

## PUERTO DEL MUSEL

### (CONCLUSIÓN)

Debemos hacer constar, que además de los satisfactorios resultados obtenidos por la contrata en los dos años de 1904 y 1905, en los cuales se apeló á este sistema para proteger las obras ejecutadas en las campañas de los veranos respectivos, sin que hubiesen ocurrido las más pequeñas averías durante los temporales que reinaron en los días 22 y 23 de Noviembre, 10, 12 y 13 de Diciembre de 1904, ni los de los días 17, 18, 20, 21, 22, 27 y 28 de Febrero, 12, 13 y 15 de Marzo, 24, 25, 26 y 30 de Octubre, 12, 13 y 14 de Noviembre de 1905, este último de extraordinaria violencia, vienen á robustecer nuestras ideas sobre la eficacia de este medio para preservar las obras contra las socavaciones, las opiniones de los Ingenieros Directores de las obras de los puertos de Heyst y Bizerta, y las de los distinguidos Ingenieros Ingleses y Lo Gato, Presidente y Secretario, respectivamente, estos últimos de la Sección de Obras Marítimas del X Congreso de Navegación recientemente celebrado en la ciudad de Milán, en cuya Sección dióse cuenta en extracto por el Ingeniero delegado del Gobierno español D. Fernando García Arenal, de la Memoria que redactamos relativa á las averías producidas en el dique Norte por los temporales de 1902 y 1903, que también las ocasionaron y muy importantes en los referidos diques de Heyst y Bizerta, y si bien los citados Ingenieros no opinaban igualmente respecto á las causas de la socavación, origen primero de las averías del dique del Musel, por suponer Coisseau que aquélla pudo ser ocasionada por la caída de las olas que saltaban sobre la coronación del muro, hipótesis poco probable por haber aparecido la grieta reveladora de la avería en ocasión en que las olas apenas saltaban sobre el muro, como ya se ha indicado, de todos modos, en cuanto al medio de prevenir dichas socavaciones, era unánime la opinión de que sólo pueden evitarse mediante la defensa de una capa de escollera de bastante extensión, para que en ningún caso pueda llegar á ser descalzada la base de los bloques, expresando que no pudiendo determinarse con exactitud la verdadera berma indispensable, hay que proyectarla más bien con exceso, pues constituirá una mal entendida economía dejar el dique expuesto á graves averías por economizar algunos metros cúbicos de una unidad de obra relativamente barata.

Continuaron los trabajos desarrollándose normalmente durante los años de 1906 y 1907 sin que ocurriera ningún accidente que merezca consignarse, y siguiendo la costumbre establecida desde que se montó la nueva grúa Titán, al terminar los trabajos de la campaña del verano correspondiente al año últimamente citado, se retrocedió todo lo que permitía el avance del parapeto construido, quedando al abrigo de la doble fila de bloques de 80 toneladas que la protegían de la acción directa de las olas durante los temporales.

Dichos bloques, formando un parapeto de 3 metros de espesor por 4 de altura, habían resistido en los cinco años que tenía de existencia el Titán la acción de las olas en los mayores temporales que han reinado en la costa durante los cinco inviernos pasados, sin que en ninguna ocasión la marejada hubiese arrastrado ó movido bloque alguno, ni hubiese habido, por lo tanto, lugar á suponer que dicho para-

peto provisional careciese de la resistencia necesaria contra la acción de las olas.

En tal situación, el 8 de Diciembre de 1907 removi6 los doce bloques que formaban el parapeto provisional, arrebatando cinco de ellos; dos situados al extremo de dicho parapeto y tres que ocupaban una posición central y posterior á la posición de la grúa, los cuales, al salir despedidos por el oleaje, chocaron con las patas traseras del Titán, y sacándole de su asiento le descarrilaron, quedando en posición inclinada hacia el interior y en dirección oblicua con respecto al eje de la obra; la pluma por efecto de la posición inclinada que tomó el pórtico giró 90°, quedando con el contrapeso del lado interior.

Los dos bloques anteriores y los dos posteriores del parapeto provisional fueron trasladados hacia el interior del muro al mismo tiempo que giraban, orientándose en la dirección de la marejada, dejando abierto un boquete por detrás de la grúa por donde el mar la azotaba constantemente, no consiguiendo hacerla perder el equilibrio, no obstante la desfavorable posición en que se hallaba por efecto de la inclinación y del giro consiguiente del contrapeso.

Apenas el temporal se aplacó y el estado del mar lo permitió, procedimos á construir con toda urgencia una parte del parapeto definitivo formado por una base de 2,90 metros de espesor por un metro de altura y el estribo del lado exterior de la galería que corre á lo largo del parapeto y que constituye el botaolas, con una altura de 2,80 metros y un espesor en la base de 1,30 metros; este muro tenía una longitud de 12,50 metros y con él quedó cerrado el boquete que dejaron los bloques arrastrados por el mar y á su abrigo pudo procederse á la operación de suspender la grúa para colocarla nuevamente sobre sus vías.

Para ello fué preciso previamente alijar una gran parte del contrapeso, consistente en 260 toneladas de lingote, y mediante el auxilio de gatos de 100 toneladas se pudo suspenderla, quitar los carriles que habían quedado doblados, meter bajo las ruedas otras vías y colocarla nuevamente sobre éstas, después de nivelado su asiento; á consecuencia de la brusca rotación de la pluma, varias ruedas y piñones que producían el movimiento de ésta se rompieron y fué preciso fundir otros nuevos, y colocados éstos y vuelto á colocar el contrapeso, quedó lista y en disposición de poder funcionar nuevamente el viernes 24 de Enero del año corriente, procediéndose inmediatamente á echar atrás la grúa todo lo que permitió la oblicuidad en que quedó con relación al eje de la obra, por efecto de la cual las ruedas posteriores no podían retroceder más porque la vía correspondiente á las patas de la derecha se salían fuera de la arista del muro.

Para recluir esta posición y colocar nuevamente la grúa en su posición de trabajo, ó sea con las vías paralelas al eje de la obra, era preciso avanzarla unos 30 metros hacia la punta del muro, retrocederla después y hacerla avanzar y retroceder varias veces para que por correcciones sucesivas y barreando las vías, lo que permitía el radio de la curva que por construcción describía la grúa en su movimiento de traslación, llegar á la posición definitiva de paralelismo con el eje de la obra; pero como para llegar á esta posición era preciso tener seguridad de buen tiempo, porque para llevarlo á cabo eran precisos varios días, durante los cuales la grúa debía quedar libre de la protección del parapeto, decidimos no intentar tan arriesgada operación y procedimos á ordenar nuevamente los bloques de 31,80 y 36 metros cúbicos con pesos de 70 y 80 toneladas que el

temporal del 8 de Diciembre había removido, formando un parapeto á continuación del muro de abrigo construido á raíz de dicho temporal, compuesto por una doble hilada del lado exterior y arrimados á los del lado interior dos bloques de 36 metros cúbicos por la parte interior, de suerte que el parapeto así formado medía 6 metros de espesor en su base, en lugar de los 3 metros que corresponden al espesor de un bloque de que hasta entonces se había formado dicho parapeto.

La grúa, como dejamos dicho, quedó retirada todo lo que permitía la vía que podía colocarse, dada la oblicuidad de la misma, quedando las patas delanteras al abrigo del parapeto de bloques y el resto, ó sea toda la parte posterior, al abrigo de la parte del parapeto construido en Diciembre.

De lo expuesto se deduce que habíamos tomado cuantas precauciones nos sugirió nuestra experiencia para asegurar la grúa contra la acción del oleaje, pues en la imposibilidad de retirarla más atrás, por las razones que dejamos consignadas, redoblamos las defensas en la parte del parapeto formado de bloques, arrimando una fila más por la parte interior, de suerte que alcanzaba 6 metros de espesor en su base, en lugar de los 3 que hasta entonces habíamos considerado suficiente, y tenía, por lo tanto, 2 metros más que el ancho asignado al parapeto definitivo, que sólo tiene 4 metros de espesor.

En tal situación llegó el día 29 de Enero y nos sorprendió el imponente temporal que desde la noche precedente reinaba, sin que nadie pudiese presentirlo al anoecer del día 28, en que presentaba el mar la más engañosa calma.

Desde el arranque del dique á la extremidad de su avance arbolaban las olas, rebasando la coronación, barrían cuanto sobre ella había y á las ocho de la mañana un golpe de mar removió, como si fuera de una pieza, el macizo compuesto de 8 bloques, empujándolo al interior del muro, sin descomponer su justa posición, en cuyo movimiento fueron arrastradas las patas delanteras de la grúa, la cual, girando alrededor de la pata trasera de la derecha, quedó en posición simétrica á la que antes tenía con relación al eje de la obra y con la pata delantera del lado derecho volando fuera de la coronación del muro y en el vacío, en cuyo estado estuvo aguantando los repetidos golpes de mar que por encima del medio parapeto construido en Diciembre y por entre los bloques la batían, hasta la una de la tarde en que, envuelta por una ola, cayó á la parte interior entre los muros interior y exterior y dos transversales.

Como para mayor precisión y comodidad en el asiento de los materiales, tenía el Titán 22,75 metros de vuelo y estaba dotado de los movimientos de traslación, de orientación y de dirección; las vigas eran muy pesadas y estaban además cargadas con todos los mecanismos necesarios para producir dichos movimientos y de un contrapeso de 260 toneladas de lingotes; y como, por otra parte, quedaba por debajo de la grúa espacio suficiente para el paso de los grandes bloques empleados en la obra, resulta que el centro de gravedad del conjunto se hallaba bastante elevado y á una distancia de 0,47 metros del eje de la vía con la pluma de través y en vacío, y las condiciones de equilibrio que en circunstancias normales quedaban suficientemente satisfechas, dejaban de estarlo en casos excepcionales como el ocurrido en el Musel el 29 de Enero, en que del primer embite la grúa quedó descarrilada y con una de sus patas volando fuera del muro, en cuyas condiciones no es extraño que un fuerte golpe de mar la hiciese perder el equilibrio y la tumbase.

De la impetuosidad del oleaje dieron incontestable prue-

ba los esfuerzos resistentes que tuvo que vencer para producir el daño, que fueron los siguientes: el rozamiento con la coronación del dique de una pareja de bloques de 70 y 80 toneladas montados uno sobre otro, y el de otra pareja, ambos de 80 toneladas en igual disposición; el peso y adherencia de la grúa con su contrapeso, que era de 440 toneladas, y la adherencia de la vía al suelo con la resistencia de los carriles de 50 kilos de peso por metro lineal, que todos fueron desarraigados y torcidos; en junto un peso de 750 toneladas actuando sobre poco más de 36 metros cuadrados; ante tales efectos cabe sólo renovar la impresión que se siente cada vez que ocurren accidentes de estos por la inconcebible é incontrastable energía de la acción del mar.

Así ocurrió también en Mostaganem, donde, durante uno de esos temporales que á veces se presentan, el huracán levantó como una pluma el Titán que se empleaba en la colocación de bloques de 60 toneladas, cuyas vigas medían 58,35 metros de longitud con un peso de 266,5 toneladas, y trasportándolo á una pequeña distancia, lo arrojó al mar, quedando sumergida á 12 metros de profundidad y en posición inversa á la que tenía en tierra.

Tales han sido las causas que ocasionaron la ruina del Titán, siendo, por lo tanto, completamente gratuitas y desprovistas de todo fundamento cuantas informaciones hubieran podido propalarse atribuyéndola á otras causas, tales como la falta de solidez de la base en que se sustentaba. Esta ha resistido sin novedad el embate de las olas y los terribles esfuerzos á que fué sometida por el deslizamiento y caída del Titán, y no sólo resistió la base, sino que también resistió el ligero parapeto construido á raíz del temporal de Diciembre, á pesar del reducido espesor del mismo que medía 1,30 metros en su base, circunstancia tanto más extraña, á primera vista, si se compara la sección de dicho parapeto con la que ofrecía el compuesto de los bloques apilados á continuación que tan fácilmente fueron removidos por el mar.

Accidentes como el que hemos descrito lo registra la historia de casi todos los rompeolas que se construyeron durante el pasado siglo; los hubo que los han sufrido, no una, sino varias veces durante su construcción, y alguno, como el de Leixoes, después de terminados, y ninguno se ha escapado de tenerlos en mares de potencia comparable al Cantábrico, á cuyo enorme empuje se halla expuesta la obra de que nos ocupamos.

Así en Bilbao, el temporal del 21 de Febrero de 1893 derribó el puente andamio empleado en la construcción del rompeolas del O., quedando con la extremidad delantera en el fondo del mar, mientras que la parte zaguera de la armazón quedó sobre el piso, aunque inclinada y deformada por el esfuerzo que sobre ella había ejercido al caer el resto de la armazón, que quedó completamente alabeada, retorcida y con tantas roturas que los contratistas prefirieron construir con gran actividad una nueva, por el gran trabajo que ofrecía la reparación de la armazón averiada.

Instalada ésta nuevamente y al concluir la campaña de verano, se había retirado detrás del parapeto, cuando el 19 de Noviembre sobrevino un temporal que duró, con extraordinaria violencia, hasta el 21 inclusive. Las olas que sobre el parapeto montaban, chocando con la parte que sobresalía del puente andamio, concluyeron por hacerle perder el equilibrio, derribándolo á la parte interior del puerto, no obstante el enorme peso de 210 toneladas que, contando con el contrapeso y la maquinaria, tenía.

En Leixoes, acabado de terminar el dique N., pero aún no recibido por el Gobierno, sufrió durante la noche del 23 al 24 de Diciembre de 1892 una grave avería, en la que los contratistas perdieron el Titán empleado en su construcción, que pesaba 450 toneladas.

Según la autorizada opinión del entonces Ingeniero Director Sr. Nogueira Suárez, las averías producidas en el dique de abrigo del muelle Norte debían ser atribuidas principalmente á la existencia de dos aberturas en el parapeto para el paso de los bloques que aún faltaba colocar, las cuales estaban provisionalmente tapadas con las respectivas piedras, pero solamente puestas en seco, faltándoles por consiguiente la solidez que les da la cohesión y adherencia de la argamasa.

Sin la existencia de esas aberturas, probablemente no hubiera tenido lugar la ruina del muro de abrigo, y, por consiguiente, la del Titán, que parece estar averiguado que fué producida por el choque de una de las piedras del parapeto contra el soporte en que se apoyaba.

Para evitar que en lo sucesivo se repita el accidente ocurrido en el Musel el día 29 de Enero pasado está visto que no queda otro recurso que el de guarecer el Titán durante el invierno, detrás del parapeto definitivo y con su sección completa para mayor garantía, y para ello solicitamos una pequeña modificación de dicha sección reduciendo 0,70 metros su anchura ó espesor y macizando la galería que corre á lo largo de dicho parapeto, propuesta que fué aprobada por Real orden de 17 de Julio y que nos ha permitido, al reanudar los trabajos en el verano último, montar al abrigo del parapeto construído con la sección reformada el nuevo Titán de igual modelo y condiciones que el anterior, que el Sindicato sin reparar en gastos y sin pérdida de tiempo se apresuró á encargar á Mr. Le Blanc, en cooperación con la Sociedad Española de Construcciones Metálicas, á fin de poder utilizarle en la campaña de verano y que ésta no pasase completamente perdida para el avance de las obras, en vista de que carecíamos de medios adecuados para proceder al salvamento del Titán sumergido con la urgencia que el caso requería, dado lo avanzado de la estación.

Así fué, que hecho el pedido de la nueva grúa en 23 de Febrero pasado, se recibieron los primeros materiales en el Musel á mediados de Junio, y el día 23 de Agosto, verificadas las pruebas con satisfactorio resultado, pudo utilizarse el nuevo Titán, empezando por extraer el pórtico, la maquinaria, cadenas y demás piezas pesadas que todavía no habían podido extraerse del Titán volcado, que por estar apoyadas sobre las hiladas de bloques del muelle imposibilitaban la prosecución de los trabajos.

La reparación de las averías ocasionadas por los mismos temporales nos ha ocupado el resto de la campaña de verano, y confirmando nuestras presunciones, dichas averías han carecido de importancia, en cuanto no han transcendido á las hiladas inferiores del basamento de bloques y sí únicamente á la primera y segunda hiladas del mismo con un ancho de 12 metros y compuestas con bloques de 24 y 36 metros cúbicos; el basamento ha conservado su horizontalidad, y los bloques que los forman no parece que hayan sufrido asientos desiguales, quedando una vez más demostrado el buen resultado del manto de escollera como preservatriz contra las socavaciones; éstas, por lo tanto, no parecen ser la causa ocasional de las averías de que nos ocupamos, las cuales tal vez fuesen producidas por el enor-

me empuje de las olas que montando sobre el dique se precipitan, formando un impetuoso vertedero, del lado interior; así pudiera explicarse que las primeras averías ocasionadas fuesen la desaparición de los encofrados de mampostería y algunos bloques de la primera hilada del basamento por la parte interior, habiendo permanecido intactos los bloques de esta hilada por el exterior, así como el cuerpo del muro del mismo lado, aunque movidas y abiertas las juntas de los encofrados que lo constituyen.

La construcción simultánea del parapeto con el resto del dique podrá evitar esta causa destructora de la obra, tanto más cuanto que por el avance de la obra queda cada vez menos protegida por el Cabo de Torres y por su aproximación al bajo de la Figar, la marejada arbola cada vez más y con más fuerza, como lo demuestra el hecho de haber sido juguete de las olas los bloques que defendían el Titán y que los años anteriores habían resistido perfectamente, aun en los más violentos temporales; pero si á pesar de esta defensa las averías se produjeran, creemos será inútil proseguir las obras con arreglo á este sistema, pues quedaría demostrada la insuficiencia del tamaño de los bloques empleados, y procederá, á nuestro juicio, el estudio de la cuestión para resolver respecto de la conveniencia de sustituir total ó parcialmente el basamento de bloques concertados por grandes monolitos que ofrezcan la resistencia necesaria contra los grandes temporales; el Sindicato, por su parte, una vez adquirido este convencimiento, no puede, ni debe, empeñarse en luchar contra lo imposible, ofreciendo á la rápida acción destructora de la mar de invierno el lento y costoso avance de las obras en el verano tras la preparación llevada á cabo en los meses invernales, después de las repetidas y costosas experiencias á su cargo realizadas, demostrado como queda que ha puesto de su parte cuanto estaba para que las obras se llevasen á cabo lo más rápidamente posible, sin reparar en sacrificio de ningún género y preocupándose de que los que el Estado se impone para la construcción del puerto del Musel no quedasen infructuosos y estériles por deficiencias de proyectos ó disposiciones poco adecuadas para el servicio del tráfico y el desarrollo del comercio y la navegación.

ALEJANDRO OLANO,

Ingeniero de Caminos, Director del Sindicato Asturiano del puerto del Musel

## FERROCARRILES Y TRANSPORTES TERRESTRES

Exposición internacional argentina en 1910.

### REGLAMENTO GENERAL

*Apertura y clausura de la Exposición y su carácter.*—1.—La Exposición se abrirá el 25 de Mayo de 1910 y se clausurará el 25 de Noviembre del mismo año, salvo prórroga; es relativa á la industria de los transportes terrestres y es internacional; quedan por lo mismo invitados á tomar parte en ella los industriales y productores de todas las Naciones que se ajusten al presente programa y Reglamento.

2.—La Exposición se desarrollará según el programa, que abarca: División internacional: ferrocarriles y tranvías con y sin tracción eléctrica; automovilismo; ciclismo; acémilas, montados y vehículos de atalaje; caminos ordinarios, urbanos y de sport; correos, telégrafos, teléfonos; transportes militares y asistencia en guerra; transportes municipales; servicio de bom-