

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

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

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

SE PUBLICA LOS JUEVES

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

SECCION DEDICADA A LA EXPOSICION UNIVERSAL DE PARIS

CONGRESO DE NAVEGACION

Entre el número de Congresos científicos celebrados en París con motivo de la Exposición, uno de los más interesantes ha sido el de navegación, que tuvo lugar desde el 28 de Julio al 3 de Agosto, siendo numerosísimas las Memorias presentadas por Ingenieros de todos los países, habiéndonos cabido la honra de presentar la adjunta, relativa á los puertos de Barcelona y de Bilbao, y que respondía al séptimo punto del Cuestionario.

En la imposibilidad de dar cuenta de los importantes trabajos realizados en los puertos españoles, por falta de espacio para verificarlo dentro de los límites que se nos han señalado para la presente Memoria, vamos á dar idea de un puerto en el mar Mediterráneo y otro en el Cantábrico, comenzando por el primero.

PRIMERA PARTE

Puerto de Barcelona.

Hacia mediados de siglo reducíase el puerto de Barcelona á un fondeadero de unas 25 hectáreas de superficie, comprendidas entre el antiguo muelle de la Linterna y otro que existía en la prolongación de la Rambla con el título de la Paz, precisamente en donde hoy está situada la escalera del mismo nombre; el espacio comprendido entre las extremidades de estos muelles constituían la boca del puerto, y como obras de abrigo no había más que el llamado muelle Nuevo, hacia barlovento, que, por su corta longitud, unido á la gran extensión de la boca, formada, como se ha dicho anteriormente, convertían al puerto en un depósito de buques, pues no puede llamarse de otra manera, abierto, no sólo á los vientos del Sur, que, aunque no frecuentes, tan temibles son en este punto de la costa cuando se desarrollan, sino que también lo estaba á gran parte de los vientos tempestuosos y de travesía, y en el que, como se comprende, tenían que procurar los buques permanecer el menos tiempo posible, y hasta evitarlo en caso de temporal, no sólo por sus malas condiciones de abrigo, sino por la acumulación de barcos en tan reducido espacio, que aumentaba los peligros con las probabilidades de una colisión.

En cuanto al fondo, no excedía de 4 á 5 metros en los puntos de mayor calado, y, á más de esto, cerrando la boca del puerto, existía una barra ó lengua arenosa, llamada *tasca* en la localidad que se podía recorrer durante algunas épocas del año á pie enjuto en su mayor parte, y que no dejando más que dos estrechos pasos ó canales, imposibilitaban el acceso á los buques de más de 1.500 toneladas de porte, que tenían que anclar en plena rada, expuestos, por lo tanto, á grandes peligros en caso de temporal.

No más adelantado estaba el puerto en lo que se relaciona con el desarrollo de línea de muelles de costa; sólo existía el pequeño espigón ó muelle de la Paz, citado anteriormente, que no era accesible á los buques, destinándolo sólo al movimiento de via-

jeros, y una mezquina línea de otros muy estrechos é insuficientes, situados en el de abrigo contiguo á la Barceloneta, apenas accesible á embarcaciones que calaran más de 3 metros y totalmente desprovistos de *todo aparato accesorio* (1) para las faenas mercantiles, é impropios, por lo tanto, para una buena y productiva utilización.

El fondo del puerto lo ocupaba una pequeña y antihigiénica playa conocida por el nombre de playa de los Pescadores, utilizada para las faenas propias de su oficio por los dedicados á este género de vida. El resto del perímetro estaba constituido por las célebres murallas de mar que encerraban por aquella parte en un pétreo recinto á la hoy hermosa Barcelona, impidiendo casi totalmente la comunicación y tráfico directo con el puerto. La línea de esta muralla, cuyo pie lamian las aguas del mar, se desarrollaba en lo que hoy es Paseo de Colón é inmediaciones de los pórticos de Xifré.

Desde esta época hasta nuestros días el ensanche y mejora del puerto han constituido una aspiración universal en Barcelona; la necesidad de tales obras era apremiante, y cada día con mayor intensidad sentida. El Gobierno se ocupó ya de ella, dictando varias disposiciones, formando proyectos y emprendiendo algunos trabajos; pero los fondos necesarios, que debían ser muy cuantiosos, ó faltaban ó se distraían fácilmente en otras atenciones, y de ahí que, aun cuando de 1865 á 1870 se hicieron por el Gobierno directamente obras de alguna importancia, sujetándose al efecto á un proyecto redactado por el ilustre Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos D. José Rafo, cuyo notabilísimo trabajo había sido sancionado en 29 de Mayo de 1860, el cual, con pocas variantes, se ha desarrollado casi en su totalidad, constituyendo el puerto actual. Pero todas estas obras ejecutadas por el Gobierno, eran insuficientes todavía por la lentitud con que se desarrollaban, incompatible con las necesidades sentidas, y exigieron, por otra parte, la inversión de todos los fondos que había disponibles para estas obras como procedentes de arbitrios. En estas circunstancias nació la idea de constituir una Junta especial, que fué creada por decreto de 11 de Diciembre de 1868; celebró su primera sesión el 6 de Febrero de 1869; fué aprobado su reglamento en 26 de Julio del mismo año, y empezó á funcionar en 1.º de Julio de 1870 con tan buen éxito, que, tanto su reglamento como su constitución, han servido de norma para las Juntas de los demás puertos de España.

La Junta, constituida por representaciones de la Diputación provincial, Ayuntamiento, Junta de agricultura, industria y comercio, Autoridad de marina, Ingeniero Jefe de Obras públicas y Director de las obras, y la clase de comerciantes y navieros, por medio de cuatro vocales y dos suplentes elegidos por la citada clase, libremente amparada en el espíritu descentralizador de su reglamento, imprimió tal actividad y desarrollo á las obras, siguiendo el plan de D. José Rafo, así como inspiró tal confianza su manera de recaudar y administrar sus fondos, que cuando en 1870 hubo que acudir al crédito para proseguir aquéllas, se cubrió doble número de obligaciones, habiéndose cedido todas á mayor

(1) En francés *outillage des ports*.

tipo de la par, á pesar de la angustiosa situación de España en aquella época, en que los valores públicos sufrían una depreciación excepcional.

Resultado de la formación de esta Junta se ve construir en el plano de 1.º de Julio de 1870 á 15 de Noviembre de 1881 los diques y morros de Levante y Poniente, que tienen una extensión de 950 y 530 metros, y un calado máximo de 20 metros, y los muelles del Depósito, Muralla y Atarazanas; de 1875 á 1881, el muelle de Poniente; de 1877 á 1881, los de Barcelona y Capitanía en 1881 se hacen los primeros ensayos de alumbrado eléctrico en el muelle de la Muralla; de 1881 á 1889, el muelle de España (ampliación del taller de bloques); de 1885 á 1893 el muelles de Cataluña; de 1886 á 1888, las vías férreas de los muelles de la Muralla, Atarazanas y Barcelona; de 1881 á 1896, empréndese la construcción del Depósito Comercial, dique flotante y deponente, con la darsena y careneros necesarios para su funcionamiento, y, por último y más esencial, consíguese elevar el calado hasta 8 metros en el puerto y mucho más en el antepuerto, pues en éste se cuentan sondas de 14 metros, y dando el grandioso espectáculo de reunir en sus aguas con entera independencia de la flota mercante anclada en sus muelles y dársenas, un conjunto de 86 barcos de guerra de todas las naciones del mundo, los que 57, algunos de gran porte, se hallaban fondeados en el interior de los diques de cerramiento; y otra porción de obras secundarias, nuevas y de conservación, que sería muy largo citar por completo, pero entre las cuales saltan á la vista la casa de máquinas, grúas hidráulicas, grúas flotantes, casa de la Sociedad de Salvamento de Naufragos, tinglados, instalación completa de argollones, bolaros, etc., etc.

No hace muchos años, por causas que no cabe explicar en esta clase de trabajos, se marcó en las esferas gubernamentales cierta tendencia á interpretar y aplicar los artículos del reglamento de una manera menos expansiva, y más tarde se fueron introduciendo modificaciones que acentuaron un carácter de centralización que hizo que sobreviniesen dilaciones y una sensible desorganización en el orden con que debían ejecutarse las diferentes partes del proyecto general, hasta que, aumentadas otra vez las facultades descentralizadoras de la Junta, por decreto de 23 de Mayo de 1899 han tomado nuevo impulso, si no las obras, porque en tan poco tiempo es imposible, por lo menos, las gestiones para resolver una serie de pleitos y dificultades que parecían inacabables, cuyas gestiones han sido coronadas por el mayor éxito, esperándose que dentro de este mismo año, quizás cuando se lean estas líneas, haya comenzado la gran obra de prolongación del dique del Este ó Levante, del que nos ocuparemos en lugar oportuno.

Descripción del puerto en su estado actual.

El puerto ofrece sensiblemente la forma de un exágono irregular cuyos lados son: primero, el dique de Poniente, cuya línea de muelle tiene 530 metros y la parte curva del de Levante; segundo, la parte recta del dique citado últimamente y el muelle nuevo, cuyo desarrollo es de 460 metros; tercero, el muelle de la Barceloneta, de 515 metros y el varadero de los Sres. Bofill; cuarto y quinto, el muelle del Depósito, de 290 metros; y sexto, lo constituyen los muelles llamados de la Muralla de Atarazanas, con un desarrollo total de 884 metros, y San Beltrán, con desarrollo de 650 metros, dedicado este último á la descarga de carbón.

Normalmente, al segundo lado, y hacia su mi ad, arranca el muelle de Cataluña, de 360 metros de desarrollo, casi normalmente al tercero, y de la mitad de los terrenos del varadero de los señores de Bofill arranca el muelle de los pescadores, con desarrollo de 220 metros; entre el muelle de Atarazanas y el de San Beltrán tiene su arranque el muelle de Barcelona, de 600 metros; y por último, entre el de Barcelona y el de Cataluña, siguiendo la alineación del de Barcelona, están el de la Capitanía y España, que ofrecen la forma de un martillo, y en la actualidad está des-

tinado á la fabricación de bloques, llamándose así por haberse pensado instalar en él un edificio para dependencias de la Capitanía del puerto; su desarrollo es de 530 metros. Todos estos muelles ofrecen un desarrollo útil para la carga y descarga, de unos 5.039 metros lineales, de los cuales 3.879 tienen un calado de 8 metros, y como el tráfico anual de mercancías del puerto de Barcelona puede evaluarse por término medio, según los datos estadísticos correspondientes á la última década, publicados por la Junta de Obras, en 356.085 toneladas + 1.249.118 toneladas = 1.605.203 toneladas, resulta que á cada metro lineal de muelle corresponde un movimiento anual de unas 318 toneladas.

En la suma indicada anteriormente, el primer sumando corresponde al número de toneladas cargadas y el segundo al de las descargadas, y de la cantidad total de 1.605.203 toneladas de tráfico, 563.474 toneladas corresponden al de carbón.

En cuanto al calado actual de que se puede disponer, es el de 8 metros, casi uniforme en el interior del puerto, creciendo de una manera gradual en el antepuerto, en donde ya hemos dicho en otro lugar que se podía contar con sondas de más de 14 metros.

La superficie es de unas 100 hectáreas, de las que 48 próximamente corresponden al puerto y las restantes al antepuerto.

Para el servicio del puerto existen en el interior de la dársena llamada de la Industria, que es el espacio comprendido entre los muelles de los Pescadores, Nuevo y Cataluña, un embarcadero especial de 70 metros de longitud y un varadero de fábrica de 60 metros de anchura para el servicio exclusivo de los pescadores.

Sobre el conjunto de muelles descrito anteriormente, cuya superficie de circulación y depósito mide una extensión de 32,16 hectáreas, hay para la estancia provisional de las mercancías una serie de tinglados y embarcaderos, con un área superficial de 18.171 metros cuadrados; 6 kilómetros de vías férreas, provistas para su maniobra de 96 plataformas giratorias. Las vías afirmadas miden 50.000 metros cuadrados de superficie, y las adosquinadas 32.000. Hay una instalación de grúas hidráulicas de potencia comprendida entre 1 $\frac{1}{2}$ y 27 $\frac{1}{2}$ toneladas, formada por 31 aparatos de esta clase, y una casa de máquinas para el servicio de los motores; 46 grúas de mano, con potencia de 1 á 5 toneladas, 7 de vapor de 5 á 20; dos rieles de tuberías para los servicios de alumbrado y abastecimiento de aguas potables, con multitud de contadores y bocas especiales para el servicio de las embarcaciones, bocas de incendio y riego de la zona marítima, talleres de carpintería y hierros.

Como material flotante de la Junta, aparte del empleado en las obras de construcción, existe un tren de limpia, formado por una draga de rosario central, un vapor remolcador y cinco gánguiles, algunos albiges, gran número de barcazas para el transporte, y tres cabrias, dos de madera de 30 toneladas de potencia, y la tercera metálica de 80 toneladas, provista de un pescante de 27 metros de altura para el arbolado de las naves.

Están á punto de abrirse al público el edificio de la Aduana, situada en el muelle de San Beltrán, y el Depósito comercial, edificio de cuatro pisos, además de los sótanos, con 60 almacenes de 24 metros de longitud por 15 metros de anchura, en donde se ha calculado podrán depositarse 32.500 toneladas de mercancías; ofrece la particularidad de que sus cimientos desciendan hasta fondos comprendidos entre 8 y 14 metros bajo el nivel ordinario del mar.

En construcción están las obras de la dársena, en donde se va á colocar el dique flotante y el citado dique que ejecuta la «Maquinista Terrestre y Marítima» de Barcelona; de la parte metálica de los careneros está encargada también otra casa española, que es el «Arsenal Civil de Barcelona».

Cuando dicha instalación se concluya se podrá efectuar á un tiempo la carena de cinco buques de 6.000 toneladas de desplazamiento, librando así á los armadores de Barcelona del oneroso gravamen que vienen tributando por tal concepto á puertos extranjeros, pues solamente al de Marsella acuden 20 de aquella matrícula por término medio anual de estos últimos años.

La dársena para el careneo se construye en el ángulo formado por el dique de Levante con el muelle de Cataluña.

Defectos del puerto actual.

El más grave y fundado de todos los cargos que se hacen al puerto actual es el de la intranquilidad de su fondeadero, del cual se formará fácilmente idea, diciendo que hasta con vientos y marejadas de las cuales está el puerto teóricamente resguardado, no lo está en la práctica, penetrando hasta el interior del mismo la agitación del largo.

De los estudios practicados por su celoso personal facultativo, se deduce que hay que distinguir dos clases de agitación, denominadas *directa* é *indirecta*. La primera corresponde á los vientos y marejadas comprendidas en un ángulo de 78° próximamente, formado trazando la tangente común á los morros y la recta que une al de Levante con la Punta del Llobregat. Dentro de este ángulo están comprendidos los vientos duros del Sud-Este, que son vientos de travesía y causa de los más duros temporales que se observan en la región.

Comprende también todos los vientos Sures que no presentan tanta violencia ni son tan frecuentes como los citados anteriormente.

La segunda clase de agitación, ó sea la indirecta, reconoce por causa el fenómeno de la *resaca*, favorecido por la forma curvo-convexa del dique de Levante, siendo en el puerto de que tratamos las más perjudiciales las llamadas resacas por *desviación gradual* y por *comunicación lateral*, producidas por los vientos del primero y segundo cuadrantes, que cuando soplan llevan la ola paralelamente al dique de Levante hasta llegar á la parte convexa, en donde siguen ajustándose al dique, perdiendo su dirección primitiva, de tal modo que al llegar al morro toman la dirección completamente contraria, penetrando en el interior del antepuerto y puerto, produciendo peligrosas marejadas. A combatir las obedeció la construcción de los muelles transversales de Barcelona, Capitanía y Cataluña, y basadas en teorías que la práctica no ha confirmado hicieron concebir grandes esperanzas de que por lo menos se proporcionaría tranquilidad en el puerto ó fondeadero interior. Algo mejoraron la situación para esta parte, pero, en cambio, la agravaron para el antepuerto, puesto que dieron nacimiento á otra causa de intranquilidad, debido á la creación de ondas superficiales de *reflexión* y *chapoteo* (*chapoteage*) producidas por la reflexión de las marejadas en los paramentos verticales de los muelles, sin que hayan sido obstáculo para su formación ni las irregulares escolleras de los diques, ni los redientes de las escaleras y rampas.

En resumen, en la actualidad, con todos los vientos duros del primero y segundo cuadrantes, y aun con parte de los del tercero, no hay tranquilidad en el fondeadero, alcanzando algunas veces á l mites peligrosos, como lo demuestra que son arrancados por los buques al impulso de la marejada los argollones, ó garran sus anclas dando motivo á colisiones si hay barcos próximos á aquél que tiene estos contratiempos.

En cuanto al calado, hay que reconocer que el puerto de Barcelona ofrece inmejorables condiciones, pues teniendo en el fondeadero interior 8 metros casi en toda su extensión, y hasta 14 en el exterior, permite la entrada á los mayores barcos que se construyen en estos tiempos.

No podemos decir lo mismo respecto al alumbrado, el cual deja bastante que desear, debido á lo cual se convierten algunas zonas de los muelles en refugio de gente maleante, sin que sea bastante para impedirlo la más estricta vigilancia.

Otro defecto es la insuficiencia de sus muelles para el gran tráfico comercial de puerto; ya hemos visto que á cada metro lineal le correspondía anualmente un movimiento de más de 318 toneladas, que, si podría efectuarse con relativo desahogo con un buen material de puertos y una zona de servicio bien estudiada, no puede efectuarse más que en muy medianas condiciones en la actualidad en que el número no es perfecto, ni mucho menos;

y la segunda no ofrece toda la amplitud necesaria, originando en muchas ocasiones dificultades y perturbaciones en la marcha regular del tráfico.

Sin ir más lejos, basta considerar el muelle de la Muralla, que es el mejor provisto de material de servicio, y examinarlo con un poco de detención. Lo primero que salta á la vista es la estrechez de la zona dedicada al servicio de las grúas hidráulicas, que no tiene más que 4,10 metros entre la arista del muelle y la de los embarcaderos inmediatos; dificultando no sólo la revolución completa de las grúas, sino que también impide en absoluto el establecimiento de vías férreas inmediatas al borde del muelle, que tan buenos servicios prestan en otros puertos, puesto que permiten el trasbordo recíproco y directo entre buque y viajero.

Pasando á la zona destinada á los tinglados, se nota la insuficiencia de éstos para un puerto de la importancia del de Barcelona, pues apenas si tiene 12,50 metros de anchura, obligando en muchos casos la falta de local á depositar las mercancías en los solares inmediatos que están destinados para construir en su día almacenes generales.

La misma insuficiencia se nota en la vía de 14 metros de anchura intermedia á los tinglados y la acera longitudinal en el número de vías férreas, que no son mas que tres y con entrevías sumamente estrechas, y por último, en las calles comprendidas entre éstas y el Paseo de Colón.

Ya veremos en el lugar oportuno el interés y el entusiasmo con que los Ingenieros del puerto han procurado remediar tal estado de cosas, que se ha estrellado contra las serias dificultades, representadas unas veces por intereses particulares y otras por la escasez de los recursos de que disponía la Junta de obras, hasta hace poco tiempo en que las cosas se han transformado por completo, dando principio á las obras que han de producir una gran era de prosperidad para este puerto y para la tan culta ciudad de Barcelona.

Medios propuestos para combatir las deficiencias del Puerto de Barcelona.

Como ya hemos apuntado en algunos párrafos, ninguno de estos defectos se ha ocultado á la cuidadosa inspección y estudio de los Ingenieros del Puerto, y como es natural, han practicado en seguida los estudios necesarios, formulado los correspondientes proyectos que para sujetarlas á la unidad, tan necesaria en esta clase de obras, han constituido un plan general, cuyo estudio se dió por ultimado por la Dirección facultativa de las obras con fecha 12 de Mayo de 1898, y aprobado por la Superioridad el día 7 de Abril de 1899.

Para corregir los defectos que provienen de la disposición de las obras exteriores, se ha proyectado y sacado á subasta la prolongación del dique de Levante, en una longitud de 1.300 metros. La citada prolongación, arrancará del morro del antiguo, y seguirá una alineación recta de la longitud antedicha con rumbo S. S. O., que es la tangente común al morro de Levante actual, y á la punta del Llobregat.

Con ésto, ciérrase el puerto actual á las marejadas producidas por los vientos Sures y Surestes, que, como ya hemos indicado, son los que producen los mayores temporales en esta costa. Al propio tiempo, agrándase la anchura de la boca, que en la actualidad es de 230 metros, y en la que se han perdido algunos buques al intentar tomar el puerto con vientos del primer cuadrante; unas veces por efecto de marrar la maniobra, y otras, las más frecuentes, por efecto de la deriva que los ha arrojado sobre el dique de Poniente ó sobre la costa, situadas á 600 metros, si no ha podido *virar de bordo*, para lanzarse otra vez al largo, maniobra muy difícil con la deriva.

Con la nueva situación del morro de Levante, quedará éste á una distancia de 1.000 metros de la costa, lo que no ofrecerá ningún peligro; veleros que podrán dejarse llevar si es preciso para la deriva, hasta extinguir la mayor parte de su arrancada y virar después fácilmente sin peligro alguno, gracias al dilatado espacio que habrá entre el dique y la costa.

El dique está constituido por una capa de escollera de mampuestos de 5,50 metros de altura, presentando hacia el lado del puerto un levantamiento hasta la altura de 10,50 metros sobre el fondo del mar. Este levantamiento, de forma trapecial, tiene en sus lados inclinados un talud de $1\frac{1}{4}$ de base, por 1 m de altura, y la base superior un ancho de 5 metros. Sobre esta primera capa, recubriéndola por completo, va otra con un espesor uniforme de 4 metros de piedras mezcladas de todas categorías, pero sus taludes son de 1 por 1 en vez de $1\frac{1}{4}$, por 1, que se proyecta para la capa inferior. Después de enrasar con una capa de 0,50 metros de espesor medio de hormigón, dejando una berma de 6 metros por el lado del mar ó exterior, y de 3.000 por el lado del puerto ó interior. Sobre este enrase de hormigón, se construirán los paramentos formados por bloques artificiales sobrepuestos de 5 metros $\times$ 2,80 $\times$ 2,50, correspondiendo por lo tanto á cada uno un volumen de 35 metros cúbicos, con un peso de 78.400 kilogramos. La coronación de estos paramentos se hará á 1 metro sobre el nivel de las aguas medias. Por el lado interior se colocarán cuatro bloques superpuestos, que permitirá arrimarse á los barcos hasta de 9 metros de calado; por el lado exterior, se colocarán seis de éstos mismos bloques artificiales.

El espacio comprendido entre estos paramentos irá relleno con dos capas: una de escollera de mampuestos con un espesor máximo de 13 metros y talud de 60° , y otra hasta conseguir el enrase con la línea de coronación de los paramentos, formada con hormigón hidráulico con cemento grappier. El conjunto de todas estas distintas partes de la obra constituye la infraestructura del dique.

La superestructura tendrá los paramentos de hormigón hidráulico de cemento grappier, el interior con talud de $\frac{1}{4}$, y el exterior de forma sensiblemente curva pero formado de trozos rectilíneos. El relleno de la parte comprendida entre estos paramentos se hará con mampostería hidráulica de cal de Teil.

Por delante del parapeto así formado se extiende una plataforma de 9 metros de ancho. Sobre el parapeto hay otra de 6 metros, protegida por un espaldón de 2 metros de altura que lleva todavía otra en su parte superior de 3 metros de anchura resguardada por la parte del nar por un pretil de sillería de 1 metro de ancho por 1,30 de altura.

Las obras de este dique comenzarán inmediatamente, pues está anunciada ya la subasta para el próximo mes de Mayo, debiendo estar terminadas las obras en el plazo de doce años.

El presupuesto de la obra es de 13.500.000 pesetas próximamente, resultando, por lo tanto, un coste por metro lineal de 10.384 pesetas con una sonda media de 20 metros; de manera, que si se tiene á ésta en cuenta, resulta un coste por metro lineal y metro de sonda de unas 520 pesetas. Creemos que hay muy pocos puertos en donde se haya hecho tan económicamente, sobre todo si se observa que sus condiciones de resistencia son tan buenas que podrán soportar con holgura el máximo empuje de 30 toneladas por metro superficial de acción. Con la construcción de esta obra de prolongación del dique de Levante, se duplicará próximamente la superficie del puerto, quedando lo que es hoy antepuerto en iguales ó mejores condiciones de tranquilidad y abrigo que el puerto ó dársena interior. La amplitud del nuevo fondeadero permitirá dedicar un espacio de 20 hectáreas para los buques de guerra y los que sólo acuden buscando refugio en caso de temporal.

El defecto relativo á la deficiencia de las líneas de muelles se corregirá con la ampliación de los antiguos en lo que cabe, y la creación de otros nuevos de los que daremos una ligera reseña. Los primeros que se construirán serán uno angular que se denominará de España, teniendo su punto de arranque en el muelle de la muralla frente á la plaza de Antonio López, y otro que se llamará de las Baleares en prolongación del de Pescadores, en el cual se encuentran establecidas en la actualidad las dependencias de la Capitanía del puerto. El muelle de España tendrá 1.570 metros de desarrollo y 11,05 hectáreas de superficie, y el segundo 530 metros y 1,64 hectáreas. El muelle de España arranca de un

punto del cual lo hará también la proyectada gran vía de Bilbao que ha de unir la de Claris con la plaza de Antonio López, y que de seguro rivalizará con la Rambla, que es hoy la principal arteria de Barcelona. No puede ser más ventajoso, por lo tanto, el emplazamiento del citado muelle. La forma angular de éste facilitará el establecimiento de vías férreas, llegando hasta la misma cabeza, y la oblicuidad de su forma permitirá hacer todas las maniobras por medio de cambios, evitando el inconveniente empleo de las placas giratorias. Al igual que en el de las Baleares se construirán tinglados de 60 metros de amplitud, se instalarán grúas y cabestrantes eléctricos y carretones del mismo género para la más rápida formación y descomposición de trenes.

Otra de las obras que también se ejecutará pronto, será la reforma y ampliación del actual muelle nuevo, en donde, al igual que en el de la muralla, que se destinará exclusivamente á las mercancías generales, se establecerá también todo el servicio de material de puertos antes citados, pero conservando siempre las obras existente que puedan ser utilizadas.

Cuando se vean los efectos producidos por la prolongación del dique de Levante, y por la construcción de unos 600 metros de longitud se disponga de una nueva zona abrigada que sirva para antepuerto primordial, se emprenderá la construcción de la dársena de San Beltrán, cuyo proyecto también está ya aprobado.

El presupuesto para todas las obras de mejora de la zona de muellaje es de 6 millones de pesetas próximamente.

Para servicios especiales, ya hemos dicho que está á punto de terminarse un Depósito comercial capaz de 32.000 toneladas de mercancías; para su servicio se han establecido 16 ascensores, 2 elevadores de mercancías á granel, 2 montasacos funcionando á modo de noria y 12 descensores. Todos estos aparatos, así como las vagonetas y grúas que se han de establecer en el frente del edificio, serán movidos por medio de la energía eléctrica. A este mismo grupo de servicios especiales pertenece el edificio de la Aduana, también á punto de terminarse.

Están también muy adelantados el dique flotante y deponente sistema Clark, la dársena y careneros necesarios para su servicio, y los trabajos para el enlace de las vías férreas del puerto con las estaciones llamadas de Mataró y Villanueva, pertenecientes á la red catalana de ferrocarriles, de modo que en brevísimo plazo se realizará el trasbordo directo entre vagones y buques, abaratando por lo tanto la parte correspondiente á la carga y descarga.

Está proyectado el derribo de los almacenes del muelle viejo, que han sido cedidos por el Estado, y establecimiento de importantes almacenes de cereales del sistema de silos, con cabida de 60.000 toneladas de trigo, provistos de 12 aparatos de extracción móviles en el muelle, 12 elevadores fijos en el edificio, y bombas americanas en la planta baja y en el desván para el transporte del grano en sentido horizontal. Estos aparatos bastarán para efectuar en un día el trasbordo de 12.000 toneladas, de las cuales 4.000 podrán sacarse de un solo barco.

Están en estudio medios análogos y almacenes de silos para el tráfico de carbón; cisternas con sus tuberías y bombas mecánicas para los petróleos que se transporten en barcos albiges. Estas cisternas deberán estar en los terrenos inmediatos á la escollera de Poniente, fuera del puerto y de los sitios en donde pudiera propagarse algún incendio, si lo hubiere, á otras instalaciones, disponiéndose también los aparatos y compuertas especiales encargadas de evitar el derrame de los líquidos inflamados sobre las aguas del puerto.

Se proyecta también la construcción en terrenos inmediatos á la nueva Aduana y en las proximidades de la escalera de la Paz, de un edificio análogo al del puerto de Génova, destinado al movimiento de pasajeros. En este edificio deben instalarse además las dependencias de la Comandancia de Marina y de la Sanidad marítima, reuniéndose así todos los servicios á que tiene que acudir el viajero á su llegada ó salida.

Por último, está en estudio un dilatado proyecto de mejora de

alumbrado del puerto por medio de la luz eléctrica y sistema mixto de lámparas y de incandescencia.

En lo que respecta al calado, ya hemos visto que el puerto de Barcelona lo tiene en muy buenas condiciones; pero á pesar de eso, se proyecta ejecutar obras de limpia y dragado hasta obtener 9,50 metros, por lo menos, en la zona que deban recorrer los barcos á la entrada y la salida y á lo largo de la línea de atraque de los muelles.

Aunque esta mejora no es indispensable, como el tonelaje de los buques va creciendo de una manera prodigiosa, cree la celosa Dirección facultativa de las obras, que no han de tardar en surcar el Mediterráneo buques de este calado, y para prever esta contingencia se ha proyectado la obra.

P. GARCÍA FÁRIA.

CONSERVACION DE TRAVIESAS

Uno de los cuidados más importantes y que exige la más viva atención y perseverancia en la explotación de un ferrocarril, es indudablemente la renovación de las traviesas de la vía en sus diversas operaciones de elección y preparación del material, su distribución y empleo.

Explotándose actualmente en España, en números redondos, 11.000 kilómetros de vía normal y 2.000 de vía estrecha, de varias dimensiones, que necesitan para su conservación un gasto anual de 1.800.000 traviesas, que valen 5 millones de pesetas y que cubican 200.000 metros cúbicos, es muy justificado que el suministro de cantidades tan considerables de madera tenga un interés primordial independientemente de la mayor ó menor facilidad que haya para su obtención.

El interés sube de punto considerando que la red actual de ferrocarriles está incompleta, que continuamente se construyen y estudian nuevas líneas, y que en porvenir no lejano la red secundaria de vías férreas se impondrá al ánimo de todos y su realización será un hecho, necesitándose entonces para la conservación de todas vías un volumen de madera mucho mayor aún, siendo cada vez más grande esta necesidad.

Si por otra parte consideramos que la ordenación de los bosques en España no se ha llevado á la práctica, pese á los buenos deseos del distinguido Cuerpo de Ingenieros de Montes, en las vastas proporciones que exige un suministro tan considerable de traviesas por año, y que explotándose hoy la mayor parte de los bosques de las mesetas centrales y del litoral por el sistema de tala, que destruye en poco tiempo la riqueza forestal de la Península, vemos que no sólo es interesante esta cuestión del abastecimiento de maderas, sino que encierra para un plazo bastante próximo un conflicto grave y fatal.

Actualmente empezamos á percibir este estado enojoso de cosas, por la subida que sin cesar se nota en el precio de la madera, que obliga á muchas Compañías de ferrocarriles á adquirir traviesas en Portugal, Francia, Suecia, República Argentina y hasta Australia.

Únicamente para alejar algo este conflicto, y especialmente para disminuir en lo posible el enorme gasto anual que cada Compañía tiene que hacer, se ha estudiado, como todos sabemos, los medios más á propósito para alargar la vida de la madera, permitiendo renovarla á plazo más lejano.

Independientemente de las traviesas sacadas de árboles enfermos ó cortados fuera de tiempo, y descartando las que, mal apiladas en *cambras* defectuosas, quedan pronto destruidas, y aquellas que, empleadas por personal poco inteligente, salen de sus manos deshechas, las causas generales de destrucción de las traviesas pueden dividirse en dos grupos: destrucción mecánica y pudrición.

La destrucción mecánica se verifica de muy diversos modos, unas veces por aplastamiento, debido al peso demasiado grande

para la resistencia de la madera de las máquinas que circulan por la vía produciendo hendiduras longitudinales; otras veces en las pendientes, con alineaciones curvas, á causa de las velocidades exageradas de los vehículos, existen tendencias á hacer girar el carril exterior hacia afuera de la vía, produciéndose con su borde una verdadera cortadura ó penetración de la fibra, que obliga á continuas rectificaciones de cajas y reclavados del carril, para volver á obtener el ancho normal, con las consiguientes disminuciones de la resistencia de la traviesa; en otras ocasiones, en los trazados con curva de pequeño radio y fuertes pendientes, en las que hay que dar peraltes ó inclinaciones transversales á la vía de 14 ó 16 centímetros, y aunque esta inclinación se consigue por la de la traviesa, las distintas velocidades de los trenes ascendentes y descendentes, obligan á dar al carril interior un giro hacia el centro de la vía más pronunciado que el normal, ocasionando la construcción de una caja muy profunda y debilitando por degolladura en este sitio la traviesa.

También es frecuente en terraplenes y en terrenos marismosos de poca resistencia y con vías sujetas con escarpas, la continua desclavazón de las traviesas debida á la flojedad del terreno y la elasticidad del carril, que obliga á reclavados repetidos, con la consiguiente destrucción de la madera por la continua rectificación de cajas.

Claro es que la época de esta destrucción mecánica está íntimamente relacionada con la aparición de la pudrición, pues antes de manifestarse ésta de un modo franco y visible precede una alteración de las fibras del leño que pierde gradualmente la firmeza y cohesión primitivas.

De todo esto venimos en consecuencia á deducir que en el problema de conservación de traviesas debemos examinar no sólo los medios que la experiencia haya preconizado como los mejores para retardar la presentación de la pudrición, sino también los que sirvan para evitar que la madera sufra mayores esfuerzos de los que puede soportar, no en el momento de ser la traviesa nueva, sino después de algunos años de empleo.

Medios para retardar la pudrición.—No tratamos de describir los diversos procedimientos que se han recomendado y practicado con más ó menos éxito para retardar la pudrición de la madera, basadas todas en quitar y reemplazar la savia y materias fluidas ó solubles orgánicas por sustancias más ó menos antisépticas, es decir, impropias para la vida de los microorganismos, causa de la pudrición. Únicamente nos fijaremos en que la experiencia de muchos años han ido depurando y eliminando la mayor parte de los procedimientos, dejando sólo tres de verdadero valor práctico, á saber: el empleo del cloruro de mercurio ó sublimado corrosivo, ó sea el «Kyanizado», el uso de la creosota, y el del cloruro de cinc ó «burnetizado».

Indudablemente el «Kyanizado» retarda mas que ningún otro medio la presentación de la pudrición, pues la potencia antiséptica del sublimado corrosivo está reconocida como la mayor de las sustancias corrientes del comercio; pero, por una parte, el precio subido y naturaleza venenosa del cloruro de mercurio, y por otra su fácil solubilidad en agua, produciéndose su arrastre de los poros de la madera después de lluvias continuadas, han motivado que su empleo sólo se extienda, en circunstancias especiales, que no son las corrientes, en las traviesas de vía ordinaria.

El creosotado es excelente, si la creosota es buena y se opera con prudencia, cuidando que la temperatura de la madera en el cilindro de inyección no sea muy alta, y que la madera no sea de fibra fina y apretada. En estas condiciones, teniendo la seguridad que la creosota penetra la madera 4 ó 6 centímetros, el éxito es seguro y debe recomendarse, aunque resulta todavía hoy á un precio algo elevado, comparado con el valor de la madera.

El tercer procedimiento, ó «burnetizado», preserva también enérgicamente de la pudrición, pero tiene la enorme desventaja que la madera tratada de este modo se hace quebradiza y se destruye su elasticidad y fuerza, y si se emplea en soluciones suficientemente diluidas para evitar este defecto, las lluvias arras-