

“Puerto de Huelva”

Anónimo

Revista de Obras Públicas vol. 43, tomo II, n° 19,
mayo de 1896, pp. 369-374

vol. 43, tomo II, n° 20, año 1896, pp. 391-395

vol. 43, tomo II, n° 21, año 1896, pp. 409-413

SECCION DOCTRINAL

PUERTO DE HUELVA

I

Por Real orden de 26 de Septiembre último se aprobó el proyecto titulado de Ampliación al general de mejora de la navegación del puerto de Huelva presentado por la Junta de Obras de éste y redactado por su actual Ingeniero Director D. Joaquín Rodríguez Leal, que comprende el proyecto y presupuesto de obras interiores, que por razón de contrata asciende á 1.172.702'36 pesetas, así como el de obras exteriores de la canal titulada del «Padre Santo», cuyo presupuesto de contrata asciende á pesetas 2.461.004'29.

En virtud de la misma Real orden se deja sin efecto la de 11 de Agosto de 1880, por la que se aprobó el antiguo proyecto de mejora del puerto, y se declara aceptable la idea que informa el proyecto de mejora de la navegación redactado por el Ingeniero D. Luis Molini, elevado á la Superioridad en 1893, en lo que se refiere al empleo de dragados como sistema para la mejora y sostenimiento de la canal de entrada.

La Junta de Obras del puerto de Huelva ha tenido la atención de remitirnos un folleto impreso denominado: *Refundición compendiada del proyecto de obras de mejora de la navegación del puerto de Huelva*, redactado el año 1891 por el Ingeniero D. Luis Molini, precedido de un extracto del formulado en el año 1878 por el Inspector general D. Carlos María Cortes. Otro folleto aparte contiene la ampliación que al proyecto del Sr. Molini ha redactado el mencionado Ingeniero Sr. Rodríguez Leal; trabajos ambos muy notables que merecen ser conocidos de nuestros lectores.

A los expresados documentos acompaña un atlas que contiene cuatro planos, que dan completa idea de los diversos puntos objeto de discusión y de las obras propuestas por los diferentes Ingenieros que han intervenido en el proyecto.

En la imposibilidad de reproducir íntegros estos trabajos en el BOLETÍN de la REVISTA, vamos á dar de ellos una ligera idea á nuestros lectores, acompañando la lámina (1) en que se representa las obras exteriores, que es donde se halla lo que en cierto modo podría llamarse llave del puerto de Huelva, y además las únicas de las comprendidas en el proyecto, cuya ejecución ha sido autorizada, y señalada la subasta por la Dirección general de Obras públicas para el 14 de Enero próximo.

(1) Se acompaña á este número.

II

PROYECTO FORMULADO EL AÑO 1878 POR EL INSPECTOR GENERAL D. CARLOS MARÍA CORTES

Parte el Sr. Cortes del concepto fundamental que el puerto de Huelva pertenece á una *ría* formada por el Odiel y más ó menos influida por la del Tinto.

Considera formado el lecho en la región superior por limo y acarreo fluviales; en la del puerto por lamas y arcillas, y por arena la que arranca en la confluencia de los dos ríos, siendo manejados estos aluviones por las corrientes interiores de marea y la de los ríos; y consigna que estos aterramientos, que en unos puntos han levantado grandes extensiones del lecho, creando en otros tornos y recodos, subdividiendo la corriente en muchos brazos, esteros y canales, han constituido una serie de grandes obstáculos á la corriente fluvial y principalmente á la propagación de la marea, que hace difícil y hasta peligrosa la navegación.

Su objetivo era, por consiguiente, que las mareas penetraran en la ría con la mayor facilidad, en el mayor volumen posible y lo más al interior del cauce que fuera dable.

Obras interiores.—En virtud de todo esto proponía la ejecución de las obras necesarias para la rectificación y encauzamiento de la ría y la creación en toda la longitud de la zona influida por la marea, de un cauce único, conoide, sensiblemente rectilíneo y de pendiente constante, cuya conicidad fijaba en un 20 por 1.000.

Para llegar á la realización del cauce único estrechaba las secciones que lo requerían, procurando aterramientos por medio de la colocación en los márgenes de árboles con las copas invertidas, atados á pilotes, utilizando además los dragados para depositarlos en los espacios que había que rellenar.

Obtenidos estos aterramientos, que denominaba márgenes provisionales, se proponía establecer las definitivas, revistiendo los taludes de aquéllas con escollera ó piedra en seco.

Para ensanchar las secciones de la ría que resultaban estrechas y para abrir las numerosas cortas de rectificación proponía abrir, mediante las excavaciones y dragados necesarios, un cauce ó canal inicial de unos 40 metros de anchura y de dos metros de profundidad á baja mar, encomendando después al juego de las corrientes de marea y fluvial el ensanche por socavación, hasta obtener la latitud y profundidad, que según el cauce conoide correspondía á cada punto y que variaba entre 200 y 300 metros y 1^m,60 á 3^m,00 á baja mar.

Para aumentar los efectos de la socavación barraba con terraplenes revestidos de escolleras los cauces y esteros enlazados con los trozos de ría en que se habían abierto las canales iniciales.

Obras exteriores.—En cuanto á las obras exteriores, fundándose en consideraciones relacionadas con el régimen de las arenas, con la comodidad de la navegación al pasar y abordar la barra, y en la fácil

entrada de marea en la ría, proponía la apertura de una nueva boca de salida al mar, situada inmediatamente después de «La Cascajera», en el arranque del bajo del «Manto», que es sumergible en plea, atravesando la canal y bajo de Umbría.

La anchura de la nueva boca era de 850 metros, formada por dos diques de escollera arrojada, revestida de sacos de hormigón.

Para realizar la gran excavación de arenas que supone el establecimiento de esta canal, proponía la apertura por medio de dragados de una inicial situada en el eje, embudada por sus extremidades, de 50 metros de anchura y 3,50 metros de profundidad á baja mar, quedando encomendado el ensanche y aumento de profundidad al juego de las mareas y de las aguas fluviales, facilitado, siempre que fuera posible, por la ejecución de dragados.

Para obtener los máximos efectos de socavación en la nueva canal barreaba la que hoy usa la navegación por medio de un terraplén revestido con escollera, que unía el Dique de Levante con la margen izquierda del cauce único, siendo la longitud de este barreaje de 1.600 metros.

Obras de muelles.—Además de las propuestas relativas á las obras de la mejora de la navegación, el Inspector general Sr. Cortes consideró en su proyecto el establecimiento de un muelle de costa de 850 metros de longitud, emplazado en la margen izquierda frente á Huelva, y de una dársena situada entre el referido muelle y la población.

Los muelles y los muros de la dársena debían ser de mampostería con paramentos de sillería, fundados sobre macizos de hormigón y emparrillado, construido sobre el terreno de fangos.

Preferencia de ejecución y presupuesto de las obras.—El Sr. Cortes dividía las obras de su proyecto en dos grupos: Obras de inmediata y urgente ejecución situadas entre la confluencia del Odiel y del Tinto y Gibraleón, dando la preferencia dentro de este grupo, en sentido de aguas arriba á aguas abajo, y obras cuya necesidad de establecimiento le parecía lejana y aun remota, que eran las interiores restantes y todas las exteriores de la barra.

El presupuesto de las obras que contenía el proyecto se presenta en resumen á continuación:

		Pesetas.	
<i>Presupuesto de ejecución material...</i>	(Obras interiores.)	De mejora de la navegación.....	3.417.350,67
		De muelle....	8.606.701,88
	(Obras exteriores.)	De la desembocadura...	6.848.833,27
TOTAL GENERAL.....		18.872.885,82	
<i>Presupuesto de contrata.....</i>		22.075.836,04	

Obras del proyecto del Sr. Cortes construidas hasta ahora.—Sobre el proyecto de que acaba de darse una ligera idea, recayó en 11 de Agosto de 1880 una Real orden aprobatoria, de carácter general, toda vez que al dejar sin resolución concreta todas las propuestas

en él contenidas y al ordenar sufriera reforma desde lo más principal hasta lo más accesorio, no podía producir en realidad aquellos efectos que lleva en sí todo proyecto general aprobado, relativo á la ejecución ordenada y sucesiva de las obras parciales que forman el conjunto de todo puerto.

Por tal razón, de las obras de mejora de la navegación propuestas por el Sr. Cortes, solo se han ejecutado, como pertenecientes á las de encauzamiento: 1.º Las de apertura de la canal inicial de la corta del terreno del Olivillo, que ha costado 132.237'19 pesetas. 2.º Ciertos dragados en la confrontación de los muelles de Huelva; su importe, 262.523'60 pesetas, Y 3.ª Unos espigones situados sobre la margen izquierda aguas arriba de la ciudad, que sirvieron para vaciar á su abrigo parte de los dragados ejecutados; su coste, 79.861'41 pesetas.

En total, 474.622'20 pesetas.

III

PROYECTO REDACTADO EL AÑO 1891 POR EL INGENIERO DON LUIS MARÍA MOLINÍ

Justifica el Sr. Moliní la redacción de su proyecto, en que la falta de base de uno aprobado con soluciones precisas hace imposible establecer ninguna obra medianamente importante relacionada con la mejora de la navegación, ni permite dar un paso, por pequeño que sea, para mejorar el puerto de Huelva sin obtener antes la aprobación del proyecto general y sin tener discutido y aceptado por la Superioridad un plan de ejecución, en cuyo génesis se haya tenido en cuenta todas las conveniencias, relaciones y conexiones técnicas de las obras parciales, las circunstancias económicas y las consideraciones relativas á la satisfacción pronta y legítima de los intereses comerciales, fin primordial que trata de conseguir con el que presenta.

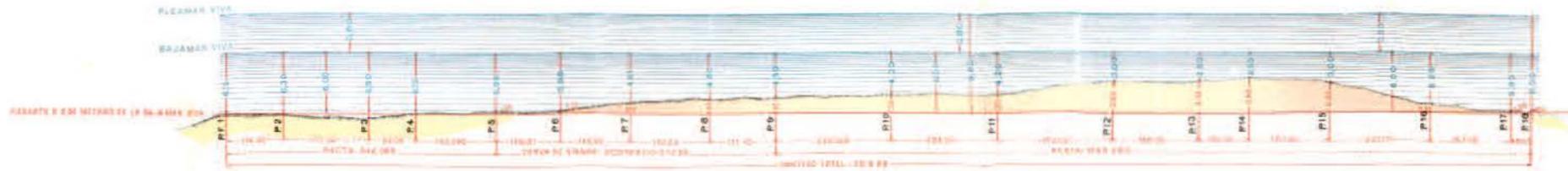
No incluye en el proyecto obras de muelles, en atención á que las de mejora de la navegación, más influyentes que aquéllas en la riqueza y en el tráfico, son mucho más importantes; habiendo además de tener en cuenta que en el puerto de Huelva, según se halla hoy dispuesto, existen instrumentos de trasbordo de potencia de servicio, suficientes para satisfacer por el momento las necesidades actuales y del porvenir inmediato.

Analiza después el tráfico marítimo del puerto, empezando con una reseña de Huelva y de sus vías de comunicación, la importancia y caracteres del tráfico marítimo actual, tratando, por último, del porvenir que probablemente le está reservado, y deduciendo de todo ello que el fin primordial de las obras debe ser mejorar el puerto, de tal modo que sea navegable por los grandes buques modernos de gran calado, ya que por una parte para la navegación que hoy existe no necesita mejora importante alguna, y ya que por otra puede llegarse á conseguir tan importante resultado con los fondos propios que aquél naturalmente ofrece.

De los diferentes datos y cifras que el Sr. Moliní

PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DE LA CANAL PROYECTADA EN LA DEL «PADRE SANTO.»

ESCALAS (Horizontal) = 1: 5000
(Vertical) = 1: 250



SIGNOS CONVENCIONALES.

- Trazado de la canal propuesta en el proyecto del Señor MOLINI según se halla anexo en el plano de la barra del año 1850.
- Trazado de la canal que se propone en la presente en planon.
- Boyas luminosas.
- Nota - Los curvos de nivel están referidos a la bajamar viva y expresados en metros. La aguada azul indica fondos mayores de 4.50 metros.

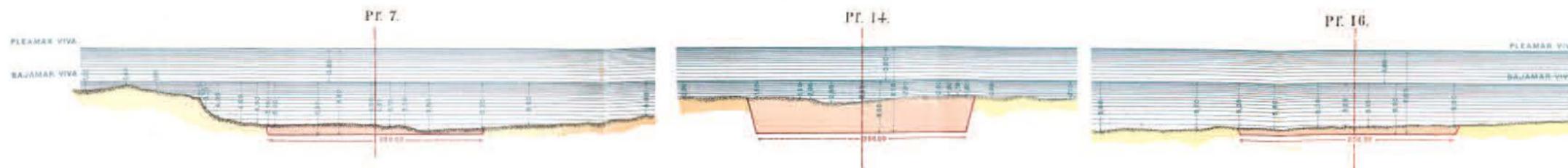
PLANO GENERAL
DE LA
BARRA DE HUELVA EN JULIO DE 1895
CON LOS TRAZADOS DE LAS CANALES PROYECTADAS.

ESCALA 1:20.000



PERFILES TRANSVERSALES DE LA CANAL PROYECTADA EN LA DEL «PADRE SANTO.»

ESCALAS (Horizontal) = 1: 2500
(Vertical) = 1: 250



- VIENTOS MANEJABLES.
- En la enfiliación de la canal O. N. S. O. y N. E. N. E. por el S.
 - En la enfiliación de la costa S. 45° O. y N. 15° E. por el S.
 - Comunes a ambas enfiliaciones S. 45° O. y N. E. N. E. por el S.

estampa en su memoria para hacer resaltar la importancia del puerto de Huelva, citaremos solo como los más importantes el hecho de llegar al puerto dos ferrocarriles de vía ancha, que lo ponen en comunicación con Sevilla y Extremadura, y tres importantísimos de vía estrecha que lo enlazan con las minas de Tharsis, del Buitrón y de la Compañía de Riotinto, pasando el valor de todas las vías de comunicación que se han mencionado y los medios de explotación pertenecientes al tráfico que sirven, de 263 millones de pesetas.

Los ferrocarriles citados terminan en grandes embarcaderos, que sirven á un tráfico marítimo anual de 1.300.000 toneladas, cifra que coloca al puerto de Huelva en el tercer lugar de los de España, superándole solamente Bilbao y Barcelona.

El puerto de Huelva es navegado anualmente por 3.700 buques, de un porte medio de 1.500 toneladas de carga, que llevan su tráfico á muchos puertos de Europa y á algunos de los Estados Unidos de América.

La exportación representa en el tráfico total el 84 por 100, la importación el 12; la salida por cabotaje el uno y la entrada el 3 por 100.

Los minerales y sus similares representan el 95 por 100 de la corriente de exportación y los vinos el 4 por 100; caracterizando el tráfico, que está constituido principalmente por estos productos.

Comprende el proyecto de que nos estamos ocupando las obras necesarias para mejorar la navegación en la región marítima interior abrigada de las aguas del mar, que se denominan *Obras interiores*, y las que han de emplearse en la región de la desembocadura situada en el exterior en el mar libre, que denomina *Obras exteriores*.

Obras interiores.—Para justificar las obras interiores que propone en su proyecto, estudia el Sr. Molini muy detenidamente el régimen de toda la región interior del puerto de Huelva, y después de tratar de cuantos agentes intervienen en él, y muy principalmente de la orografía, hidrología y geología del Odiel y del Tinto, tanto en su región fluvial como en la marítima, y de las mareas, vientos y escarceos en sus cauces, viene á deducir como fundamento capital de todo su estudio, que las regiones marítimas del Odiel y del Tinto son *estuarios claramente definidos*, cuya formación es debida á causas geológicas anteriores á la época actual, no teniendo influencia en ellos la región fluvial de ambos ríos, citando el hecho de que las avenidas de mayor consideración en el Odiel pasan casi desapercibidas á la altura de Huelva, y que el régimen de estos estuarios es actualmente de depósito, proviniendo los insignificantes sedimentos que se forman en ellos de los cauces ó regiones fluviales del Odiel y del Tinto, de donde son arrastrados en pequeñísima cantidad los fangos arcillosos de sus márgenes en las épocas de las avenidas.

Las aguas del mar no meten dentro del estuario detritus de ningún género, siendo su acción únicamente de distribución y aun de limpia de los depósi-

tos terrestres, bajo el juego de las corrientes de mareas.

Los sedimentos tenues y fangosos que arrastran las aguas fluviales, van depositándose con mayor intensidad en la región en que terminan las rías del Odiel y Tinto, así como en las regiones marítimas de máxima anchura, en cantidades insignificantes, decreciendo la intensidad de este depósito á medida que van acercándose á la barra, en donde es nulo, porque todas las materias arcillosas que allí llegan salen al mar por el predominio de la vaciante.

Como consecuencia de este estudio deduce: «que la región estuaria de Huelva, aunque no se hiciera en ella ninguna obra que modificara su régimen, podría permanecer sin alteración sensible en su fondo y en todas sus condiciones mucho tiempo, siglos, si continuara penetrando por la boca del estuario la cantidad de marea que hoy entra, y si se evitaran las consecuencias que ocasiona, en la propagación y distribución de la marea por el Odiel, el creciente bajo de la Ballena».

Respecto de este punto singular, estudia también detenidamente el régimen de la confluencia del Odiel y del Tinto, deduciendo que las causas que dan lugar á la formación del bajo de la «Ballena» en el Odiel, y de la «Vibora» en el Tinto, son las revesas de corriente originadas por el encuentro de filetes líquidos con distinta velocidad, que dan lugar al depósito de los sedimentos que forman dichos bajos.

Consecuencia inmediata del régimen general del estuario es la comparación crítica que hace el señor Molini de las obras interiores, propuestas en el proyecto de D. Carlos María Córtes, las que estima improcedentes por completo, puesto que desaparece su fundamento, que era la equivocada idea de considerar el estuario del Odiel como una ría, siendo asimismo innecesarias las obras de mejora de la región irregular del cauce del Odiel en todos los casos, y estimando que existía una gran desproporción entre las exiguas mejoras que trataba de introducir el señor Cortes en el cauce navegable, y el excesivo precio de las obras necesarias para conseguir las, «cuyos procedimientos de ejecución eran ineficaces é inadmisibles» y «hubieran más bien perjudicado que favorecido la navegación y los intereses comerciales del puerto de Huelva.»

Aplicando los principios capitales deducidos del estudio que hace de la parte interior del puerto de Huelva, propone el Sr. Molini las obras de mejora correspondientes, que divide en dos grupos. El 1.º, las requeridas por la moderna navegación con buques de 28 á 30 pies ingleses de calado; y el 2.º el de las de conservación del régimen de la corriente estuaria, presentando, como aspiración definitiva, el conjunto de obras siguientes:

1.º Dragado de apertura de una canal de 100 metros de ancho y 9,06 metros de profundidad á baja viva, próximo al bajo de la «Ballena».

2.º Dragado de todo el fondeadero próximo á los muelles en una cota de 9,00 metros á baja viva.

3.º Dragado del bajo de la «Ballena» hasta hacerlo desaparecer, dejando de 5 metros á bajamar viva.

4.º Excavación de los terrenos de la «Cabezuela» hasta la altura de la baja ordinaria.

5.º Dragado en esta misma región de la «Cabezuela» hasta dejar fondos de 5 metros de profundidad á bajamar viva.

Y 6.º Construcción de las puntas y márgenes artificiales en las llamadas del «Sebo» y del «Burro» en el estuario del Odiel.

De estas obras, las dos primeras corresponden á mejora de la navegación, y las cuatro últimas á mejora del régimen.

Obras exteriores.—Para justificar las obras que deben realizarse para la mejora de la barra, empieza el Sr. Molini por hacer la descripción de ésta y canal navegable, considerando como barra la gran formación de arenas sueltas más ó menos sumergible, que en una longitud de 14 kilómetros y orientada en sentido longitudinal E. S. E.—O. N. O. se apoya en la costa firme, en el lugar en que desembocan juntas las corrientes derivadas del mar interior del Odiel y del Tinto, quedando comprendida por la «Isla de Saltes» á Poniente y por el bajo de «Juan Limón» á Levante.

Hay que distinguir en la barra tres elementos principales: el bajo de Poniente, el de Levante y la canal por ellos comprendida. Omitimos el hacer con el autor del proyecto la detallada descripción de estos elementos, porque aunque muy interesantes al objeto no caben dentro de los límites de este artículo, y además puede formarse de ellos concepto bastante aproximado por la lámina que se acompaña, en la cual se representan también los accidentes principales de la barra.

Sólo diremos, respecto á la canal, que en la parte de la misma comprendida entre la «Cascajera» y la boca interior de la antigua canal del «Padre Santo» las variaciones son insensibles y pasan desapercibidas, pudiendo considerarse esta región fija para los efectos de la navegación.

Pero las variaciones son grandes, continuas y apreciables entre la canal del «Padre Santo» y la boca de entrada, variando los veriles en casi todos los temporales, hasta el punto de modificar la derrota de los barcos.

Considera después los *agentes* que influyen en el régimen de la costa de Huelva, y al tratar de los *vientos* más importantes para lo que á la mejora del puerto se refiere, manifiesta que los vientos del tercer cuadrante que en el verano constituyen las virazones, en el invierno se transforman en dominantes de temporal y oscilan entre S. S. O. al O. S. O., vientos los más impetuosos, ya que no los más frecuentes, pero que reinan suficientemente número de días para influir considerablemente en la formación de la costa. Los del S. y S. SO., frecuentes en los meses de Diciembre á Marzo, aunque fuertes suelen durar poco tiempo, y los terrales no tienen importancia en el régimen del mar.

Al tratar de las *olas* aprecia su altura máxima en unos 6,00 metros, su amplitud en 63,00 y la velocidad de 8,40 metros, y admitiendo que el momento de rotura tiene lugar cuando la altura de la ola es igual á la profundidad del agua, establece que en la región marítima de Huelva, las olas de temporal rompen en fondos de 5,00 á 6,00 metros.

Estudia la *marea* y su manera de propagarse, manifestando que se verifica con bastante regularidad, variando la carrera de marea viva entre 2,10 y 3,80 metros; la de la muerta entre 1,37 y 2,00 metros.

El establecimiento de puerto en la barra de Huelva es de 1 hora y 34 minutos, habiendo casi constantemente los llamados suplementos de marea motivados por los vientos, que cuando son vendabales llevan aquellos suplementos hasta 0,80 metros, y los vientos duros del N. y N. O. dan lugar á suplementos negativos de 0,30 de altura.

Acerca de las *corrientes marinas* toma en cuenta: las litorales, las de marea y las accidentales producidas por el viento, y prescindiendo de las primeras por no interesar á la región de la costa del puerto de Huelva, manifiesta que la segunda sigue una marcha general paralela á la costa, siendo su dirección de Levante á Poniente durante el flujo y viceversa en el período del reflujo. Las velocidades máximas en uno y otro caso son: de 0,51 metro por segundo en mareas vivas y 0,25 en mareas muertas.

En la barra, las corrientes de marea presentan algunas particularidades, siendo las más notables el atravesar los bajos en direcciones convergentes desde el mar á la sección transversal de la canal, que en cada momento hace de boca de entrada de marea durante el período ascendente; manifestándose análogo fenómeno, pero en sentido contrario, durante el período de vaciante.

El período de vaciante es como media hora menor que el de creciente.

Las velocidades de corrientes de marea que existen en los diversos trozos de canal y en los distintos períodos de aquélla, dependen, dentro de su intensidad general en cada región de barra, de la profundidad en el punto que se considera.

Por último, tiene en cuenta las corrientes accidentales ocasionadas por los vientos, en que la velocidad, duración y extensión de las zonas de mar en que respectivamente reinan, dependen, naturalmente, de la intensidad de los vientos que las producen, siendo, por consiguiente, las más intensas en todos estos sentidos las debidas á los vendabales del S. al SO., cuya velocidad, según los derroteros, es de 1,03 metros por segundo y que reina en una anchura de la zona de mar, que puede estimarse en 8.797 metros, equivalentes á 4,75 millas, según datos de los marinos y pescadores.

Caracteres geológicos de la costa.—Se describe con bastante detenimiento, y con datos tomados de las memorias publicadas por la Comisión del Mapa geológico de España, los terrenos terciarios y cuaternarios de las costas y los mares de aquellas épocas, de-

duciendo, de acuerdo con los geólogos, consecuencias importantes para el proyecto, relacionadas con el carácter mineralógico de los fondos del mar, con la orografía submarina y descubierta y con la formación de la costa actual, sus playas, dunas, barras, rías, abras y dársenas, en la parte comprendida entre el Guadiana y el Guadalquivir, para deducir, como resumen, que por el modo de formación geológico de la costa resultan inatacables los fondos inmediatamente á Levante del bajo de «Juan Limón», fronterizos al escarpe de la costa y torre del Oro, que ocupa la situación del antiguo «Cabo del Oro», por estar formados por las areniscas y cascajos diluviales, siendo todos los demás de la costa atacables por estar constituidos de arenas cuaternarias, finas y sueltas, y que en el principio de la época cuaternaria las profundidades en las inmediaciones de la «Isla Saltés» debían ser bastante notables frente á la boca del estuario é iban disminuyendo por la costa hacia el Cabo del Oro.

Aterramientos.—Acerca de la importante cuestión que entraña los aterramientos, se hace un estudio muy detenido de la marcha de las arenas y aluviones de la costa y de los fondos próximos al mar hasta la cota de 40,00 metros á baja, desde el Cabo de San Vicente hasta el extremo occidental de la barra de Huelva, en «Punta Umbría». De este estudio y de todas las consideraciones que en él expone el señor Molini, deduce que por Poniente del meridiano de «Punta Umbría», punto más occidental de la barra de Huelva, no llegan arenas á ésta ni por las playas descubiertas, ni de los fondos próximos á la costa ni de los de alta mar.

De igual manera proceden á hacer el estudio de toda la costa y fondos del mar situados á Levante de la barra, desde Tarifa al último elemento del bajo de Levante en las playas de «Juan Limón», para hacer ver que por el lado de Levante llegan algunas pequeñas cantidades de arena, que aunque sean dignas de alguna consideración por sus efectos en la canal de entrada y en la parte respectiva del bajo de Levante, no tienen, ni con mucho, importancia bastante para poder siquiera sospechar que de Levante proviene la cantidad de arena que existe hoy en la formación barra, en su conjunto de bajo de Poniente, de Levante y canal por ellos comprendida.

Analizados los movimientos que experimentan los aluviones de las costas á Poniente y Levante de la barra de Huelva, pasa á estudiar los fenómenos de aterramiento que en esta última tienen lugar, considerando extensa y detalladamente todo lo relativo al modo de formación del bajo de Poniente, del bajo de Levante y al modo de formación de la canal.

Atribuye la formación del bajo de Poniente, como la del bajo de Levante, á las acciones y aterramientos producidos sobre la costa por las rompientes que han tenido lugar durante toda la época geológica actual por los fondos de una profundidad menor de 6,00 metros.

Los resultados de estas rompientes, que como es sabido dependen principalmente de la orientación

de las líneas horizontales de la superficie en que rompen las olas, y de la cantidad de aluviones que éstas manejan en cada punto, más ó menos modificados y alterados por circunstancias accidentales y variables en cada lugar, han producido los bajos de Poniente y de Levante en todas sus particularidades, como el autor del proyecto demuestra en el detallado é interesante estudio que hace del régimen de la barra. Resultando, entre otras cosas, que la forma y relieve del bajo de Levante dependen de la forma y relieve del bajo de Poniente, siendo aquél menos ancho y menos alto, allí donde el de Poniente sea más alto y esté más crecido y viceversa.

Igualmente se desprende también que siempre, y en todos los tiempos, á cada situación del bajo de Poniente ha correspondido un bajo de Levante, y como el primero ha ido avanzando sucesivamente hacia el Oeste, el segundo, ó sea el bajo de Levante, había ido marchando de la misma manera hacia Levante.

Respecto á la canal, manifiesta que está hoy, y ha estado siempre, comprendida entre los dos bajos citados de Poniente y de Levante en todas las posiciones que sucesiva y correlativamente han ido ocupando estos últimos; pues si bien, mientras estas formaciones estaban por fondos de 6,00 metros, á baja no había barra propiamente dicha, así que el bajo de Poniente entró en los fondos de 5,00 á 6,00 metros que no pudo menos de encontrar en su avance hacia el Este, entonces los dos bajos de Poniente y de Levante se juntaron y unieron por aquellos fondos de 6,00 metros primero y después por los próximos á baja, creando verdadera barra con gola, pasando la canal por todos los estados que la han creado los bajos de Poniente y de Levante, y sus fondos, anchura y movilidad, han dependido de aquéllos.

Estudia, por último, el origen y marcha de los aterramientos en la barra, considerando que las arenas provienen como primer origen del Levante de aquella, arrastrado por las rompientes que producen las corrientes de vendabal, que la invasión de arenas y la movilidad de los veriles de la canal señalan los puntos de máxima movilidad y avance, el primero que camina en sentido N. S. en las proximidades del bajo de «La Matilla» y el segundo del N. O. á S. O. hacia el vértice de las dos alineaciones de la canal, ó sea en la región de la virada, decreciendo la movilidad á uno y otro lado de estos dos puntos singulares.

Que el primer tramo de canal paralelo á la playa hasta las inmediaciones de la boya de virada podía considerarse invariable no ejerciendo acción sobre su fondo las rompientes de todos los vientos, que se limitan á modificar ligeramente el veril Norte adelgazándolo y limpiándolo, y la influencia dominante y sensible de los fondos ahondables está representada por la acción de limpia, que es debida al predominio de las corrientes de vaciante sobre las de creciente.

(Se continuará.)

PUERTO DE HUELVA

(Continuación.)

Volumen de los aterramientos.

Para los efectos definitivos del proyecto conviene tener una idea lo más aproximada á la verdad de la intensidad de acumulación que en las diversas zonas transversales de los bajos de la barra pueden ocasionarse por los efectos de la marcha de las arenas, de que anteriormente se hace mérito.

La cantidad ó volumen de los aterramientos no depende solamente, en un punto dado, de la magnitud de las olas rotas que los producen; dependen también extraordinariamente de la cantidad de arena que éstas manejan, ó sea del estado de alimentación en que se encuentran las rompientes, que como es sabido, toman las arenas de los fondos en que rompen á los que las llevan las corrientes del vendaval dominante.

Como quiera que al redactar el proyecto se carecía de los datos necesarios tomados durante el número de años convenientes y con apropiada minuciosidad para estimar aquellos volúmenes por cubicación, se aprecia por comparación con los que entran en las playas del puerto de Dunkerque, que son perfectamente conocidos, por la ejecución de ocho ó diez años de dragados minuciosamente medidos.

El razonamiento que el Sr. Molini desarrolla es el siguiente: en Dunkerque se necesitan dragar 500.000 metros cúbicos anuales para impedir el ingreso de arenas en la canal haciéndola permanente; si, pues, las condiciones de aquella canal, de sus rompientes y playas son iguales á las de Huelva, aquí entrará en la canal volumen análogo; si son más favorables para acumular arenas en Dunkerque que en Huelva, la cantidad de arena que invadirá la canal de Huelva todos los años será menor, y al contrario.

El citado Ingeniero, valiéndose, como se ha dicho, de ciertas apreciaciones de comparación con el puerto de Dunkerque, gradúa el aporte anual de arenas á la barra de Huelva en más de 400.000 metros, volumen que puede aceptarse en calidad de aproximado para la formación del presupuesto, pero tal vez habrá años en que según los temporales que reinen no lleguen á alcanzar aquel volumen.

Elección del sistema de obras para mejorar la barra.

Sobre la elección del género de obras que deben emplearse en la barra de Huelva para su mejora, desarrolla el Sr. Molini en su proyecto prolija discusión, examinando el sistema que se funda en la construcción de diques y el que se basa en la ejecución de dragados permanentes.

Desecha la adopción de diques, por encontrar este medio muy caro y de resultados á la corta ó á la larga negativos, entrañando en todas ocasiones el inconveniente de perturbar el origen de las playas con-

tiguas al canal de navegación, y como consecuencia natural dar origen á resacas y corrientes, al arrastre de aluviones, que en definitiva con el trascurso del tiempo contribuye á la formación de nuevas barras situadas más afuera que la primitiva. Hace notar la importancia que en todos los casos alcanza los gastos de conservación propios de los diques, que exceden á todas las previsiones, debiendo estimarse como tales los de reparación y los de dragado en el interior y boca de la canal, que no se han podido evitar nunca.

Además, en el caso de Huelva, la importancia de los diques sería enorme, pues la longitud variaría entre cinco á seis kilómetros empleando uno solo, y doce á catorce si se construían dos, viniendo á gravarla de manera extraordinaria la carencia en la localidad de materiales apropiados para la construcción de diques.

No deja el Sr. Molini de tomar en cuenta, como ejemplo de algún éxito del sistema de diques, el obtenido con el construido en la barra de Bilbao, donde lo único que se ha logrado, á su juicio, ha sido abrir una canal muy estrecha, con relación á las necesidades de la navegación, cuya permanencia, en cuanto á su profundidad, ha dependido siempre de las avenidas del Nervión, que son de relativa importancia, y sin embargo, la anchura de la canal abierta por los efectos del dique ha ido disminuyendo, teniendo que recurrir á la ejecución de dragados permanentes, iniciados ya en la época en que se redactaba este proyecto.

Por todas aquellas consideraciones desecha en absoluto el empleo de diques para la mejora de la barra de Huelva, adoptando los dragados hasta obtener una canal con la anchura, profundidad y dirección que requieren la navegación y las consecuencias del régimen, completándolo con la ejecución de las zanjas de guarda ó fosas de garantía, que deben situarse en el camino que recorren las arenas para llegar á la canal, y cuya misión es recoger las arenas que las rompientes y las corrientes meten dentro de la canal navegable durante un año.

Entre las ventajas que el autor del proyecto cita en apoyo de este sistema de ejecución, citaremos como más importantes las siguientes: que dragando en la canal, como propone hasta la cota de 6^m,00 á baja mar, queda ésta libre de rompientes; que con la existencia de las fosas de garantía las rompientes no alteran los fondos disponibles en la canal; que el sistema de dragados permite aumentar la anchura de la canal con evidente ventaja para la navegación y para la entrada de marea, y por último, que el sistema no altera en nada el régimen natural de la costa, marchando los aluviones por ella sin cambiar el modo de ser de sus acumulaciones como si no existiera la canal.

Emplazamiento en que procede establecer las obras exteriores.

Se desarrolla en la Memoria un detenido estudio sobre el emplazamiento en que procede ejecutar los

dragados que han de constituir la mejora de la canal, considerándolo bajo los distintos puntos de vista de la ejecución de las obras, las conveniencias de la navegación y el régimen á que ha de quedar sujeta después de establecida, viniendo á deducir de todo ello que, de los diferentes emplazamientos que pueden adoptarse, los más convenientes son los situados entre la canal del «Padre Santo» y la actual canal navegable; escogiendo entre estos últimos el que coincide próximamente con la canal actual, que es el que á juicio del autor del proyecto reúne mayores ventajas, bajo los tres puntos de vista objeto de su estudio; pues si bien manifiesta que la navegación á la vela resultaría favorecida en cualquier emplazamiento situado más al Oeste, esta ventaja desaparece y no tiene importancia tratándose de la navegación á vapor, ni es suficiente para desechar el emplazamiento sobre la canal actual, cuyas ventajas son más importantes bajo los otros conceptos.

Forma y dimensiones de la nueva canal y de sus fosas de guarda.

Deduca y justifica la forma, dimensiones y profundidad de la nueva canal y de las zanjas de guarda ó fosas de garantía, teniendo presente las conveniencias del régimen de los aterramientos y las de la navegación de gran porte, que se propone crear en el puerto de Huelva, como fin primordial del proyecto.

Fija en 6,00 metros á baja mar la profundidad general de la canal, igual próximamente á la altura máxima de las olas de temporal, para evitar que las rompientes ataquen directamente á los fondos navegables.

Propone el ensanche de la canal navegable con estos fondos para que tenga latitud suficiente á facilitar el paso y cruce de los buques.

Al efecto, la alineación paralela á la playa, ó sea desde la región de la virada á la canal del «Padre Santo», le fija un ancho de 150,00 metros, suficiente además para remediar los efectos que la mar y el viento que reciben de través en esta alineación producen en la derrota de los barcos acercándolos á la costa.

En la región de la virada ensancha la canal hasta obtener 350,00 metros de latitud y la alineación oblicua á la costa ó de entrada, así como la boca, se le da una anchura de 250,00 metros para que los buques puedan abrir lo que á cada uno convenga, según el ángulo de la virada que ya se traza con 150°,30' de abertura para hacer la maniobra lenta é insensible dentro de la canal ensanchada.

En uno y otro veril de la canal, desde la boca de entrada hasta la virada, establece las fosas de guarda ó de garantía, fijando la profundidad en la fosa de Poniente en 8,00 y 7,00 metros, dividiendo su anchura en dos partes iguales, y la de Levante con una profundidad uniforme de 8,00 metros; resultando, por tanto, un exceso de fondo sobre la general de la canal de 1,00 y 2,00 metros que, combinadas con las anchuras adoptadas en cada punto, proporcionan los volú-

menes de garantía, que es en cada fosa, respectivamente, de 300.000 y de 100.000 metros cúbicos.

La ejecución de las obras propuestas supone el dragado de los volúmenes siguientes, medidos por cubicación directa:

	Metros cúbicos.
Dragados de la apertura de la canal...	1.718.656,33
Dragados preventivos de primer establecimiento, fosa de guarda de Poniente, á 8 metros de profundidad.	151.792
Idem id., á 7 metros de id.	106.482
Fosa de guarda de Levante.	49.130
	} 307.404,00
TOTAL	2.026.060,33

Supone además la ejecución anual permanente de 300.000 á 400.000 metros cúbicos de dragado en las fosas de guarda como máximo, y como representación de los aportes anuales de arena que pueden ingresar en la canal mejorada.

Presupuesto, sistema y plazo de ejecución.

Propone el Sr. Molini que las obras comprendidas en su proyecto, que se acaban de enumerar, se lleven á cabo por el sistema de administración, empezando la Junta por adquirir el material de dragado y verificar la construcción de los edificios necesarios para establecer en la barra la oficina para el personal, é instalación de los demás servicios de las dragas.

Calcula el importe de la adquisición de una draga ganguil de rosario y de cinco dragas de succión, francas en el puerto de Huelva, en 2.800.000 pesetas.

Y la construcción en la barra de la casa oficina para el personal é instalación de una estación meteorológica y de los servicios de las dragas, en 50.000 pesetas.

En junto asciende el importe de los gastos de adquisición del material de dragado é instalación de sus servicios auxiliares á la cantidad de 2.850.000 pesetas.

El importe por ejecución material de las obras interiores y exteriores comprendidas en su proyecto, lo hace ascender á la cantidad de 5 095.922,22 pesetas, proponiendo llevarlas á cabo en tres periodos, de cuatro años cada uno de los dos primeros y tres años para el tercero, ó sea un total de once años.

Durante el primer periodo, se efectuarán en la barra los dragados necesarios para abrir un canal de 150 metros de anchura y 6 metros de profundidad á baja mar viva y el establecimiento de la fosa de guarda de Poniente, de 6 y 7 metros de profundidad á baja, que da un volumen total, medido en las cántaras de los gánguiles, de 1.429 268 metros. Durante este periodo, habrá que extraer 1.600.000 metros cúbicos por aportes, calculados anualmente en 400.000 metros cúbicos.

De los dragados interiores se ejecutarían solo durante este periodo los de apertura de la canal de la

Ballena á 9,06 metros de profundidad á baja y la primera mejora de los fondeaderos para los servicios de los embarcaderos actuales, á la misma profundidad, dragados que, medidos en los gánguiles, dan un volumen de 2.910.638 metros cúbicos.

El volumen total de dragados exteriores é interiores á ejecutar durante el primer período es, pues, de 5.939.907 metros cúbicos, que al precio de 0,318 pesetas por metro cúbico á que ha deducido, importan 1.889.900 pesetas, ó sea á razón de 472.475 pesetas para cada una de las cuatro anualidades.

En el segundo período de obras, que comprende también otros cuatro años, se harían los dragados necesarios para darle á la canal de la barra el ancho definitivo, se establecerían las fosas de Levante y se extraerían los aportes ó invasiones anuales de arenas.

En cuanto á los dragados interiores, se verificarían los necesarios para hacer desaparecer el bajo de la Ballena y la Punta de la Cabezuela. Se harían además las excavaciones hasta la baja mar en la Cabezuela y se construirían las puntas artificiales del Sebo y del Burro.

El importe de las obras del segundo período asciende á 2.274.267 pesetas, correspondiendo 475.842 pesetas á cada anualidad.

Por último, durante los tres años del tercer período las obras en la barra se reducirían á la conservación de la canal, extrayendo las invasiones anuales de arena durante los tres años, y á la terminación del fondeadero para servicio de los muelles definitivos. El importe de estos trabajos, durante cada uno de los tres años, lo calcula en 310.584 pesetas, ó sea para todo el período 931.754 pesetas.

•••

Tal es el proyecto del Sr. Moliní, del que hemos procurado dar una idea, aunque sucinta, lo más completa posible. Informado por la Junta de obras, por la Comandancia de marina y por el Ingeniero Jefe de Obras públicas, fué elevado á la Dirección general en Julio de 1893.

Por Real orden de 7 de Mayo de 1894 se dispuso que el Inspector general D. Amado de Lázaro, designado como ponente para informar el proyecto pasase á Huelva para ilustrar su informe con datos prácticos adquiridos sobre el terreno.

Dicho señor, al dar por terminada su misión en 28 de Marzo de 1895, teniendo en cuenta que desde la época en que se redactó el proyecto habían transcurrido tres años y medio y practicado trabajos de sondeos y estudios de la Barra, entre los cuales figuraban los realizados durante su estancia en Huelva con motivo del terrible temporal de 10 de Marzo de 1895, y como el resultado de tales trabajos no podía aparecer en el proyecto ni constaba oficialmente si harían que el autor *persistiera en la totalidad de sus primeras propuestas ó que las modificase*, entendió que convenía se redactase una ampliación al proyecto, en que se diese cuenta de aquellas observaciones y

de los juicios que por virtud de la misma hubiese formado, á la vez que se hacía imprescindible formular el correspondiente presupuesto de las obras, por carecer de tal documento el proyecto presentado.

La circunstancia de haber cesado en 28 de Septiembre el Sr. Moliní en la dirección de las obras del Puerto de Huelva, fué causa de que no pudiera dar cumplimiento á lo ordenado por el Sr. Inspector en visita; y la Dirección general de Obras públicas, en 22 de Noviembre próximo pasado, dispuso que por el nuevo Director de las obras se diese cumplimiento á las órdenes del Sr. Inspector, debiendo limitarse aquél á indicar en vista de los datos tomados por su antecesor con posterioridad á la fecha en que redactó el proyecto, si crece conveniente el estudio de alguna otra solución, y caso afirmativo procediese desde luego á formularla, acompañando al presupuesto de dicho estudio el correspondiente á las obras interiores del proyecto primitivo.

En su virtud el actual Ingeniero Director de las obras, D. Joaquín Rodríguez Leal, redactó la ampliación al proyecto de que pasamos á dar cuenta.

IV

AMPLIACIÓN AL PROYECTO GENERAL DE MEJORA DE LA NAVEGACIÓN DEL PUERTO DE HUELVA FORMULADA POR DON JOAQUÍN RODRÍGUEZ LEAL.

En cumplimiento de la orden de la Dirección general de Obras públicas de que anteriormente se ha hecho mérito, el actual Ingeniero Director de las Obras D. Joaquín Rodríguez Leal, procedió á estudiar y proponer la solución á su juicio más conveniente para el emplazamiento de la canal de entrada de la Barra de Huelva, redactando el proyecto que con el presupuesto correspondiente á las obras interiores y fechado en 15 de Mayo último, fué elevado á la aprobación de la Superioridad. Comprende la Memoria siete capítulos.

Consideraciones generales.

En el capítulo 1.º, que denomina *antecedentes y consideraciones generales*, empieza por dar una idea general de las obras que comprende el proyecto del Sr. Moliní y del importe de las mismas.

Hace después una relación de la tramitación de aquel proyecto y de las vicisitudes por que ha pasado hasta la fecha en que recibió el encargo de formular la ampliación de que nos estamos ocupando.

Manifiesta que acepta cuanto expone el Sr. Moliní en la memoria de su proyecto que se relaciona con el régimen de la región marítima interior, abrigada de los efectos de las aguas del mar, como lo que se refiere á la región de la desembocadura situada al exterior en el mar libre, admitiendo cuanto allí se expone sobre la orografía, hidrología y geología de ambas regiones, como sobre vientos, olas, mareas,

corrientes y resacas, que á más de la propia observación está basado en las enseñanzas que arrojan los derroteros, las cartas de la Dirección de Hidrografía y las memorias del mapa Geológico de España; añadiendo que aun aquellos principios é ideas que el señor Moliní desarrolla con relación á algunos de los elementos del régimen, sobre los cuales no existen datos bastantes de observación, hay que reconocer que están deducidos lógicamente y razonadamente.

Dice por último que la nueva solución no afectará más que á la propuesta de obras exteriores del proyecto primitivo, puesto que ha de basarse en los resultados que arrojan los datos tomados por su antecesor con posterioridad á la redacción de aquel proyecto, que se refieren solo á la región de la Barra, y que no existiendo nuevos datos respecto á las obras interiores, acomodándose á lo dispuesto por la Superioridad, se limitará respecto á estas últimas á formular el presupuesto de las que conceptúa de más urgente necesidad.

Emplazamiento más conveniente para las obras exteriores.

El Sr. Moliní, en su proyecto de 1891, proponía según se ha visto, sostener la canal de entrada del puerto de Huelva en el mismo emplazamiento que hoy ocupa, teniendo en cuenta los datos, sondeos y observaciones por él practicados en la región de la Barra en los años 1889 y 1890.

Del examen de los trabajos de sondeo practicados en la Barra con posterioridad á la época en que redactó el proyecto, y muy especialmente los llevados á efecto á raíz del terrible temporal de 10 de Marzo de 1895, se deducen consecuencias sobre el régimen de los aterramientos en la región movable de la barra, que aconsejaban estudiar si existía una solución más ventajosa que la propuesta en el proyecto primitivo.

Examinando la situación que ocupan las curvas de nivel á 4,00 metros referidas á la baja mar viva que limitan la canal, resulta comprobada la invariabilidad atribuída por el Sr. Moliní á la parte de canal comprendida entre «La Cascajera» y la boca interior de la «Canal del Padre Santo.» Pero respecto al resto de la canal paralela á la costa, ó sea desde la boca interior de la canal del «Padre Santo» hasta la región de la virada que el Sr. Moliní consideraba fija é invariable en lo relativo á sus fondos y al veril S. contiguo al bajo de Poniente y poco movable en el veril N. contiguo á la playa, resulta comprobado que el régimen no es el que se había supuesto. Pues si bien hasta el año 1894 inclusive las alteraciones que experimentaron las curvas de nivel no alteraron sensiblemente las condiciones de la canal navegable, ni en cuanto á sus fondos ni anchuras, cuando á raíz del terrible temporal de Marzo del 95 se procedió á reconocer este trozo de canal, se advirtió que había sufrido un estrechamiento toda ella, siendo el máximum en el punto que confronta con el bajo de «La Matilla», en que vino á quedar reducida á 20,00 metros la

distancia que separa las curvas de nivel de 4,00 metros en lugar de los 180,00 que presentaba de anchura para estos fondos el año 1894.

Todos estos efectos se encuentran comprobados en una lámina que se acompaña al proyecto que representa las alteraciones observadas en la región movable de la Barra desde el año 1890 al 1895, indicando la situación de la canal comprendida entre las curvas de nivel de 4,00 metros.

Esto pone de manifiesto que por lo que á este tramo se refiere, el régimen de la canal actual no es el que se había supuesto, faltando la enérgica acción de limpia, debido al predominio de la vaciante sobre la creciente, que hacía suponer que este trozo de canal podría considerarse fijo é invariable en cuanto á sus fondos y en cuanto á sus veriles.

Respecto á la alineación de salida al mar oblicua á la costa, entiende el Sr. Rodríguez Leal que está sujeta próximamente al mismo régimen que cualquiera otra abierta con la misma orientación entre la canal del «Padre Santo» y la «Canal Actual», á través del bajo de Poniente, y que las diferencias dependerán solo de su mayor ó menor longitud, según que el punto de origen esté más ó menos lejos del mar libre. Resultando de todo esto, que ni bajo el punto de vista del régimen, ni de las obras de primer establecimiento, ni tampoco de las de conservación, el emplazar la nueva canal próximamente en el sitio que ocupa la actual ofrece las ventajas que le atribuía el Sr. Moliní. Y como respecto á las condiciones para la navegación aquel Ingeniero reconoce que resulta más favorecido todo emplazamiento situado más al O., porque separándose de la costa acorta el camino que recorren los barcos, evitando el peligro de que éstos se ensaquen y puedan irse á la playa por abatimiento ó deriva, efecto de un temporal, resulta que tampoco bajo este punto de vista aquel emplazamiento reúne ninguna ventaja.

Admitiendo con el Sr. Moliní que la nueva canal que debe emplazarse dentro de la zona que se ha considerado siempre como más ventajosa, bajo el punto de vista de los aterramientos, es la comprendida entre la canal del «Padre Santo» y la actual canal navegable, así como el Sr. Moliní escogía el emplazamiento más á Levante, ó sea la canal actual, el Ingeniero Sr. Rodríguez Leal escoge el situado más á Poniente dentro de esta zona, ó sea el de la antigua canal navegable del «Padre Santo».

Las ventajas del nuevo emplazamiento las resume en las tres siguientes: primera, menores aterramientos; segunda, menor cantidad de dragado; tercera, menor longitud de canal.

Los aterramientos serán menores, porque toda canal oblicua á la costa abierta á través del bajo de Poniente, con la orientación que tiene la canal del «Padre Santo» ó la alineación oblicua de salida de la actual navegable y comprendida entre ellas, está sujeta sensiblemente al mismo régimen; y además, los datos que hasta ahora se tienen y el régimen que representan las curvas, no acusa que exista para la

canal del «Padre Santo» ningún sitio de máxima acumulación de arenas, como ocurre para la actual en la región inmediata al bajo de «La Matilla» y en la zona próxima á la boya de virada. Por otra parte, como los aterramientos que producen las invasiones de arenas se efectúan en la canal actual, no sólo en la alineación oblicua á la costa, sino también en la paralela á la playa por no producir la corriente de vaciante la poderosa acción de limpia con que se contaba, resulta que suprimiendo el trozo de canal paralelo á la playa, queda sólo la alineación oblicua, cuya longitud es próximamente la misma y cuyo régimen es sensiblemente semejante.

En cuanto al segundo extremo, ó sea el de la economía en los dragados, basta expresar que la longitud de 4.807 metros, comprendidos entre las curvas de 6 metros á baja mar de salida al mar y la del interior del estuario, se reduce entre los mismos límites á 2.600 metros para el emplazamiento en la canal del «Padre Santo».

El volumen que había que dragar en el proyecto del Sr. Molini era de 1.718.656 metros cúbicos para una canal de 6 metros y un ancho medio de 200 metros, mientras que en la del «Padre Santo» se reducirá á 1.165.154 metros cúbicos para una canal establecida con la misma profundidad y anchura uniforme de 250 metros en toda su longitud.

Y respecto de la navegación, que es la tercera, de las ventajas indicadas, resulta que se acorta el camino que han de recorrer los barcos en una longitud de 2.188 metros, reduciendo en la misma longitud el trozo del canal totalmente desabrigado de las marejadas, puesto que una vez llegado á la boca de la canal del «Padre Santo», ya de allí en adelante la canal se considera abrigada, hasta el punto de poderla recorrer los barcos sin peligro, y aunque se encontrasen con vientos contrarios disponen de fondos de 6

metros y de anchura de 300, como resulta de los datos adquiridos.

Aparte de las ventajas indicadas, resultaría que aun en el caso de que el trozo del canal paralelo á la costa hubiese gozado de la fijeza que se le atribuía, siempre habría un trozo de canal desabrigado en que los barcos en general, y los de vela especialmente, tendrían que navegar con los mismos peligros que hoy se presentan, siendo de notar, por último, que la canal del «Padre Santo» ha sido canal principal hasta 1879, y á medida que la actual va perdiendo en anchura y fondos, aquélla, que nunca llegó á cerrarse en absoluto, va ensanchando y alargando las curvas de nivel de 4 metros; y es de creer que si la actual se cerrase del todo, se produciría la rotura por la repetida del «Padre Santo».

Otras varias ventajas en favor de la nueva solución pudieran deducirse, teniendo en cuenta que las acumulaciones de arena y la movilidad de la canal, se verifican en toda su longitud de 4.800 metros; sin que exista en la alineación paralela á la playa la acción de limpia que se había supuesto y, por consiguiente, que el volumen de las invasiones anuales de arena que había que extraer sería mayor de lo calculado, y las fosas de guarda ó de garantía habría que establecerlas en toda la longitud que comprende la canal hasta la del «Padre Santo»; pudiera hacerse ver también que los barcos, hasta llegar al punto en que pueden navegar al abrigo de las rompientes que producen las olas, corrían peligro en ese trayecto de 4.800 metros de ser lanzados á la costa por abatimiento ó deriva, por efecto de los temporales; y finalmente, que siendo el régimen de la nueva canal próximamente el de la antigua, costará menos, según se ha dicho, la conservación en la que ahora se propone.

(Se continuará.)



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 Portugaleta, y manifiesta que estos efectos han respondido perfectamente al pensamiento de su autor, D. Evaristo Churruca, 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.

Se ha conseguido también que en el espacio comprendido entre el muelle y la costa, situada entre Portugaleta 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 refluo, debiendo además tener en cuenta que la barra de Bilbao maneja relativamente pocas arenas.

Manifiesta también que el coste de construcción 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

(1) Véase el número anterior.

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 zanjias 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, agre-

gando 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 zanjias 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.

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.—BOLETÍN

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 «Punta Umbría», 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 dragagánguil 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 contramaestre.....	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
Mas 1,50 toneladas 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.

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 2.103.422,48 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. Molini 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. Molini.

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	Volúmenes en el terreno. Metros cúbicos	Volúme. 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 nece-

sario, consiste en una draga rosario del tipo llamado «Garonne», un remolcador y cuatro chalanas gán-guiles 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 Del remolcador..... 10.285,00 De las chalanas..... 8.760,00	32 925,00
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 aumentando 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 1.172.702,36, 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

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.—BOLETÍN

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 incidentes 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 de-

dicar 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.