

las grandes deferencias de que habia sido objeto la Empresa.

El Sr. Barron, que estaba sentado á la derecha de la presidencia, contestó al Sr. de Canalejas en nombre de la Junta Consultiva, diciendo que nada tenia que agradecer aquella al citado Cuerpo, pues éste sólo hace justicia y presta siempre su apoyo á toda Empresa que, como la de Ciudad-Real, sabe cumplir con exceso sus compromisos.

A las doce partió el tren de vuelta, y á las dos y media fué detenido en el Collado de la Vieja por un desprendimiento de pequeña importancia, pero que cerraba el paso. De regreso á Ciudad-Real, la Empresa, con suma galantería, dispuso que los invitados regresáran á Madrid por la línea antigua, á donde llegaron á las cinco de la tarde del día 4.

Réstame, para concluir esta ligera reseña, hacer una triste observacion: entre los invitados se hallaban redactores de todos los periódicos políticos de Madrid; de la prensa científica sólo estaba representada la *Gaceta de los Caminos de Hierro*. ¿Es culpa de la Empresa este olvido? De ninguna manera; ésta se dejó arrastrar por la inveterada costumbre española de no acordarse para nada de la ciencia. ¡Triste situacion la del hombre científico en España, condenado á eterno olvido!

E. DE ECHEGARAY.

## APUNTES SOBRE PUERTOS.

(Conclusion.)

Lámina 79.

*Descripcion del nuevo proyecto.*—Con lo que llevamos expuesto se comprende que ántes de proponer las nuevas obras que debian hacerse, tuvimos en cuenta los inconvenientes que ofrecia el proyecto primitivo, los cuales eran subsanables en el estado que se hallaban las cosas, y esto ha sido realmente lo que hemos hecho, adicionando las obras complementarias que forzosamente necesitaban. La traza del proyecto primitivo ya no se podia alterar con arreglo á todo lo que hemos expuesto; pero donde ofrecia su principal inconveniente, que era entre las Peñas de Badil y el Caballo, podia alterarse; por hallarse interrumpidos los malecones en dicho trayecto, y á este efecto presentamos la variacion que figura en el plano, la cual no ofrece inconveniente alguno, ni para la navegacion, ni para la buena marcha de las corrientes; no tiene más inconveniente que el de la

vista del dibujo, que hace comprender es una modificacion forzada; pero ésta no es razon para que por evitarla se hagan gastos de mucha consideracion.

Hemos alterado tambien la direccion del malecon del trozo cuarto, dando á la entrada una forma abocinada para facilitar el ingreso de la marea en la ría.

En el trozo primero, donde no se ha ejecutado nada, hemos alterado tambien la traza en la curva de los Molinos, amoldándonos al canal más de lo que estaba el proyecto primitivo.

Con respecto al ancho, no se ha hecho modificacion alguna en el trayecto de Avilés á la boca de la ría, y únicamente se ha alterado en el trozo 1.º, por causa de la convergencia de las márgenes, que se ha cambiado, dejando en la parte superior del canal un ancho de 28 metros en vez de los 16 metros que tenia el proyecto anterior. La falta de ancho del canal puede decirse que no motiva otro inconveniente que el de la virada de los barcos, y éste puede evitarse con dejar interrumpido el malecon de la derecha en la forma que se halla hoy dia enfrente de Avilés, donde giran en buenas condiciones. Además no puede pretenderse otra cosa que el aprovechamiento de los embarcaderos del canal por buques pequeños ó de cabotaje, los cuales á poco que se hallen abajo, pueden virar perfectamente en el canal actual. Con respecto á corrientes, ya hemos visto que entre San Juan y Avilés no son temibles para la navegacion, y por lo que hace á la destruccion de los malecones, no ofrecen temor alguno. En este trayecto el asiento de los malecones está hecho en terreno muy distinto, pues hay trozos en los que es bastante resistente, y otros que carecen de esta condicion. En los primeros es donde se encuentra más alto el cimientó del malecon; pero á medida que por las socavaciones va desapareciendo el terreno sobre que asientan, se defienden perfectamente vertiendo á su pié escollera perdida que le recubra; donde el terreno es flojo la base del malecon es más profunda, y á medida que las socavaciones van llegando á él se defienden tambien del mismo modo. Así que los malecones están muy léjos de ofrecer ruina, y su buena conservacion es problema resuelto, á pocos que sean los fondos que para ello se dispongan. Las socavaciones que producen las corrientes que encauzadas marchan siempre por el mismo sitio, indican claramente las partes que hay que defender, y

áun hay grandes trozos donde hasta hora no han llegado al malecon, y esto nada tiene de particular, porque la formacion del canal se confió únicamente á las corrientes y éstas no son suficientes. En las obras de canalizacion de rías, la draga es un auxiliar indispensable, y á ella debe confiarse la apertura del canal donde el terreno sea consistente, dejando á las corrientes como mision principal la de mantenerle limpio y expedito, una vez que se haya establecido. De aquí resultaria un nuevo gasto indispensable en el caso de ensanchar el canal, á no ser que su formacion se encomendase á las corrientes, que siendo más débiles que actualmente, tardarian un tiempo muy largo en dejar buen canal á toda la extension que correspondiese.

Ademas de las variaciones indicadas hemos alterado tambien la naturaleza de las obras en los trozos 1.º y 4.º En el trozo 1.º debe tenerse en cuenta que en casi toda su longitud la ría se halla bien encauzada por los malecones de tierra que se han construido para el saneamiento de las marismas, y si estas obras dejáran para ancho del canal el que corresponde segun la modificacion que hemos propuesto, nada habria que hacer. Con todo, la diferencia es muy pequeña, y en atencion á ello se comprende que la ejecucion de una obra relativamente costosa para conseguir el ancho que hemos propuesto no está indicada. Los malecones que en el proyecto primitivo se proyectan para este trozo son de la misma naturaleza que los ya mencionados de las marismas, y el importe de su presupuesto de ejecucion material asciende á 1.555.960,50 rs., cifra que nos parece demasiado elevada para el efecto que con gastarla se pretende obtener, y que debe sustituirse con otra de ménos entidad, lo cual se consigue con variar la naturaleza de las obras. Las más adecuadas son los espigones de enzarzados en forma de T, que se construyen con gran economía y producen un excelente resultado en la socavacion del canal, y elevacion del terreno que está fuera de él. De este modo el presupuesto del trozo 1.º se reduce á 55.560,40 rs. La alteracion de la naturaleza de las obras del trozo 4.º se refiere á la cimentacion del malecon. En el proyecto anterior se proponia para esto un macizo de escollera de 11 metros de espesor en su coronacion, ó sea á la altura de la bajamar viva, y con taludes de 4 por 1, con lo cual resultaba en la cabeza del muelle una base de 85 metros. En atencion al pequeño tamaño de

la escollera (de 0,20 de metro cúbico como mínimo), se proponia el recubrir sus taludes con bloques de hormigon de 4 metros cúbicos. con objeto de asegurar la estabilidad del macizo. Esta cimentacion, ademas de ser muy cara, ofrecia el inconveniente de invadir con escollera una gran parte del canal en la desembocadura de la ría, con lo cual se inutilizaria para la navegacion una zona considerable de su ancho, ofreciendo ademas la grave circunstancia de imposibilitar á los buques el que pudiesen acercarse al muelle y recibir de él los auxilios que puedan necesitar, para recorrer con seguridad el trayecto de la desembocadura, que es el único peligroso que ofrece la ría.

Para evitar todo ello hemos propuesto una cimentacion de escollera hasta el nivel del suelo, y apoyándose en ella un macizo de sacos de hormigon que llegue á la bajamar viva, desde la cual para arriba puede construirse el macizo del muelle sin dificultad alguna. Para la ejecucion de esta obra debe empezarse por verter escollera en toda la base del malecon, y como se irá introduciendo en la arena, es menester continuar la operacion hasta que aparezca en la superficie del fondo, y una vez que haya tenido lugar se tiene una base sólida, sobre la cual puede construirse obra concertada. Al macizo de escollera se le deja 1,5 metros de berma, respecto al de sacos de hormigon, y á este otro de un metro para el superior, que es de mampostería, con lo cual este último se halla perfectamente defendido, porque se podrán reparar fácilmente los desperfectos que puedan experimentar los dos macizos inferiores. El ancho del muelle se ha reducido tambien desde 5 metros, que era en el proyecto primitivo, á 4 metros, que son suficientes para el objeto que ha de llenar. Para resumir, dirémos que en el malecon del trozo 4.º hemos alterado: 1.º, su direccion, dando una forma abocinada á la entrada de la ría; 2.º, su longitud, de 460 metros, á 510 metros, y 3.º, su ancho, de 5, á 4 metros, con todo lo cual hemos reducido su importe de 2.550.206,75 pesetas, que era en el proyecto primitivo, á 824.621,45 pesetas, que es en el nuevo.

Lo que llevamos expuesto hace comprender que el fundamento de nuestro proyecto es aceptar los hechos consumados, ó sea las obras ejecutadas en la canalizacion, que han dado tan excelentes resultados, modificándola donde áun hay libertad de poderlo hacer, y complementando con las que se requieren para dejar de Avilés un buen puerto.

Las obras que se proponen es evidente que no hay necesidad de ejecutarlas á la vez, pues ni las necesidades del tráfico lo exigen, ni lo permiten tampoco los recursos del Estado; razones por las que se estudió con cuidado el orden en que debian ejecutarse los diversos grupos en que se han dividido. Si se considera la situacion que en la actualidad ofrece el puerto, se observará que la salida y entrada de buques y el recorrido del canal tienen lugar en buenas condiciones, y que lo más preciso es preparar medios para que los buques puedan practicar las operaciones de carga y descarga. Con este objeto es necesario disponer muelles, y los indicados de una manera natural son los que están en prolongacion de los que actualmente se utilizan. Así, pues, proponemos la construccion de un muelle desde Avilés hasta el Torno, y cargaderos de madera de 200 en 200 metros. La construccion del muelle está reducida á elevar el malecon de escollera hasta su coronacion, y adosarle un terraplen, sobre el que se extienda afirmado, de modo que quede una carretera á lo largo de él. Con estas obras podrá utilizarse parte del canal; pero á la vez que ellas, se propone la terminacion del malecon de la izquierda en el trozo 3.º, para mejorar la entrada de la ría y poder prestar desde él auxilio á los barcos en la parte más peligrosa de ella. Estas obras, que constituyen el primer grupo, se hallan actualmente en curso de construccion. Con ellas no se obtiene más que un pequeño resultado en el aprovechamiento del puerto, y realmente no se hace otra cosa que satisfacer sus primeras necesidades, y como el canal queda con ellas en buenas condiciones, especialmente en su parte inferior, las obras que comprende el 2.º grupo tienen por objeto disponer de un sitio conveniente para que todos los barcos que puedan ingresar en la ría, por crecido que sea su tonelaje, puedan ejecutar con toda comodidad, seguridad y economía sus operaciones de carga y descarga, lo cual se consigue con la construccion de la dársena de flotacion. Una vez ejecutada ésta, el puerto ofrecerá excelentes condiciones en su interior, y su capacidad puede ir aumentándose por medio del dragado, á medida que las necesidades lo exijan, pues no proponemos el que de una vez se efectúe en toda la extension que dejamos para dársena. Las obras que faltan para la terminacion del proyecto completo se refieren á la construccion del malecon del trozo 4.º, y á la terminacion de los demas ma-

lecones, dejando en el de la derecha una abertura de 50 metros para que los buques puedan ingresar en la ensenada de San Juan, que servirá siempre de desahogo á la ría y sitio cómodo para practicar las reparaciones que puedan necesitar. Nos falta decir que las obras del trozo 1.º no están comprendidas en estos grupos y se han propuesto para hacerlas por administracion, por lo cual pueden ejecutarse cuando se quieran. Su construccion es evidente que ha de favorecer á la canalizacion, así como tambien la sustitucion del actual puente de San Sebastian por otro de hierro que con un solo tramo atraviese la ría.

*Naturaleza ó clase de las dársenas de flotacion.*

—Indicadas ya las obras que se proponen para la ría, vamos á ocuparnos de las dársenas de flotacion haciendo la comparacion entre las cerradas con esclusa y puertas y las que sean abiertas. Sea *ab*, fig. 1.ª, la rasante del muelle; *cd* la línea de la pleamar, y *ef* la de bajamar. Si la dársena es cerrada, como el nivel del agua se ha de mantener á la altura *cd*, no habrá que excavar debajo de *ef* más que hasta la profundidad necesaria para que los barcos que ingresen en ella se hallen á flote, que suponemos sea *g*. Si la dársena es abierta, como en bajamar, el agua ha de llegar á *ef*; si los buques han de estar á flote, será necesario excavar hasta *h*, siendo  $gh=ec$  á la carrera de la mayor marea. Resulta, pues, que una dársena abierta exige una profundidad de excavacion que excede á la que es cerrada en una cantidad igual á la mayor carrera de marea, y que los muros que la contornean necesitan en altura la misma cantidad de más que los otros; pero debiendo tenerse en cuenta que este aumento es en la parte *gh*, ó sea á un nivel inferior al de la bajamar. En cambio las dársenas cerradas necesitan esclusa y puertas, que son obras cuyo coste aumenta á medida que hayan de alcanzar mayor profundidad. De aquí se deduce que la circunstancia más influyente en general, para las obras que requieren unas y otras, es la amplitud de la marea, pues á medida que es mayor es más fácil la construccion de las dársenas cerradas y más difícil la de las otras, sucediendo lo contrario cuando disminuye, y que si es pequeña, no conduce á nada la construccion de una dársena cerrada.

Si hacemos la comparacion con relacion á la comodidad que prestan en el servicio del puerto, no tiene duda la gran ventaja de las dársenas cerradas, donde los buques se hallan con toda seguri-

dad y comodidad, manteniéndose siempre á la misma altura; circunstancia de gran valor para la facilidad y economía de las operaciones de carga y descarga, mientras que en las otras la altura varía con la marea y se hallan expuestas á corrientes y resacas que pueden serles muy perjudiciales. Las ventajas que bajo este punto de vista tienen también las dársenas cerradas aumentan con la amplitud de la marea y disminuyen á medida que es menor; así que puede realmente decirse que la carrera de marea es la causa que determina si las dársenas de flotacion han de ser cerradas ó abiertas. Con todo, la facilidad de excavacion del fondo es también circunstancia que se ha de tener en cuenta; pero debe observarse que á medida que es mayor la carrera de marea aumenta la diferencia que hay que excavar entre las dársenas abiertas y cerradas, y en cambio se facilita la construccion de las demas obras que requieren estas últimas. Si en un puerto hay gran amplitud de marea, una dársena cerrada requiere en general poca excavacion y presenta facilidades para la construccion de la esclusa y muelles, mientras que una abierta requiere mucha y son más costosas y difíciles las demas obras. Si al contrario, la amplitud es pequeña, la diferencia de excavacion será menor, y en cambio aumentan mucho las dificultades para la ejecucion de la esclusa. En atencion á esto, se comprende la existencia de una cierta altura de carrera de marea, desde la cual para abajo sean más económicas las dársenas cerradas, sucediendo lo contrario á medida que vaya aumentando; y es evidente que uno de los elementos que ha de influir en ello es también la mayor ó menor facilidad para la excavacion del fondo. De todos modos la amplitud de la marea es la causa principal que determina la diferencia de corte que pueda haber entre las de una y otra clase, así como también las más ó menos ventajas que puedan ofrecer en su servicio.

Se comprende bien que no es posible fijar un número preciso que determine esta separacion, pero con objeto de tener una idea de él, vamos á pasar una ligera revista del modo como se ha resuelto el problema en los distintos puntos de Europa. En los puertos ingleses en general y en los franceses situados en el canal de la Mancha, donde la carrera de marea excede de 6 y 7 metros, la construccion de las dársenas cerradas está indicada, y Londres, Liverpool, Havre y Dunquerque se hallan en este caso. Con menor carrera de marea vemos

también dársenas cerradas, en Saint Nazaire, que tiene 5,20 metros de amplitud; en Burdeos, que tiene 4,90 metros; en Ostende, con 4,83 metros; en Portsmouth y South-Shields, con 4 metros, y en Flesingue, que sólo tiene 3,80 metros. En cambio, Rotterdam, Hamburgo y otros puertos del mar del Norte, donde la amplitud de la marea es próximamente de 2 metros, no tienen dársenas cerradas. Como intermedio de estos dos casos, tenemos el puerto de Dublin, que sólo tiene 5 metros de carrera de marea, y para cuyas dársenas de flotacion puede excusarse perfectamente la construccion de esclusas. Puede, pues, decirse que al rededor de este número está el término divisorio para la eleccion de las de una y otra clase, decidiéndose por las dársenas cerradas cuando la amplitud de la marea es mayor, y por las abiertas en el caso contrario. En atencion á esto, en los puertos de España, donde la carrera de marea excede de 4 y hasta de 5 metros, la eleccion no ofrece duda alguna, y creemos que en el caso de construirse dársenas de flotacion, como regla general deben ser cerradas. Así se ha hecho hasta ahora, y la autorizada opinion de la Junta Consultiva de Caminos está de acuerdo con ello. Como en nuestra nacion no se han construido obras de esta clase, no podemos citar más ejemplos que el del puerto de San Sebastian, donde existe una dársena cerrada, y en el puerto de Pásajes se propone también otra del mismo género. En la visita de inspeccion que el Sr. Corroza hizo á Asturias, excitaba también al Ingeniero á examinar si sería posible convertir la actual dársena de Gijón en una cerrada, y siempre que se ha pretendido hacer dársenas de flotacion se ha pensado en las cerradas, hasta que se ha proyectado la de Santander, y se invita á los Ingenieros á seguir por el camino que en ella se inicia. Nosotros no vamos á censurar esta obra, que la encontramos muy en su lugar; pero ya que se nos ha puesto como ejemplo, vamos á examinar sus condiciones.

Por de pronto, debemos manifestar que la idea de construir una dársena de flotacion abierta en el lugar que está emplazada, nos pareció muy acertada, pues realmente sería poco menos que imposible construir en él una cerrada. La entrada en ella tiene lugar por un boquete de unos 280 metros, que existe en el maelcon de Maliaño, que se construyó para robar terrenos á la bahía, y el cual no ha sido posible cerrar por más esfuerzos que se han hecho, á causa de las fuertes corrientes que se producen por el ascenso y descenso de la marea. En

virtud de esto, se comprende las grandes dificultades que en este lugar hubieran existido para la construcción de una esclusa; así que fué una idea bien pensada el prescindir de ella, y aprovechándose de la proximidad del canal de la bahía y del gran fondo que hay en las inmediaciones de dicho boquete, proponer una dársena abierta.

Esta darrena forma un rectángulo que en la parte superior de ella tiene una longitud de 900 metros y un ancho de 152, metros y se excava el fondo hasta 6 metros bajo el nivel de la bajamar equinoccial, dejando la coronación 0,80 más alta que el nivel de la plea correspondiente. Resulta de aquí que alcanzando hasta 5,20 metros la carrera de la marea equinoccial, la dársena necesitaba en su contorno, si los buques habrían de estar siempre atracados á él, muros de unos 12 metros de altura, los cuales se comprende bien lo costosos que hubieran sido. Para conseguir el mismo objeto, podría haberse contorneado la dársena con malecones de escollera que tuviesen próximamente la misma altura; pero en este caso hubiera sido necesario avanzar con embarcaderos todo lo que exigiese el talud, hasta alcanzar el máximo fondo, y se comprende también lo costosa que hubiera sido la obra. En vista de esto, se adoptó la idea de dragar el contorno hasta 2 metros más bajo que el nivel de la baja equinoccial, y construir un malecon de escollera hasta el de la marea media, y sobre él un muro de mampostería hasta la coronación. Como en este contorno tampoco pueden atracarse los barcos, se propone en todo él la construcción de muelles de madera con 4,50 metros de ancho, á los cuales pueden acercarse, pero en una disposición tal, que de media marea para abajo quedan en seco, varados sobre una berma de 10 metros, que á la profundidad de 1,50 metros de la baja equinoccial, existe al pié de ellos. Pasada esta berma, y con un talud de 2,50 por 1, sigue el fondo hasta encontrar el máximo, cuya profundidad ya hemos dicho. De este modo, el ancho que queda para la dársena entre los muelles de madera es de 125 metros, y sólo de 82,80 metros en el máximo fondo, que es donde únicamente podrán siempre los buques estar á flote. Su contorno no es, pues, aprovechable como dársena de flotación, y por esta razón, partiendo de él, se construyen 15 muelles salientes que alcancen el máximo fondo.

Con lo dicho se comprende que esta dársena se halla muy lejos de ser de flotación, pues la mayor parte de los barcos que en ella se encuentren

á la carga ó descarga, quedarán varados cuando el agua tenga un nivel inferior al de la media marea, y únicamente estarán libres de esto los que se hallen en el máximo fondo, atracados á los muelles salientes, y aún en éstos se harán dichas operaciones en condiciones poco favorables, por causa de que la altura á que se encuentren cambiará á cada momento. Esta obra la hallamos, pues, costosa y de poco aprovechamiento, relativamente al que daría si fuese dársena cerrada. Además, las resacas de la bahía se harán sentir en su interior, y no dejarán de molestar á las embarcaciones; y tiene después de todo esto un inconveniente grave, cual es el enarenamiento, que es inevitable, y para mantenerla limpia no habrá más recurso que tener continuamente una draga para su servicio. Por esta razón puede decirse que las dársenas de este género son obras sin terminar, y en vista de los inconvenientes que para ellas hemos expuesto, se comprenderá que están muy lejos de ser recomendables para adoptarse como sistema general en los puertos de España; habrá casos especiales en los cuales sea necesario aceptarlas por fuerza, como sucede en el caso de Santander, donde se ha sacado todo el partido que cabe, dada la mala naturaleza del problema; pero no siendo ellos, no debe pensarse en semejante solución.

Todas las consideraciones que hemos expuesto las tuvimos presentes cuando se proyectó la de Avilés, y al ocuparnos de este asunto nos avisó el Ingeniero jefe la necesidad de que la dársena fuese cerrada, en cuya idea han estado siempre los Ingenieros que se han ocupado de la ría de Avilés. En efecto, uno de los puertos contraindicados para hacer una dársena de flotación abierta, es indudablemente Avilés, porque el fundamento de él es precisamente la canalización de la ría, y todo lo que se encuentre dentro de ella es socavado, así como aterrado lo que se halla fuera del canal; esto se comprende perfectamente, pues las aguas del flujo penetran con una gran cantidad de arena en suspensión, la cual van depositando en los espacios tranquilos que encuentran fuera del canal. La prueba de esto se ha visto evidentemente en el gran recrecimiento que han tenido los terrenos bañados por las aguas que se hallan fuera del cauce. Antes de haberse ejecutado las obras existía junto á los almacenes de San Juan un fondeadero donde cabían 5 ó 6 buques, que se hallaban á flote en todos los estados de la marea, y en la actualidad ha desaparecido casi por completo á causa de los ce-

gamientos que ha tenido por hallarse fuera del canal, y eso que por su situación especial estaba en condiciones de mantenerse más limpio, por las aguas que en el descenso de la marea bajan de las Aceñas de Carbayedos. Para observar el recrecimiento del terreno que se halla fuera del canal, se han tomado perfiles en diversas épocas, que dan á conocer lo rápidamente que se van elevando, y especialmente en las hondonadas por donde discurría el cauce antiguo, que han sido cegadas por completo. Desde Febrero de 1868 hasta Agosto de 1870 se hicieron observaciones de este género, y los perfiles tomados acusan que los recrecimientos son mayores en la parte inferior de la ría, y especialmente en aquellos sitios donde existía alguna hondonada ó donde se ponía alguna presa ú obstáculo para producirlos, habiendo llegado en algunos á recrecer 1,57 metros en el término ántes expresado; pero lo que en general acusan dichos perfiles es un recrecimiento de 0,50, término medio, desde el torno para abajo, y de 0,50 en la parte superior. En los hectómetros 1, 2, 5, se observaron también aterramientos de 0,60 y 0,70 metros en el término de cuatro meses, los cuales procedían por la interrupción del malecón de la derecha, y que no desaparecieron hasta la construcción de los enarrazados en T colocados en dicha parte y cuyo resultado ha sido excelente.

Estas noticias dan idea del cegamiento á que estaría expuesta la dársena abierta que se proyectase para Avilés, pero nada más que idea: porque debe tenerse en cuenta que la dársena forzosamente debería abrirse en la parte inferior de la ría y en el emplazamiento que nosotros hemos fijado; y como el fondo del canal en su inmediación se halla á 2 metros más bajo que el nivel inferior de la marea equinoccial, sería menester excavar unos 4,50 metros más, es decir, que precisaría formar un pozo inmediato al canal, el cual se hallaría en las mejores condiciones para cegarse, pues formaría un embalse muy tranquilo donde se depositarían las arenas que las corrientes de flujo y reflujo conduciesen en suspensión, sin que tuviesen tendencia ninguna á salir de él, por lo cual permanecerían allí hasta que la draga se encargase de la operación.

Sobradamente se comprende por lo expuesto lo poco acertado que hubiese sido el proyectar para Avilés una dársena abierta, que tendría acumulados todos los inconvenientes indicados. Las dársenas abiertas no son en efecto recomendables

para puertos que tienen la carrera de marea de los nuestros, y aún en otros muchos de ménos amplitud vemos siempre establecidas dársenas cerradas. Podemos citar, sin embargo, el ejemplo de Ostende, donde existe una dársena de 2 y  $\frac{1}{4}$  hectáreas próximamente, que es completamente abierta, y comunicando libremente con el canal del puerto. Es una dársena de varada, destinada á las lanchas de la flotilla de pesca de Ostende y á las extranjeras (inglesas y francesas) que entran en el puerto. El fondo de esta dársena se halla á un metro más bajo que la bajamar de las vivas ordinarias, y anualmente necesita dragados para mantenerle á esta profundidad.

*Muelles de contorno de las dársenas.* — Estas obras son generalmente muy costosas, y conviene estudiar con mucho cuidado las que sean más económicas y convenientes en cada localidad. No existe ningún tipo que pueda adoptarse como modelo, pues si se pasa revista á los que se han construido para los diversos puertos, se observará una variedad tan grande, que ninguno de ellos se puede recomendar más que en casos especiales y en circunstancias de localidad semejante. Para contornos de dársenas se han construido muros de mampostería, de ladrillo, de hormigón, de escollera, simples revestimientos de piedra ó de madera, y hasta se ha dejado á veces sin revestimiento alguno el terreno natural que le circunda. Los perfiles que se han adoptado son muy variados, teniendo el paramento vertical, en talud, curvo, y las cimentaciones muy distintas también, según la naturaleza del fondo de la dársena. En ellas está la principal dificultad y costo cuando el terreno es movedizo y permeable, como ocurre en general con el fango, y en este caso es menester bajar hasta un suelo firme, en el que debe descansar la base del muro, para estar libre de accidentes que tan comunes son en obras de esta clase. Cuando el terreno es consistente, ya sea en grava, arcilla ó arena, la cimentación se facilita mucho, y su coste disminuye también extraordinariamente. En este caso, si se quiere hacer con economía el recinto de la dársena, lo mejor es no hacer muros de mampostería desde su fondo á la coronación del muelle, sino rodearla de un terraplen y á lo largo de él construir un muelle de madera que alcance el máximo fondo.

Este es el sistema que se emplea en el puerto de Ambéres, y con excelente resultado. La fig. 2.<sup>a</sup> da á conocer el terreno en que están abiertas las

dársenas de este puerto y la disposicion que varias de ellas ofrecen en su contorno. La dársena del canal tiene desde su fondo hasta la coronacion del muelle una altura de 10,78 metros, que con relacion al terreno están distribuidos en la siguiente forma: un terraplen de 3,80 de altura, que principalmente está construido de arena, y bajo el cual se encuentra el terreno natural donde se hizo la excavacion, que tiene primero una capa de tierra vegetal de 0<sup>m</sup>,50 de espesor, despues otra de turba y arcilla de 1,50 metros, y finalmente arena, en la cual se ha hecho una excavacion de 4,98 metros hasta alcanzar el fondo. Esta dársena no tiene muro alguno de mampostería, y para que los barcos puedan atracar á su contorno, se han construido á lo largo de él muelles-embarcaderos de madera de 10,50 metros de ancho, y sobre los cuales hay dos vías de hierro, una para la grúa y otra para el ferro-carril; así que las operaciones de carga y descarga se efectúan con gran comodidad. En esta dársena el talud de las tierras del contorno, que es el señalado en el dibujo, se halla sin revestir en su mayor parte, y únicamente está empedrada la parte superior en una extension de 4 metros. La dársena de las Maderas, del mismo puerto, tampoco tiene muros en su contorno, y la denominada de la Campina ni siquiera empedrado, habiendo quedado las tierras sin revestimiento alguno, lo cual nos parece una economía mal entendida. Otras dársenas del mismo puerto están rodeadas de muros de mampostería cimentados en la arena. En el puerto de Ostende, la dársena de contencion de la esclusa de limpia Leopoldo es semejante tambien á las que hemos descrito de Ambéres; su fondo es de arena de mar, y sus taludes defendidos por empedrados de ladrillo, que primero se colocaron en seco, pero que despues se les ha unido con mortero para darles más consistencia. Las demas dársenas de este puerto tienen su fondo de arcilla poco consistente, y los muros de su contorno están fundados sobre un emparrillado apoyado en pilotes que atraviesan dicho terreno malo y llegan hasta la capa de arena que se encuentra por bajo de él.

Ninguna de estas dársenas tiene pérdidas de agua por filtraciones al traves del fondo y contorno, y bajo este concepto no se nota diferencia alguna entre las contorneadas con muelles de mampostería y las que lo están por terraplenes. Si hubiese pérdidas, en Ambéres sobre todo, se podría observar perfectamente, pues los terrenos próxi-

mos están mucho más bajos, y sin embargo no se nota en ellos presencia alguna de agua salobre, lo que hace creer que estas pérdidas son nulas. El descenso que el nivel del agua experimenta dentro de la dársena entre dos pleamares consecutivas es de 0<sup>m</sup>,21, y se cree que proviene de las pérdidas por evaporacion, por las puertas de esclusas y por los vanos, sin que se haya tratado de evitarla, porque puede ser reparada fácilmente dos veces al dia por medio de las aguas del Escalda. Fundándonos en estas dársenas, que tan excelentes resultados están dando, y teniendo en cuenta que el terreno donde se construye la de Avilés es análogo al de ellas, pues se compone de arena limpia y consistente, sin mezcla alguna de fango, la hemos proyectado bajo la misma idea. Con todo, para dejar con más seguridad su contorno, se construye en él un malecon de escollera que se apoya en el terreno á una altura de un metro sobre la bajamar equinoccial, y que es el que sostiene los terraplenes. Al pié de este malecon se deja una bermá de 2 metros, y á partir de ella empieza la excavacion, que con un talud de 2 por 1 llega al fondo de la dársena, construyéndose despues en todo el contorno un muelle de madera de 9,40 metros de anchura, y al cual podrán atracar perfectamente los barcos. Detras del malecon de escollera, para el relleno de toda la parte del contorno de tierra pueden emplearse arenas, y únicamente proponemos tierras arcillosas en la que limita con el canal, donde son indispensables para dar impermeabilidad al muelle que separa la dársena de la ría, el cual se construye con dos malecones paralelos de escollera, distantes uno de otro 10 metros, y cuyo intermedio se rellena con las tierras ya citadas; las figuras 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> dan á conocer la disposicion del contorno. De este modo, con obras muy sencillas y económicas se consigue cerrar la dársena con toda seguridad y sin temor de que ocurra percance alguno: podría haberse economizado obra dejándola en la disposicion que hemos descrito las de Ambéres, pero no lo hemos creído del caso en una localidad donde abunda la piedra y pueden construirse las escolleras con economía. Estamos en la persuasion de que es el cierre más sencillo y económico que puede proponerse; la construccion de muelles de mampostería, aunque no fuese más que ordinaria, hubiera exigido grandes gastos, especialmente en su cimentacion, que debería estar á más de 2 metros bajo el nivel inferior de la marea equinoccial; así

que el sistema adoptado le hallamos el más apropiado para casos análogos, y especialmente en España, donde uno de los cuidados principales que se ha de tener es proyectar obras económicas. En las de puertos, que por su naturaleza son siempre muy costosas, debe procurarse esto más que en las otras; pero teniendo siempre cuidado de disponerlas de modo de que estén libres, á poder ser, de los contratiempos que son tan frecuentes en ellas. Si el terreno donde se trata de construir la dársena de Avilés fuese de fango, la cuestion sería muy grave, costosa y difícil de resolver, pues á pesar de las precauciones tomadas, no se han evitado en muchos puertos graves desastres en muelles construidos sobre semejante terreno, que es movedizo y permeable en general, y estando sometido á grandes presiones, va desapareciendo poco á poco de su parte inferior, ocasionando despues su ruina. Afortunadamente, en nuestro caso las condiciones que ofrece el terreno donde se ha de construir la dársena son muy favorables para realizarla con obras sencillas y económicas. Para el ingreso en la dársena que nos ha ocupado, proponemos una esclusa sencilla, de la cual ya tienen conocimiento los lectores de la REVISTA. El señor Sala dice que, en atencion á la corta duracion de la estoa de plea, esta esclusa deberia ser de cuenco. En efecto, si las puertas de ella fuese necesario que estuviesen abiertas hora y media ó dos horas para dar servicio á la entrada y salida de los buques en la dársena, tendria razon; pero esto sólo sería en el caso de que la dársena tuviese dimensiones mucho mayores que la proyectada. Para las que tiene la propuesta por nosotros, con una hora que se hallen abiertas las puertas hay sobrado tiempo para su servicio, y durante él, en las proximidades de la pleamar, tiene muy pequeña alteracion el nivel del agua. La fig. 5.<sup>a</sup> representa las curvas de marea de los dias 26, 27 y 28 de Setiembre del año 1874, formadas con los datos tomados en dos escalas, la una situada en la ensenada de Arañon, y la otra en el puente de San Sebastian, y por ellas puede hacerse cargo de la disposicion en que se mueve la marea en dichos puntos. Refiriéndonos á las primera de ellas, que es la que interesa para nuestro caso, se observa que entre su punto máximo y los inmediatos en el término de una hora las diferencias son muy pequeñas; así que podrán estar abiertas las puertas de la esclusa. En la última hora de marea ascendente, el nivel de ella no sube más que unos 0,20, y po-

drá tambien adoptarse la disposicion de abrir las puertas una hora ántes de la plea para cerrarlas en el momento que ésta tenga lugar. Esto es en el caso de que la mar sea muy bella y no haga viento alguno, en cuyas circuntancias unos 20' no tiene alteracion la altura del agua; pero si hay un poco de resaca ó la marea es empujada por el viento, hemos observado várias veces que durante una hora y más tiempo el nivel de la plea no se altera, como sucede en la curva del dia 28, en el cual, soplando viento SE. suave y mar bella, por causa de un poco de resaca que se dejó sentir, el nivel del agua permaneció constante durante hora y cuarto. Con esto se comprenderá que para la dársena que se proyecta no está indicada una esclusa con cuenco, que sobre costar dos veces ó tres más de la que nosotros proponemos, no produciria otra cosa que embarazos y dificultades al servicio de entrada y salida de la dársena. Si esta fuese mayor, habria necesidad de pensar en ello, á no ser que se decidiese la construccion de una dársena de media marea, como intermediaria entre ella y la ría.

Creemos haber contestado á todas las observaciones que se han hecho á nuestro proyecto, y para terminar, debemos decir que las ideas que en él se exponen han merecido la aceptacion completa por parte del Ayuntamiento de Avilés, y de las personas interesadas en la mejora de su puerto, la conformidad de la autoridad de Marina, informes de toda favorabilidad por parte del Ingeniero Jefe y de la Junta Consultiva, obteniendo, finalmente, la aprobacion de la Superioridad. Tenemos el convencimiento que las indicadas en contra hubieran estado muy léjos de encontrar tan favorable acogida.

C. LARRAÑAGA.

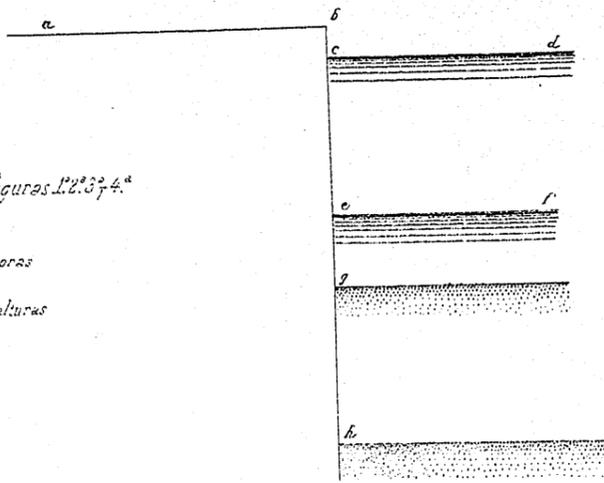
## PARTE OFICIAL.

31 de Enero (*Gaceta del 1.º de Febrero*). — ULTRAMAR. — Real decreto nombrando Ingeniero Jefe de segunda clase de las islas Filipinas, con la categoría de Jefe de Administracion de tercera clase; á D. Mariano de Cárcer y Salamanca.

31 de Enero (*Gaceta del 2 de Febrero*). — ULTRAMAR. — Real decreto disponiendo que regrese á la Península el Ingeniero Jefe de segunda clase de Caminos, Canales y Puertos, D. Eduardo Lopez Navarro.

1.º de Febrero (*Gaceta del 5*). — FOMENTO. — Real orden recordando el cumplimiento del decreto de 4

Figura 1ª

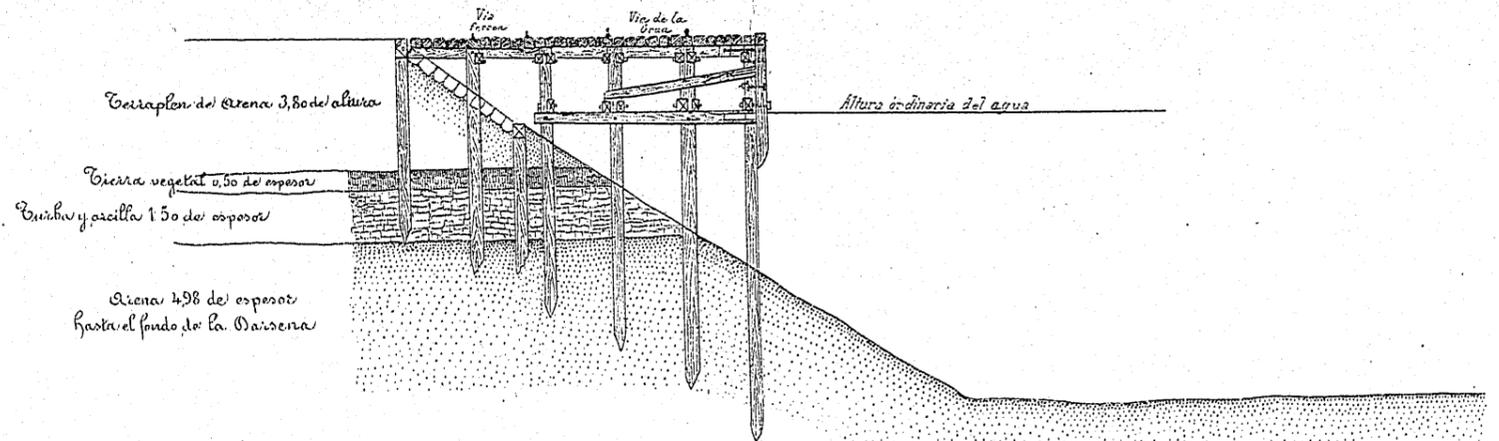


Escala de 1/200 para las figuras 1ª, 3ª y 4ª

Fig. 5ª Escalas de { 1.125 para horas  
1.50 para alturas

Fig. 2ª

Contorno de la dársena del Canal en Amberes



Contorno de la dársena proyectada para el puerto de Aviles

Fig. 3ª

Muelle que separa la dársena del canal

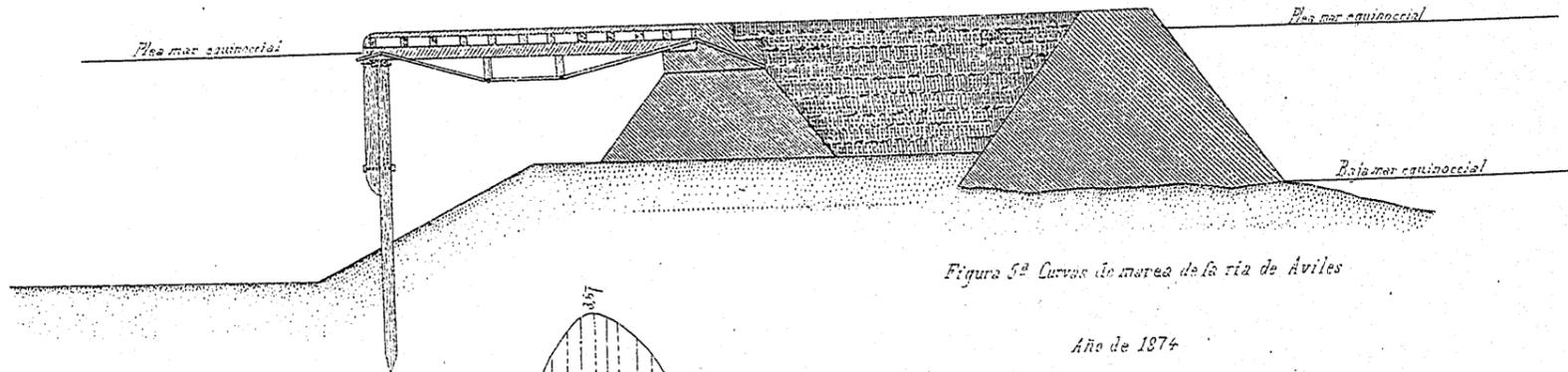


Fig. 4ª

Muelle por la parte de tierra

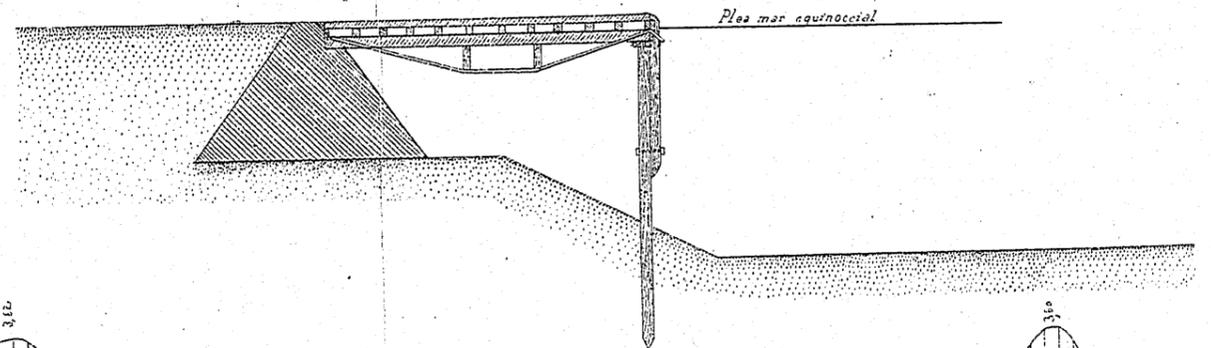


Figura 5ª Curvas de marea de la ria de Aviles

Año de 1874

