondos de que se dispone son suficientes para los barcos de 18 á 20 pies de calado que en la actualidad frecuentan el puerto.

Volumen de los dragados exteriores.

El volumen que hay que dragar para la apertura de una canal de la longitud, profundidad y anchura proyectada resulta, medido por cubicación directa, 1.165 154,260 m.³ y el que corresponde al establecimiento de las zanjas de garantía 333.260,500 m.³, en total 1.498.414,760, que aumentando un 20 por 100 para obtener el volumen que resulta medido en las cántaras, da un total de 1.798.097,712 para volumen de primer establecimiento.

Agregando los aportes por invasiones de arenas durante los cuatro años de ejecución de las obras, calculado anualmente en 400.000 metros cúbicos, medidos en las cántaras, resultan 1.600.000 m.³ en los cuatro años y un volumen total de 3.398.097,712 m.³, teniendo que dragar cada año 850.000 metros cúbicos en números redondos.

Justificación del precio del metro cúbico de dragado.

Se fijan los vaciaderos en el mar libre al rumbo S.S.O.—N.N.E. que pasa por el meridiano de «Pun-

ta Umbria», por fondos superiores de 12 á 15 metros y á una distancia próximamente de diez kilómetros con relación al centro de gravedad de la nueva canal.

El número de días útiles de trabajo de las dragas se valúa al año en 200, admitiendo que el tiempo perdido por el estado de agitación del mar y por reparaciones y abordajes sea de un 45 por 100.

En tales condiciones, debiéndose extraer al año 850.000 metros cúbicos, es preciso disponer de un tren de limpia con potencia suficiente para extraer por día $\frac{850.000}{200} = 4.250 \text{ m.}^3$,

Para poderlo realizar se adopta el tipo de draga-gánguil marina de succión auto-cargadora, que permita efectuar cuatro viajes al día, escogiendo para ello dos dragas de 500 m.³ de cabida en sus cántaras y una de 250 m.³ tipo Bilbao.

Los gastos de adquisición de este material se ha calculado en la forma siguiente:

	Pesetas.	Cts.
Dos dragas con cabida de 500 m. ³ , á 450.000 pesetas.....	900.000,00	
Una draga de cabida de 250 m. ³ , á 312.000 id.....	312.000,00	
Aumento de 20 por 100 (por valor aproximado de los cambios) del valor de dicho material.....	242.400,00	
Gastos de Aduanas, abanderamiento, arqueo, remolque, etc.....	62.407,00	
TOTAL VALOR DEL MATERIAL...	1.516.807,00	

Los gastos anuales que este material ocasionará durante la ejecución de los dragados, se evalúan de este modo:

Personal para cada una de las dragas.

	Pesetas.
Un capitán.....	3.000,00
Un contraataca.....	2.000,00
Un maquinista.....	2.500,00
Un id. de 2.ª.....	2.000,00
Dos fogoneros, á 1.500.....	3.000,00
Cuatro marineros, á 3 pesetas diarias.....	5.110,00
TOTAL PARA LAS TRES.	17.610,00 × 3 = 52.830,00

Consumo de máquinas y calderas.

Para una draga grande con 450 caballos, indicados á 1,10 kilogramos por id. y hora, en 200 días á 12 horas.....	1.188,00
Más 1,50 tonelada diaria por encendido y maniobras en 200 días.....	300,00
TOTAL TONELADAS.	1.488,00

que para las dos dragas, á 35 pesetas tonelada, importarán $1.488 \times 35 = \dots\dots\dots 52.080,00 \times 2 = 104.160,00$

Para la draga tipo Bilbao, con 275 caballos, tendremos del mismo modo por gasto diario. 726,00

Por encendido, etc., á una tonelada diaria.. 200,00

TOTAL TONELADAS. 926,00

que á 35 pesetas una, importan..... 32.410,00

Engrases, 30 kilogramos diarios para las 3 dragas en 200 días = 600 kilogramos, á 1,25 pesetas..... 7.500,00

Conservación y reparaciones á razón del 5 por 100 del valor del material..... 75.840,35

Seguros marítimos de las tres dragas, 6,72 por 100 de su valor, según la prima pagada en Bilbao..... 101.929,43

TOTAL DEL GASTO ANUAL DE LAS DRAGAS. 374.669,78

Teniendo, como hemos visto, que dragar al año 850.000 metros cúbicos, el coste del metro cúbico, sin tener en cuenta los gastos de adquisición del material por el concepto solo de extracción y transporte, será de $\frac{374.669,78}{850.000} = 0,4408$ pesetas.

Si los dragados se efectúan por el sistema de concurso ó de contrata, habrá que tener en cuenta que á cargo del contratista ó adjudicatario del concurso quedará la adquisición del tren limpia, que deberá amortizar en un plazo de diez años y, por consiguiente, corresponde para cada año por amortización un 10 por 100 del valor del material, que en el caso presente equivale á 151.680,70 pesetas, que para los 850.000 metros cúbicos dragados al año representa por este concepto en cada metro cúbico $\frac{151.680,70}{850.000} = 0,1784$ pesetas.

	Pesetas.
Resulta, por tanto, el valor del metro cúbico por gasto anual del material empleado en el dragado y transporte.....	0,4408
y por amortización del valor del material, á razón de 10 por 100.....	0,1784
EN TOTAL.....	0,6192

al que agregando el 17 por 100 por razón de contrata, nos dará un precio para el valor del metro cúbico de dragado ejecutado por este sistema, de 0,725 pesetas.

Presupuesto de los dragados interiores.

Deducido el precio de 0,6192 para el metro cúbico de dragado, multiplicando por el volumen á dragar, que es de 3.398.097,712 m.³, tendremos para el importe del *presupuesto general de ejecución material* de las obras interiores la cantidad de 2.163.422,48 pesetas.

Para deducir el presupuesto de contrata basta

aumentar al de ejecución material el 17 por 100, con lo que aquél ascenderá á 2.461.004,29 pesetas.

Presupuesto de las obras interiores.

Respecto á las obras interiores que, como ya hemos visto, no se consideran de una perentoria necesidad, el Sr. Rodríguez Leal acepta los conceptos fundamentales que sirven de base á la propuesta de obras interiores que el Sr. Moliní hace en su proyecto, y dividiéndolas como aquél en dos grupos: uno las correspondientes á la mejora de la navegación, y otro el que se refiere á la mejora del régimen; prescinde por ahora de ocuparse de estas últimas, y sólo estudia las primeras, que consisten: primero, en el dragado de apertura de una canal de 100 metros de anchura y 9,06 metros de profundidad á baja viva, próxima al bajo de la «Ballena»; y segundo, el dragado de todo el fondeadero próximo á los muelles con la misma cota; pero reduciendo por ahora la profundidad á 800 metros á baja mar en lugar de los 9,06 metros propuestos por el Sr. Moliní.

Cubicación de las obras interiores.

El volumen de los dragados que hay que efectuar en las obras interiores que propone el Sr. Rodríguez Leal, es el siguiente:

EMPLAZAMIENTO DEL DRAGADO	Volumenes en el terreno. Metros cúbicos	Volumen es en las canteras. Metros cúbicos.
Canal de acceso al fondeadero.....	499.974,25	599.969,10
Fondeadero.....	1.208.120,03	1.449.744,03
TOTAL.....	1.708.094,28	2.049.713,13

Justificación del precio del metro cúbico de dragados interiores.

Se calcula que el plazo de ejecución de estas obras sea también de cuatro años, debiéndose dragar en cada uno 512.000 metros cúbicos en números redondos.

El material que para efectuarlo se considera necesario, consiste en una draga rosario del tipo llamado «Garonne», un remolcador y cuatro chalanas ganiguiles de 150 metros cúbicos de cabida.

El coste de este material puesto en el puerto de Huelva á disposición de la Junta y libre de todo gasto, se calcula en 720.000 pesetas distribuidas en esta forma:

	Pesetas.
Draga.....	360.000
Remolcador.....	120.000
4 chalanas, á 60.000 pesetas.....	240.000
TOTAL.....	720.000

Los gastos anuales se han calculado en las cifras siguientes:

	Pesetas.
Personal... { De la draga.. 13.880,00	32 925,00
{ Del remolcador..... 10.285,00	
{ De las chalanas..... 8.760,00	
Combustible = 1.585,50 toneladas de carbón á 35 pesetas.....	55.597,50
Engrases.....	5.625,00
Conservación y reparación (5 por 100 del valor del material).....	36.000,00
Seguro: 6,72 por 100 del valor del material.....	48.384,00
TOTAL.....	178.531,50

Teniendo que dragar al año 512.000 metros cúbicos, el precio de la unidad de dragado por el concepto de extracción, transporte y vertido en las márgenes resulta á 0,349 pesetas, y agregando el 10 por 100 por razón de amortización del material adquirido, que representa 72.000 pesetas, hay que aumentar por este concepto 0,14 pesetas al metro cúbico, con lo que el precio de ejecución material de metro cúbico de dragado interior resulta á 0,489 pesetas y aumentándole el 17 por 100, por razón de contrata, resulta en definitiva 0,572 pesetas.

Presupuesto general de los dragados interiores.

Si multiplicamos el volumen de los dragados interiores, que como hemos visto es de 2.049.713,13 m.³ por el precio de 0,489 pesetas que hemos deducido para la unidad, tendremos la cifra de 1.002.309,72 pesetas á que asciende el presupuesto de ejecución material de las obras interiores. Aumentando á la cifra anterior el 17 por 100 obtendremos la de pesetas 1.772.702,36, á que asciende el presupuesto de contrata.

Ejecución de las obras.

El capítulo 7.º de la memoria del proyecto de ampliación está dedicado á estudiar el sistema administrativo que puede seguirse en la ejecución de los dragados, relacionándolos con el orden de preferencia y la situación económica de la Junta de obras del puerto de Huelva.

De los dos grupos de obras en que se ha dividido el proyecto, manifiesta que las obras interiores, aunque su realización constituiría evidentemente una gran mejora, no es de tan absoluta y urgente necesidad como el de las obras exteriores, ó sea las de mejora de la barra, y que éstas son las que tan solo deben ejecutarse por ahora.

Expone después las ventajas é inconvenientes que presentan los sistemas de ejecución por administración y por contrata, y dice que desde luego se hubiera decidido por este último si no se tratase de una obra imposible de definir con exactitud, cuya contratación puede dar lugar á un sinnúmero de in-

cidentes que no podrían evitarse por mucha previsión que se tenga al redactar los pliegos de condiciones.

El sistema por administración, aunque la Junta tenga necesidad de empezar por hacer un desembolso de relativa importancia para la adquisición del material, presenta la ventaja de que pueden efectuarse las obras en la proporción é intensidad que se estime conveniente, acomodándolas á los recursos disponibles y á las necesidades que se vayan presentando; resultando, además, que al finalizar los trabajos la Junta dispondría de un material que poder dedicar á los dragados permanentes de conservación y á la ejecución de las obras interiores.

Los recursos de que dispone la Junta de obras del puerto de Huelva para llevar á cabo la ejecución de las obras proyectadas en la barra para un plazo de cuatro años, están calculadas en la forma siguiente:

	Pesetas.
Existencia en caja en 1.º de Julio..	1.000.000 (1)
Sobrante de los ingresos anuales de la Junta (calculados en 6.000 pesetas) después de cubrir sus gastos de conservación, explotación y personal: cuatro años á 300.000 pesetas.....	1.200.000
Subvención del Gobierno: cuatro años á 150.000 pesetas.....	600.000
TOTAL.....	2.800.000

A la memoria acompaña los pliegos de condiciones facultativas de las obras exteriores é interiores y los presupuestos de las mismas, terminando con un apéndice, en el que se estudia la ejecución de las obras por el sistema de administración, al que se acompaña el presupuesto correspondiente con algunas observaciones sobre el pliego de condiciones para la adquisición por concurso del material de dragado.

TRANSPORTE Á VAPOR SOBRE CARRETERA

Si un industrial ó agricultor cualquiera tuviera establecido en los presentes tiempos el transporte de sus productos á *brazo*, es decir, por medio de *mozos de cuerda*, nadie se explicaría tan anómalo proceder más que como un costoso capricho ó por abandono en emplear los vulgares vehículos que, con ventaja, sirven para el objeto.

Algo parecido podría decirse de éstos cuando los enganches son á la reata y la construcción de los carros es tan tosca, como sucede con frecuencia; pero donde verdaderamente se ve el atraso es comparando la tracción animal con la á vapor, tan apreciada y

(1) Esta existencia se había calculado al redactar el proyecto, pero en 1.º de Octubre ascendía á 1.200.000 pesetas.