

una manera brusca y al parecer caprichosa, ya que las leyes que á estas mutaciones rigen son desconocidas, ¿no sería poco serio introducir correcciones, que pueden llegar á valer unos cuantos micrones, algunas de ellas obtenidas á costa de impropia fatiga y jamás con absoluta certeza?

Más cuerdo parece, en el estado actual de la ciencia, en vez de medir ciertos errores para descubrir sus leyes, considerarlos como casuales y dejar encomendada á su propia combinación la tarea de destruir sus efectos, por la repetición grande de las observaciones, las cuales, sin gran gasto y con poquísimo trabajo, pueden acumularse en grandísimas cantidad; que ya llegará día en que bien se desista de medir lo eternamente variable, ó bien se aquilaten y estudien las causas y los efectos de modo tan profundo que se justifique la necesidad de fijar las leyes que á ciertos errores rigen.

En los mareógrafos ordinarios podemos señalar como causas de error de sus indicaciones, el movimiento que el agua tiene con relación al tubo que la conduce al pozo, indicando exceso de altura si hacia ella se dirige ó dando una elevación menor que la correspondiente á las aguas en reposo, según el movimiento sea en dirección del pozo ó contraria á éste; el estado variable del interior del tubo; la salazón, ó mejor dicho, la densidad del agua; los efectos del calor y de las incrustaciones sobre el flotante; las dilataciones y contracciones de la cadena de que aquél pende y las de la polea sobre que obra; los efectos del calor sobre la rueda que da movimiento al cordón del lápiz y los que sobre este mismo cordón produce; los errores en la colocación del lápiz y del papel y los propios del movimiento cronométrico, añadiéndose á todos estos y á otros, que por brevedad omitimos, el muy considerable debido á la inercia mecánica de tan pesado sistema.

Si cada una de estas causas de error hubiera de tenerse en cuenta, sería tarea interminable determinar una sola cota del nivel del mar, y siguiendo el camino de procurar eliminar la mayor cantidad de errores que se pueda por el modo de ser de los aparatos de medida, nos parece conveniente el uso de los nuevos mareógrafos, menos erróneos é incomparablemente más baratos, dejando encomendada á la multiplicidad de las observaciones la eliminación de los errores.

Así, pues, al establecer un mareógrafo de sifón en una localidad determinada, dejándose de enojosos cálculos y de minuciosas observaciones, creemos que debe asignarse un valor constante para el número $13.251 \frac{1 - 0,0001797 t}{1 - 0,0004954 t}$ procurando tomar el promedio de los que verosímilmente pueda tener, haciendo lo propio con la corrección que en sí llevan las presiones barométricas.

(Se continuará.)

PUERTO DE SANTANDER

Breve reseña de los dragados hechos por la Junta en la bahía de Santander y en la ría del Astillero desde el año 1872 hasta el 31 de Diciembre de 1905.

Las Corporaciones de Santander que solicitaron del Gobierno en el año 1872 la instauración de una Junta para fomentar las obras del puerto tuvieron presente, entre otros motivos, la necesidad de mejorar ó ampliar los fondeaderos y la canal de la bahía. La cual, por su abrigada situación en el centro de la costa cantábrica, que tan contadas ensenadas de refugio ofrece á la navegación, por la menor distancia que respecto á los demás puertos del Norte la separa del centro de la Península, por sus amplias entradas y seguros fondeaderos, justifica que la ley vigente de Puertos incluyera entre los de primer orden de interés general.

Luchan estas favorables condiciones naturales de nuestra

bahía con un elemento natural también, que es la gran masa de arenas marinas que las corrientes litorales y los temporales llevan en suspensión á la boca del puerto y que empujadas después por las corrientes de marea y por los vientos se acumulan en la parte del Sur, formando el banco de las Quebrantas y los arenales de Somo y Punta Rabiosa. De estos depósitos, que se han ido corriendo al interior del puerto con tendencia á cegarlos, como fenómenos idénticos han cerrado el de San Vicente de la Barquera y otras ensenadas de la costa, se destacan algunos bajos, que habrían ya obstruido la canal por completo si el trabajo de la Junta, creada en el año 1872, no hubiera puesto empeño, durante este período de treinta y cinco años, en dirigir ó encauzar las corrientes, ahondar los fondeaderos y rectificar la canal, con el dragado y con las obras de encauzamiento en la costa Norte de la bahía.

La ría de Cubas ó del Miera, única corriente fluvial de relativa importancia que desemboca en la bahía, tiene que plegarse también á la acción marina que ha producido tan extensos terremotos, y al dar con ellos entre Somo y Pedreña, se desvía de su dirección natural á la boca del puerto y gira hacia el interior, protegida por la Punta Rabiosa, del mismo arenal, hasta rebasar el embarcadero de Pedreña, en donde, menos inmediata la acción de los temporales, se hace posible la vuelta de la ría hacia la desembocadura.

Este arenal de Punta Rabiosa tiende á girar hacia el Norte, para apoyarse en la península de la Magdalena y cerrar la entrada en la forma cóncava que toman estas playas. La acción natural de la Ría de Cubas sobre este aparente depósito fluvial podría dar á lo sumo, aunque se rectificase su corto y posible encauzamiento, un canal de cinco ó seis metros de calado en bajamar viva (no se ha conseguido más en Suances, aunque el cauce regular, en que juntos desaguan en el mar el Saja y el Besaya, es de mayor longitud, y se presta mejor á los efectos de un encauzamiento). Sin embargo, el *cordón litoral* está roto entre la playa de la Magdalena y la desembocadura de la ría de Cubas por un canal de 10 metros de calado en bajamar viva equinoccial. Y esto se debe al saco que forma la bahía, en el cual entran en cada marea más de 70 millones de metros cúbicos de agua, que son los que producen hoy la fuerza de limpia suficiente para conservar franca la entrada.

Pero las arenas que se han extendido al interior cubren los terrenos bajos, especialmente los del Sur. Y el movimiento del agua se distribuye en varias canales irregulares: las Hueras Grande y Chica y el regato de Paño al Sur, y el canal de Navegación al Norte y al Oeste; y por falta de encauzamiento se producen bajos que tienden á obstruir la canal, como el del Bergantín y el de las Dragas, que tomó su nombre de los artefactos que trabajaban en él desde antes de instituirse la Junta. Era entonces difícil la navegación en el puerto, y entre los años 72 y 76 hubo á veces que usar de remolcadores para conducir los buques que iban al pozo ó fondeadero de los Mártires. Se había marcado la canal con las boyas que proyectó el Sr. Lequerica y colocó el Sr. Orense en 1873, en el banco ya borrado de las Dragas, y con la ampliación del balizamiento hecha en el año 1877 por el mismo Sr. Lequerica. Pero claro es que para regularizar el régimen y aumentar los calados había que construir diques de encauzamiento y hacer dragados de consideración en los depósitos de arena. No se infiera de aquí que sería conveniente hacer desaparecer totalmente, aunque fuera posible, los bancos de arena que cubren la costa de Somo; porque la playa y rompiente que forman en el antepuerto y á la entrada del puerto evitan la transmisión de la marejada al interior de la bahía. Y mientras no se cierre la boca del Oeste ó se proyecte un puerto exterior, el fin de estas obras se contrae á dirigir ó mejorar con diques de encauzamiento y con dragados la Canal y los fondeaderos actuales.

Dentro de estas miras venían haciéndose algunos trabajos por el Estado antes de crearse la Junta, y, según la Memoria del proyecto de dragado que redactó en el año 1874 el Ingeniero

Director de las Obras D. Juan de Orense, se habían extraído 1.554.000 metros cúbicos entre los años 1849 y 1866. Pero en los ocho años que transcurrieron después, hasta 1874, sólo se hizo un dragado de 16.000 metros cúbicos en el año 1873.

La lentitud de estas obras daba tiempo á que los bajos se renovaran, y por todas partes, además, iban creciendo los depósitos. Y como la construcción naval aumentaba las dimensiones de los buques, resultaban cada día más deficientes los fondeaderos y la canal.

La Junta contrató los primeros trabajos de dragado. Pero las dilaciones que suelen acompañar á este sistema administrativo, y más cuando se trata de dragados tan heterogéneos como los que necesita esta bahía, no permitieron que se desarrollaran con la eficacia que se esperaba de los proyectos que en los años 1875 y 1879 redactaron los citados Ingenieros.

Y entre los años 1872 y 1888 sólo pudieron llevarse á efecto dos contrata. La del Sr. Jacob, por un millón de metros cúbicos, que debió ejecutar en ocho años; pero sólo trabajó durante veintisiete meses, desde Julio de 1876 á Septiembre de 1878, y extrajo 225.112 metros cúbicos, ó un promedio anual de 113.383. Percibió un importe líquido de 349.503,76 pesetas, ó 1,37 por metro cúbico, y la contrata acabó con el material en mal estado, ó inservible, después de una rescisión precedida de enojosos é interminables incidentes que fueron causa de que por más de dos años estuvieren las obras paralizadas.

La contrata Gurrea, por 873.425 metros cúbicos, dragó en ocho años, de Agosto de 1880 al mismo mes de 1888, 784.433 metros cúbicos de arena, ó un promedio anual de 98.054 metros, y percibió un importe líquido de 1.045.344,33 pesetas, ó 1,334 por metro cúbico, dejando también inservible el material, que vendió en poco más de 40.000 pesetas al terminarse la contrata.

Estos promedios anuales eran insuficientes para obtener una mejora apreciable en la canal. Y decidida, no sin razón, la Junta á emprender el dragado por administración, consiguió que en 13 de Septiembre de 1884 se aprobase un proyecto de concurso, que redactó el competente Ingeniero D. Arturo Clemente, para adquirir un tren de limpia, compuesto de una draga de rosario y tres gánguiles de vapor, capaces de transportar cada uno 200 metros cúbicos. Por varios motivos, de que se hizo cargo el mismo Ingeniero en las Memorias de los años 1885 á 1887, no dispuso la Junta hasta fines del año 1887 de la draga, y de los dos gánguiles. El tercero se adquirió en el año 1892 á propuesta del Ingeniero D. Ricardo Sáenz Santa María.

Con este tren de limpia se extrajeron, en el período de Diciembre de 1887 á Diciembre de 1902, 3.773.996 metros cúbicos, con un gasto en personal y materiales de 2.939.989,92 pesetas, incluyendo los de salvamento y reparación del gánguil *Peñacastillo*, que dos veces se fué á pique: la primera en un temporal del Sur en 4 de Diciembre de 1896, y la segunda por abordaje con el vapor *Fomento* en 22 de Diciembre de 1899. Resultó en estos quince años un promedio anual de 251.600 metros cúbicos, con un precio de 0,78, sin contar la adquisición de material. La draga y los tres gánguiles costaron á la Junta pesetas 1.010.032,97. Á pesar de los veinte años transcurridos, están aún en servicio con una vida probable de seis ú ocho años. El valor de este material al finalizar el dicho año 1902 podía apreciarse en 300.000 pesetas, y, por tanto, suponer amortizada la diferencia, ó sean 710.032,97, por los 3.773.996 metros cúbicos dragados, ó próximamente 19 céntimos de peseta por metro cúbico, que sumados con los 0,78 antededucidos dan 0,97 por metro cúbico, dragado y vertido fuera del puerto, con un transporte medio aproximado á cinco millas. Fué mayor el promedio dragado en los ocho primeros años y menor el precio medio; pero en el año económico 96 á 97 disminuyó el producto, por la parada de tres meses que ocasionaron las operaciones de salvamento del gánguil *Peñacastillo*, y en los años sucesivos, por haber tenido que aumentar la cota ó profundidad del dragado.

Hasta dichos años 1896 á 97 la draga se ocupaba en rectifi-

car y ensanchar la canal por recorridos paralelos al eje, desde la desembocadura de las Huertas hasta el extremo Oeste del banco del Bergantín, según el plan de obra trazado por el Ingeniero Sr. Clemente en Abril de 1882, y la cota del dragado llegaba sólo á 6 metros en bajamar viva. Con más ó menos frecuencia, según el tiempo que tardaban en reponerse los bancos de arena, había también que pasar más al Este, á los fondeaderos de los trasatlánticos, para dar con penoso trabajo cotas mayores, que variaban entre 6 y 8 metros. Pero fueron aumentando la eslora y el calado en los buques, y hubo que resolverse á conservar siempre y á toda costa la cota mínima de 8 metros, para evitar las varadas de los trasatlánticos fondeados al borneo, y las continuas y justificadas reclamaciones de los consignatarios y Compañías navieras. No era fácil conseguirlo con la única draga disponible, cuya palanca puede trabajar bien hasta 11 metros, como estaba proyectada, y ha dado en estas condiciones resultados inmejorables; pero en las pleamares, la cota hasta el fondo, *ocho en bajamar*, mide cerca de 13 metros, y, por tanto, había que suspender el trabajo desde la media marea. Los trasatlánticos que frecuentan el puerto exceden ya de 8 $\frac{1}{2}$ metros de calado y 140 de eslora, y, por tanto, ocupan en el borneo círculos muy extensos, en los cuales durante el período de 1893 á 1902 se encontraban en diferentes sondeos y en varios puntos, á pesar de los trabajos referidos, cotas que apenas excedían de 6 metros, aunque en otros llegaran á 10. La draga de rosario reponía, ó procuraba reponer, la cota mínima *ocho* casi todos los años á costa de un trabajo antieconómico ó de escaso rendimiento, y aunque se ensanchó hacia las playas del Sur el campo de operaciones, volvían á formarse los bajos, y la mayor parte del año había que sostener la draga alrededor de aquellas boyas.

Era absolutamente necesario adquirir un artefacto de mayor potencia y apto para obtener calados mayores. Ya en el año 1893 el ilustrado Ingeniero Sr. Sáenz Santa María, pocos meses antes de su muerte, acaecida en la explosión del vapor *Cabo Machichaco*, redactó un proyecto de bases para la adquisición de una draga-gánguil de succión, con la cántara de 300 metros cúbicos de cabida y máquina para obtener 8 millas de marcha. Este proyecto lo reformó el Ingeniero que suscribe por orden de la Dirección general de Obras públicas, que dispuso que se ampliase hasta 500 metros cúbicos la caída de la cántara y que se redujese á 7 la velocidad de marcha. La modificación fué aprobada en 13 de Mayo de 1895; pero aún surgieron dificultades y trámites que demoraron el concurso hasta el día 30 de Noviembre de 1899, en el cual sólo se presentaron dos proposiciones, de 680.000 francos y 777.000, ó doble casi de las 430.000 pesetas que importaba el presupuesto aprobado. Y por Real orden de 26 de Marzo de 1900 se desecharon las dos ofertas y se autorizó una reforma en el presupuesto.

Hubo que elevar ésta hasta 850.000 pesetas por el alza que en aquellos años sufrieron el cambio con la moneda extranjera y los precios de los materiales de hierro y acero, y también porque se aprovechó la oportunidad para introducir en el proyecto del buque algunas mejoras.

Se aumentó el calado en 75 centímetros, condición más favorable para arrostrar mares gruesas, y aunque en compensación se disminuyeron las otras dimensiones, todavía quedó aumentado el desplazamiento en unas 70 toneladas.

La velocidad de marcha volvió á fijarse en 8 millas y en 500 caballos la fuerza de la máquina. La profundidad del dragado se amplió también hasta 13 metros, ó uno más que en el pliego de bases anterior.

La potencia dragadora se elevó de 350 metros cúbicos en sesenta minutos á 500 en cincuenta minutos.

Y además, teniendo en cuenta los adelantos que en el material para dragar se había ido alcanzando en los años últimos, se propuso que la draga estuviera dispuesta para aspirar 250 metros cúbicos en sesenta minutos, ó impulsarlos á 300 metros de distancia y á 7 de altura sobre la línea de flotación; y aun sin

ser obligatorio para tomar parte en el concurso, que descargara de su propia cántara, con la bomba, los 500 metros, para impulsarlos y depositarlos en las marismas próximas.

Se celebró el nuevo concurso en Marzo de 1901, según se expone más adelante; y adquirida la draga, y empezado su trabajo en Febrero de 1903, lo ha continuado sin interrupción hasta 31 de Diciembre de 1905, habiendo extraído en el período de los tres años que detalla después esta Memoria 1.539.000 metros cúbicos, con un gasto de jornales y materiales, reparaciones y seguro, de 431.430,92 pesetas, ó un coste, por metro cúbico, de 28 céntimos de peseta, sin incluir la amortización de la adquisición de la draga.

Resultado de este trabajo ha sido el dejar los fondeaderos de las boyas de amarre española y francesa con la amplitud y el calado necesarios para buques de 16.000 ó más toneladas de desplazamiento. Tarea análoga se ha emprendido en el fondeadero de la Osa, que tiene un calado de 10 metros en toda su extensión, pero estrecho todavía para buques fondeados a la gira cuya eslora exceda de 120 metros.

Con el detenido sondeo que hizo en el año 1905 el Ingeniero Subdirector de estas obras, D. José Rodríguez de Rivera, desde la entrada del puerto hasta el muelle de Albareda, rectificó las curvas de nivel y puso de manifiesto las indicaciones anteriores, así como las ventajas obtenidas desde el fondeadero de los trasatlánticos hasta el banco del Bergantín. En el plano que levantó se dibujó con línea de puntos negros la curva de 6 metros bajo el cero del puerto, como estaba en el año 1870, según el plano del Sr. Peñarredonda; y al comparar con el estado actual se acusa una ampliación en el canal de 300 metros de ancho frente á los muelles, desde el de Albareda hasta la dársena de Molnedo, y un aumento importante en el ancho y en los calados, desde la Osa hasta más allá de los fondeaderos de los trasatlánticos.

Pero además del dragado general de arenas y materiales sueltos en la Canal y en los fondeaderos de los trasatlánticos, la Junta viene desde el principio ejecutando otros trabajos de mejora en los fondeaderos de los muelles de Santander y en la ría del Astillero.

En los años 1883 y 84 voláronse unas rocas que se hallaban al Este del muelle de la Monja (hoy de Maura), y se organizó una brigada que en los primeros años de estos trabajos continuó con barrenos de mano, y después con material más perfecto, perforadoras mecánicas y dragas Priestman, las voladuras de rocas en el veril Norte de la canal. En los años 89 al 90 se abrió en roca el fondeadero para los buques que atracan al muelle de Dehesa, cuyo frente, proyectado en una restinga, sólo tenía en algún punto 4 metros de calado, que se aumentó hasta 7 y se volaron otras peñas en todo el trozo comprendido entre la Pecera, al Sudeste de Dehesa y el muelle de la Monja. También en éste hubo que completar más tarde el calado de 7 metros, desmontando roca.

El frente del muelle de Albareda se dragó hasta 7 $\frac{1}{2}$ metros. El quinto de Maliaño, en 1901, desde 6 metros, que tenía de cota su fondo, hasta 8, en extensión suficiente para el atraque y fondeo de trasatlánticos.

Los muelles de San Salvador, del Petróleo y de la Orconera, en la ría del Astillero, los atracaderos del lazareto de Pedrosa y de la Rampa del Astillero, han sido objeto de trabajos análogos.

La canal del Astillero, que en el año 1898 sólo llegaba á 2 metros de calado entre el muelle de la Orconera y el fondeadero de San Salvador, se amplió hasta 4 en una longitud de 450 metros por más de 40 de ancho. Y en el trozo comprendido entre el lazareto y la isla de la Paloma, encerrada hoy en la concesión de una marisma, se volaron en los años de 1898 y 1899 varias puntas y arrecifes que obstruían la canal. En una de estas piedras tocó el vapor *Jesmond* el día 12 de Mayo de 1896, abriéndosele una vía de agua que causó su naufragio á la salida del puerto, frente al Sardinero. La cota en algunos de estos ba-

jos era sólo de 1,50 metros en bajamar, y después de los trabajos realizados en aquellos años, ha quedado cota mínima de 3 metros, suficiente para la navegación de la ría, que sólo se efectúa de media marea en adelante, y para buques que calan 18 ó 19 pies.

Todas las obras de dragado vienen haciéndose por administración desde el año 1883, en que se dió por terminada la última de las dos contrataciones que se citan antes. Y en el tiempo que desempeña la dirección de obras el Ingeniero que suscribe, estuvo encargado de los dragados, hasta fin del año 1905, el Ingeniero auxiliar Sr. Rodríguez de Rivera, á cuyas cualidades, de actividad é inteligencia, como á las del personal á sus órdenes, especialmente el patrón dragador, D. Venancio López y el maquinista de la draga de rosario D. Félix Negrete, se debe el mayor fruto de estos trabajos.

JESÚS GRINDA,
Ingeniero-Director.

TREN AUTOMOVIL FREIBAHN

PARA TRANSPORTES MILITARES

(Continuación.)

La locomotora forma en el primer carruaje un doble vehículo inseparable, siendo la presión de eje de la locomotora próximamente de 6.000 kilogramos y la del carruaje unido á ella de unos 5.000 kilogramos.

Conduce consigo mismo el tren Freibahn una provisión de aceite para unos 100 kilómetros de recorrido y otra de agua de 1.500 litros, teniendo el carruaje unido á la locomotora espacio dispuesto para contener la provisión de aceite y agua, así como eventualmente una carga de 1.000 kilogramos, y un cierto número de utensilios y herramientas, alcanzando la provisión de agua del tren para seis á ocho horas de marcha.

Cada uno de los demás carruajes conduce una carga útil de 4.000 kilogramos, pesando cada vagón de dos ruedas 1.800 kilogramos próximamente.

Pudiendo guiarse mecánicamente el bastidor de la locomotora por medio de husillo y tuerca, es decir, sin juego muerto, con relación á la unión longitudinal central entre máquina y tender, éste último sigue forzosamente toda desviación de la primera.

Las ruedas de la locomotora son á la vez impulsoras y guías, así como las del primer carruaje enganchado son también, en caso necesario, impulsoras mediante acoplamiento de cadena con el eje de la máquina por una maniobra sencilla. Sobre cada rueda de la locomotora trabaja una máquina de vapor especial. El paso de las curvas por las ruedas grandes se facilita regulando la velocidad de la máquina con relación á su acentuación. Investigaciones oficiales han hecho constar que no ataca el tren Freibahn á la obra de la carretera y que puede transitar por ellas sin temor á que las deteriore.

El tren Freibahn resuelve el problema del transporte por carretera, tanto militar como civilmente considerado. Sus ruedas altas, que corren en cojinetes de bolas, reducen al mínimo las resistencias del piso y de los cojinetes; únicamente los obstáculos extraordinariamente elevados y sólidos podrán detener su fuerza viva. Su poca longitud favorece el buen servicio, puesto que cuanto más largo sea un tren, tanto mayor debe ser su fuerza de tracción. La movilidad de sus vagones de un eje facilita el marchar por curvas de 6 á 7 metros de radio, siendo esa flexibilidad suficiente para doblar por ángulos agudos. Por lo fácil de empujar hacia atrás y su flexibilidad durante este movimiento, así como por la construcción simétrica del tren que, sin dar vuelta, puede ser arrastrado en cualquier dirección, le es fácil, desde luego, doblar por cualquier camino lateral ó entrada estrecha,