

Conclusiones.

Está lejos del ánimo del que suscribe estas líneas la idea de dar por completos estos ensayos, ni querer generalizarlos: lo primero porque la precisión con que están hechos no es comparable con los de los Laboratorios dedicados á estas clases de investigaciones, y lo segundo porque tanto la resistencia como los precios deben variar en gran escala según las localidades, naturalezas de los elementos, precio del mercado y de la mano de obra, etc., etc. Sin embargo, para no limitarme á relatar los resultados escuetos, indico á continuación las conclusiones que de ellos pueden deducirse, aunque con las salvedades correspondientes á las circunstancias de lugar y tiempo:

1.^a Los morteros de cemento son, para dosis medianas ó ricas, más económicos, á igualdad de resistencia, que los bastardos y de cal hidráulica.

2.^a Los precios por unidad de resistencia aumentan con la proporción de cal en los bastardos.

3.^a Los morteros de cal hidráulica son más económicos que los bastardos, cuando la cantidad de cal iguala ó supera en peso á la de cemento.

4.^a Sólo cuando se requiera una resistencia muy pequeña pueden ser más económicos los morteros de cal hidráulica que los de cemento puro (compárense marcas 1-A y 1-a en las columnas 12 y 14) y aun para este caso pueden ser más ventajosos los bastardos (compárense 2-b y 3-A) no muy pobres de cemento.

5.^a Trazando desde el origen de coordenadas la tangente á la curva (a) parece deducirse que el mortero más económico costaría 32,80 pesetas, y tendría una resistencia de 26,20 kilogramos por centímetro cuadrado á los seis meses.

M. JIMÉNEZ LOMBARDO.

Málaga 2 de Octubre de 1914.

Las obras realizadas para el ensanche del canal de Kiel.

Creemos que ha de interesar á nuestros lectores todo lo que se refiera al canal de Kiel, llamado por los alemanes «Kaiser Wilhelm Kanal», que une el mar del Norte con el Báltico, desde la desembocadura del Elba á la bahía de Kiel, y esto nos induce á extractar el extenso artículo que á éste dedica M. A. C. en *Le Génie Civil*.

Después de hacer un resumen histórico de las diferentes obras que han tenido por objeto unir los dos mares mencionados pasa el autor á describir el

Trazado del canal.—El canal de Kiel, que evita á los buques que van del mar del Norte al Báltico la vuelta por los estrechos de Dinamarca, cortando directamente la Península de Schleswig (figuras 1.^a y 2.^a), tiene una longitud de 98 kilómetros.

Su punto de partida sobre el Elba está definido por la esclusa de doble depósito de Brunsbüttel, y su punto de llegada, sobre la bahía de Kiel, por la esclusa similar de Holtenau.

Entre estas esclusas, el trazado presenta una línea regularmente sinuosa, jalonado por estaciones de cruce y de viraje; atraviesa principalmente regiones bajas y pantanosas, excepto cuando atraviesa la divisoria de las aguas, donde se encuentra la trinchera y el puente del ferrocarril de Grünenthal. La única población importante que se encuentra en las orillas del canal es Rendsbourg (kilómetro 60), donde se encuentra otro viaducto im-

portante que da paso á varias líneas de ferrocarril. En fin, cerca de Holtenau, en Levensau, existe un puente carretero de bastante longitud.

Obras para el ensanche del canal.—La sección transversal era al principio de 9 metros de profundidad por 67 de anchura en la superficie del agua, habiéndose elevado en la actualidad á 11 metros su profundidad, y á 102 la anchura en la superficie del agua y á 44 la del fondo.

Las mejoras del canal han consistido, además del ensanche propiamente dicho, en la rectificación de varias curvas demasiado pronunciadas que hacían difícil la conducción de los grandes buques.

La excavación de un nuevo cauce, enteramente distinto del antiguo, no ha sido necesario más que en dos puntos: del kilómetro 56 al 69 y del 93 al 96 en las orillas de la esclusa de Holtenau. Los radios de las curvas son, en general, superiores á 2.500 metros; en tres casos solamente están comprendidos entre 1.800 y 2.500 metros.

Las estaciones, indicadas en el plano de conjunto, se han agrandado y varias permiten el viraje de los buques, gracias á su anchura de 300 metros en el fondo, siendo su longitud de 600 á 1.100 metros.

Movimiento de tierras.—Para perjudicar lo menos posible la navegación, los movimientos de tierras se han realizado en cuan-



Fig. 1.^a

to ha sido posible en seco, con la ayuda de excavadoras, bajo la protección de ataguías y de bombas de agotamiento, hasta algunos metros por debajo de la superficie de agua del canal. El ensanche se ha hecho, en general, por un solo lado.

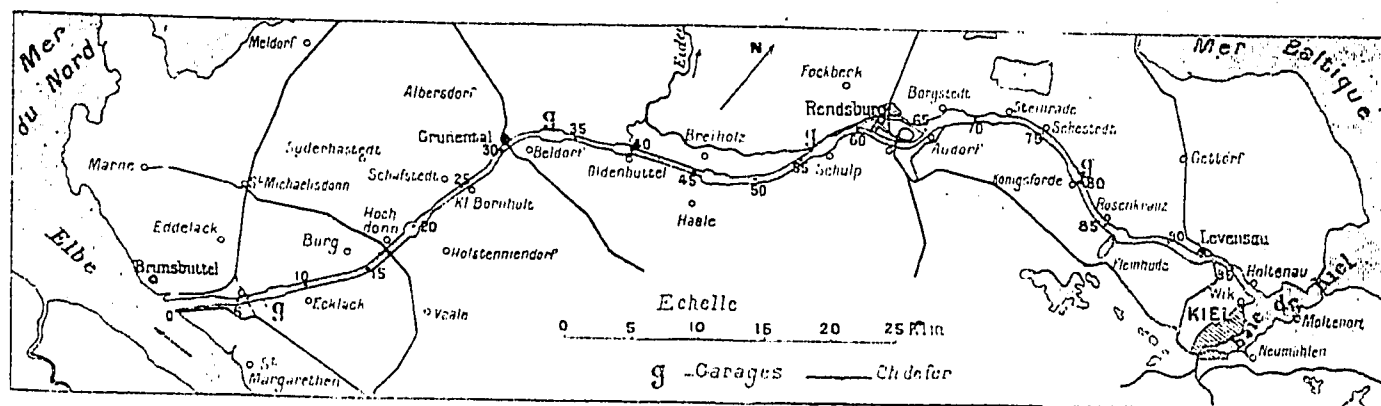
Las tierras se han transportado, ya por medio de trenes, ya por chalanas, y, en este último caso, se arrojaban, unas veces al mar, y otras á los lagos próximos al canal. El conjunto de estos movimientos de tierras representa 100 millones de metros cúbicos, ó sea tanto ó tal vez más que los realizados durante la construcción del canal primitivo.

Puentes.—Los puentes que atravesaban el antiguo canal eran siete: dos fijos en Grünenthal y en Levensau, y cinco giratorios, de éstos, tres en Rendsbourg; los dos primeros han podido conservarse, pero los otros han desaparecido.

Tan sólo el puente-carretero giratorio de Rendsbourg, de 50 metros de longitud, ha sido reemplazado por una obra análoga,

de 80 metros de luz; todos los demás se han convertido en puentes fijos, cuyo nivel ha tenido, por lo tanto, que elevarse.

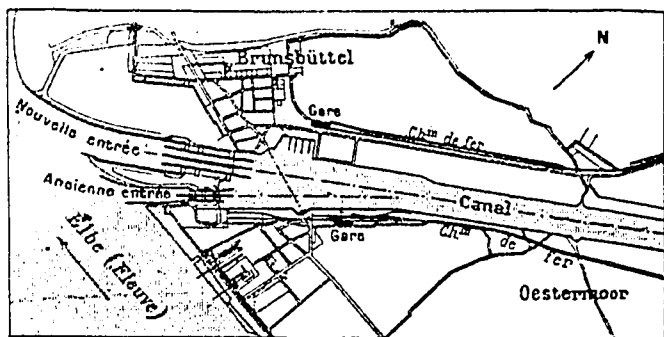
Además de los puentes, existen numerosos barcos que aseguran la travesía del canal para los peatones y los carruajes; estas instalaciones han tenido que ser reforzadas y provistas de aparatos de maniobra mecánicos; en Brunsbüttel hay tres barcos que hacen la travesía entre embarcaderos cuyas pasaderas se elevan o descienden con ayuda de tornos eléctricos; estos barcos pueden transportar 6 carruajes y 60 peatones.

Fig. 2.^a

Esclusas.—La parte más importante de las obras, desde el punto de los gastos, y la más notable desde el punto de vista del arte del Ingeniero, es, seguramente, la sustitución de las dos esclusas dobles de Brunsbüttel y de Holtenau, por otras dos del mismo género, pero de muy superiores dimensiones: 330 metros de longitud útil y 45 metros de anchura, en lugar de 210 y 25 respectivamente.

Las nuevas obras se han construido próximas a las antiguas, que subsisten y pueden servir en caso de necesidad; salvo las disposiciones de sus orillas, de las que las figuras 3.^a y 4.^a dan una idea precisa, estas dos esclusas son semejantes y nos bastará, siguiendo al autor del artículo, describir la de Holtenau, cerca de Kiel.

Estas esclusas son las mayores que existen en la actualidad, pues las del canal de Panamá no tienen más que 305 metros de longitud y 33,50 de anchura. Los talleres han tenido, por lo tanto, que proveerse del material muy potente necesario para satisfacer a un programa que abraza, sólo para la esclusa de Holtenau, la extracción de cerca de 4 millones de metros cúbicos de tierra, el terraplenado de 670.000 metros cúbicos, la construc-

Fig. 3.^a

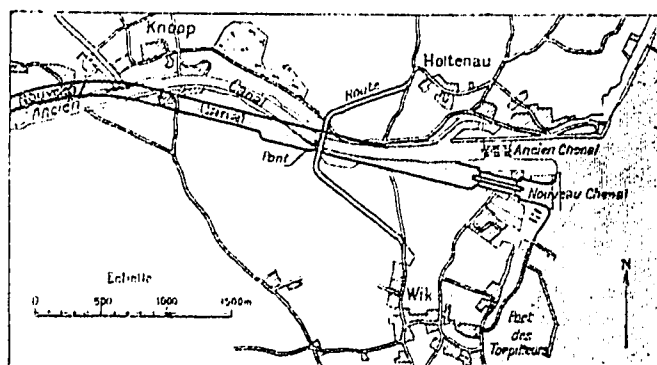
ción de 450.000 metros cúbicos de mampostería, etc. Creemos, pues, interesante describir las principales instalaciones de estos talleres, resumiendo, como hace el autor, la Memoria publicada por MM. Gähns y Prietze en la *Zeits. für Bauwesen*.

La situación de la nueva esclusa se indica en las figuras 2.^a, 3.^a y 4.^a; se ve en ellas que está 200 metros próximamente al

Sur de la antigua, muy cerca de la orilla, y en una dirección oblicua con relación a la antigua desembocadura del canal.

Los dos depósitos de la esclusa están provistos cada uno de tres puertas, una de las cuales limita un pequeño depósito de 100 metros de longitud. El muro central tiene 13,50 metros de espesor y los laterales 8,50 en la parte más gruesa; se vacían por unos túneles de 2,60 metros de anchura y de 22 metros cuadrados de sección; otros túneles transversales, más pequeños, sirven para el paso de las canalizaciones de transmisión.

Tomando para plano de comparación un plano situado a 20 metros por debajo del nivel del mar, los buscos y los zampeados de los depósitos están establecidos en la cota + 6 metros, de manera de conservar un calado de 13,75 metros; estando el

Fig. 4.^a

nivel medio del Báltico en la cota 19,75, el nivel medio del canal está en la cota 20,20. La plataforma está establecida en la cota 23,75, lo que da 4 metros de distancia vertical por encima de la flotación y facilita el acceso al puente de los buques que se encuentran en los depósitos.

Puertas.—Las puertas (dos extremas y una intermedia para cada depósito) son del tipo corredizo, y entran, en su posición de abertura, en el interior de unas cámaras de mampostería. Su robusta armadura metálica, compuesta de vigas en celosía y de cuadros de palastro que reciben la presión del agua sobre su cara convexa, presenta las dimensiones siguientes: 47 metros de longitud, 8 de anchura y 18,50 de altura (21 metros en Brunsbüttel, donde las variaciones de nivel son más importantes); de las seis puertas de cada esclusa, cuatro están reforzadas para soportar la presión máxima del agua que se ejerce de un lado, cuando el depósito está vacío por el otro.

Su peso varía de 770 a 1.315 toneladas, según las dimensiones y los refuerzos. Su montaje se ha hecho en los mismos depósitos a que estaban destinadas (fig. 5.^a); cuando éstos se han llenado, se hicieron flotar aquéllas, vaciando de lastre sus compartimientos y se las ha hecho entrar con facilidad en sus cámaras

Cada uno de los dos tornos de una puerta está provisto de un motor de 175 caballos, suficiente para mover la puerta (cuya resistencia es de 25 toneladas) á la velocidad de 35 centímetros por segundo, ó sea un poco más de dos minutos para la abertura ó cierre totales. Las condiciones desfavorables (hielo, presión unilateral del agua) están previstas ampliamente, puesto que el conjunto de los dos motores pueden vencer una resistencia de 160 toneladas, y soportar sobrecargas de más de un 100 por 100 durante algunos minutos.

4.º En d y d' , las excavaciones relativas al depósito septentrional).

Agotamientos.—La potencia necesaria de las bombas eléctri-

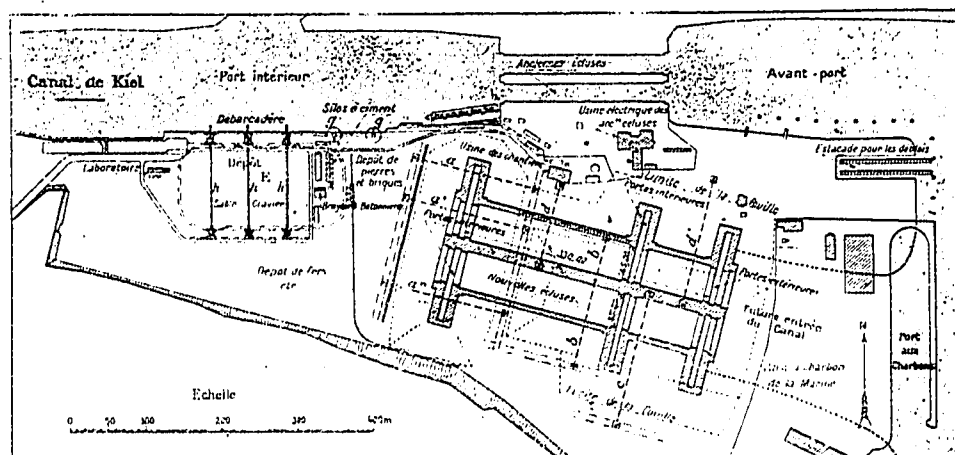


Fig. 5.2

Los aparatos de guía y de gobierno de las puertas están dispuestos sobre unas plataformas soportadas por arcadas visibles en la figura 6.^a, que representa un corte transversal del alojamiento de una puerta. La separación entre estas plataformas es de 10 metros.

Las dificultades de las obras eran de dos clases:

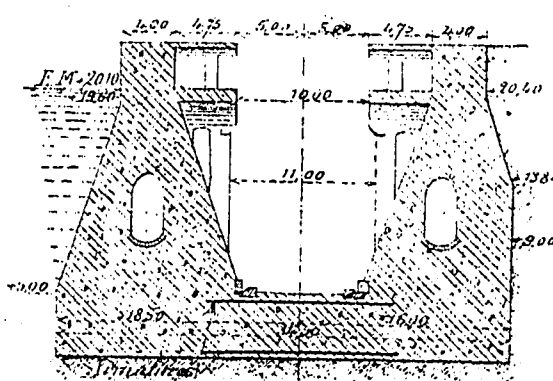
2.^a El abastecimiento de los talleres de materiales, y principalmente de hormigón, pues sobre los 450.000 metros cúbicos de mampostería hay que añadir 425.000 de hormigón, 20.000 de ladrillos y 5.000 de piedra de talla.

Se emplearon los dos métodos de trabajo siguientes:

1.º El descenso general del nivel de las aguas subterráneas por la introducción de pozos filtradores, en los cuales aspiraban bombas eléctricas.

2.º La instalación, ya sobre el taller de depósito de los materiales, ya sobre los talleres de construcción de los depósitos, de transportadores funiculares de cubetas.

La corriente estaba suministrada por dos turboalternadores (500 voltios) de 500 kilovatios cada uno, de los cuales uno servía de reserva. Un tercer turboalternador semejante movía las grúas, transportadores, horinigoneras, etc. Las bombas, que eran 8, de 75 caballos cada una, sin contar las de reserva con sus motores, giraban á razón de 375 vueltas por minuto.

Fig. 6.^a

Los pozos filtrantes se componían de dos tubos concéntricos, uno perforado, de 15 centímetros de diámetro, otro continuo que servía de tubo de aspiración; eran unos 200. Según las necesidades, se introducían sucesivamente en uno ú otro punto del taller.

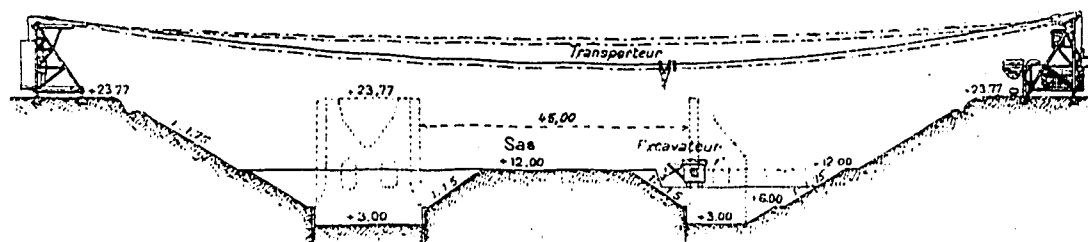
Ejecución de las excavaciones y de las mamposterías.—Las excavaciones se han efectuado, en parte, con el excavador de arca-
duces, en parte, por medio de excavadores de palas y de trans-
portadores de cables.

Las tierras removidas, de las que sólo una pequeña parte se empleaba en los terraplenes, se han arrojado al mar porque la proximidad de la ciudad de Kiel no dejaba sitio suficiente disponible para depositarlas. El lugar escogido para verterlas estaba á 17 kilómetros de la orilla; se las cargaba, por medio de dos estacadas, sobre una gran chalana que contenía 1 300 metros cúbicos.

Las tolvas repartidas á lo largo de la estacada se llenaban poco á poco y se vaciaban simultáneamente á la vuelta de la

barcaban y almacenaban en un vasto depósito *E* (fig. 5.^a) servido por dos grúas *g* y tres transportadores funiculares *k*, y al cual estaban anejos, un laboratorio de ensayos, silos de cemento, trituradoras, hormigoneras, etc. Se han empleado las cantidades siguientes: 425.000 metros cúbicos de arena, 90.000 toneladas de cemento, 12 millones de ladrillos, etc.

Las máquinas se movían por medio de electromotores, los materiales se pesaban en básculas automáticas, las entregas se examinaban en el laboratorio de ensayos; en una palabra, la or-

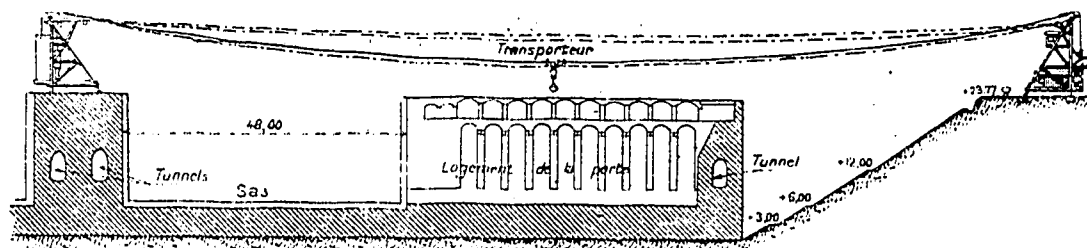
Fig. 7.^a

chalana, que volvía á partir en seguida para descargar en el mar.

Una de las principales particularidades de las obras es el empleo de los conocidos transportadores aéreos cuyos cables estaban tendidos transversalmente al eje del depósito: su uso es muy cómodo, por la facilidad con que, como se sabe, puede servir si-

ganización de este taller, aunque previsto para tres años solamente, era tan cuidadosa como si se tratase de una fábrica permanente.

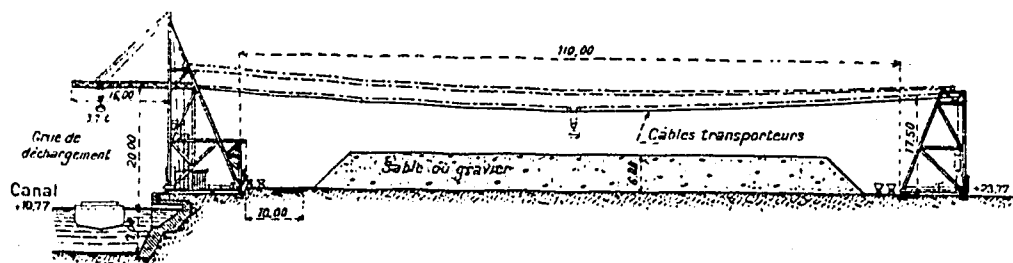
Precio de costo.—Se pueden indicar para la presa de Holtenu las cifras siguientes: instalación del depósito de materiales, 575.000 francos; gastos de corriente eléctrica, á 0,3 el kilovatio,

Fig. 8.^a

multáneamente toda la anchura y sucesivamente (por cambio progresivo de los pilares) toda la longitud de un taller muy extenso y con un gasto moderado de instalación. Los cubos llenos de escombros ó de materiales resbalaban á lo largo de los cables hasta el nivel del taller servido y descendían al fondo de la

65.000; salarios, 375.000; material para agotamiento de las excavaciones, 225.000 francos.

Fábricas eléctricas.—Las nuevas esclusas han exigido la construcción de nuevas fábricas eléctricas para suministrar la corriente á los motores y demás aparatos, reemplazando á las de

Fig. 9.^a

excavación ó al nivel del muro en construcción y después volvían á subir y llegaban á uno de los pilares.

Las figuras 7.^a, 8.^a y 9.^a representan cortes transversales de la excavación de un depósito, de la de una cámara de puerta y de la de un depósito de materiales, respectivamente.

Como hemos dicho anteriormente, los transportadores se instalaron sucesivamente (fig. 5.^a), en *a*, *a'*, *a''*, durante la primera fase de las obras; en *b*, durante la segunda; en *c*, durante la tercera y en *d*, *d'*, durante la cuarta. Su tirada máxima era de 165 metros.

Los materiales de construcción llegados por agua se desem-

las antiguas esclusas, que eran poco potentes y sin los adelantos modernos.

Las nuevas fábricas tienen cada una tres bombas eléctricas de alta presión y tres grupos electrógenos de motores Diesel de 350 caballos; en Brunsbüttel, dos grupos de corriente continua y uno de alterna, todos de 500 voltios; en Holtenu, un grupo de corriente continua y dos grupos mixtos, moviendo los motores á la vez una dinamo y un alternador de 2.000 voltios. Existen, además, unos aparatos para regularizar la carga de los motores Diesel.

Una parte de la corriente alterna de las dos fábricas se em-

plea para el alumbrado del canal, que se verifica por medio de series de lámparas de filamento metálico.

Gastos necesarios para las obras del canal.—Termina el autor su artículo diciendo que, según el *Zentralblatt der Bauverwaltung*, el total de los gastos se elevará á 290 millones de francos, repartidos, próximamente, del modo siguiente: 27 para las expropiaciones, 100 para las obras de movimientos de tierras, 30 para las esclusas de Brunsbüttel, 23 para las de Holtenu, 41 para las desviaciones del ferrocarril á Rendsburg y á Hochdonn, y el resto para el arreglo de las entradas del canal, la reconstrucción de los puentes, las estaciones de bombas, los barcos de travesía, etc.

Bibliotecas circulantes para uso de los Torreros de faros

El Servicio de Faros de los Estados Unidos de la América del Norte ha establecido desde hace años, para uso de los Torreros, bibliotecas circulantes, que existen también en la Gran Bretaña é Irlanda, y que son de suma utilidad y conveniencia para dicho personal, por el aislamiento en que la mayoría vive, obligado á residir en los faros, muchos de ellos sin otro medio de comunicación con los lugares habitados que el mantenido oficialmente para su abastecimiento, ó si la hay es en gran número en extremo penosa.

En estas circunstancias cumple el Estado una misión moral al procurar la ilustración de este personal, y al facilitarle medios que puedan contribuir á la educación de sus hijos y les proporcione distracción amena, que á la vez de servirles de recreo y utilidad les evita ocuparse en los ratos de holganza de cosas no siempre para ellos provechosas.

Las bibliotecas circulantes pueden llenar este objeto si se hace una acertada elección de los libros que las compongan, en los que se una la instrucción á la amenidad, adecuados unos para personas mayores y á propósito otros para la infancia.

Este procedimiento es, sin duda, menos costoso que el de dotar á cada faro de los libros, á no ser que éstos fueren demasiado pocos, con perjuicio del fin pretendido; se procura, además, con menor número de obras mayor variedad de lecturas, y se obtiene superior rendimiento al aumentar los lectores de cada libro, por la traslación de la biblioteca de uno á otro faro.

Sería, pues, de gran conveniencia y sumamente beneficiosa la implantación en España de este servicio, con sencilla y regulada organización, comenzando, para aminorar el gasto y á modo de ensayo, por la formación de un pequeño número de bibliotecas que constasen de pocos libros, pero bien elegidos, y destinándolas á los faros más aislados, como son los de Islas Columbretes y de Alborán, entre otros, á los que más interesa y conviene atender por su situación tan alejada de la costa é incomunicada con lugar poblado, en que los torreros pudiesen siquiera procurar á sus hijos rudimentos de primera enseñanza.

Más adelante, si se confirmaran sus resultados satisfactorios, se aumentaría el número de bibliotecas, y con ello la diversidad de las obras en ventaja de su objeto, circulándolas entre más faros para extender así el disfrute de esta útil institución.

El Servicio de Faros de España dispone actualmente de medios para el establecimiento de esta mejora, pudiéndose abonar los insignificantes gastos que en su principio origine con cargo al crédito destinado á la conservación, como se adquiere el mueble para los Torreros, el agua para su bebida y los medicamentos de sencillo uso y más frecuente necesidad para este personal.

La referida idea ha sido ya antes iniciada; mas esta ligera exposición en la Revista podrá quizás contribuir á que llegue á realizarse medida de consecuencia tan beneficiosa por su carácter educativo y moral.

GUILLERMO BROCKMANN,
Ingeniero de caminos.

EL CANAL DE CASTILLA.

Como complemento del artículo publicado en el número anterior acerca de dichas obras, daremos cuenta otro día de los interesantes trabajos que está realizando la Jefatura del Canal de Castilla, en relación con el Servicio Central hidráulico para la fijación de nuevos embalses, en lo cual proceden los distinguidos Ingenieros afectos á dichos servicios, con tanta actividad y acierto como demostramos, con orgullo, en la relación que hicimos, habían procedido en cuanto se refiere á los recientemente inaugurados.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Puente sobre el Spree en Fürstenwalde (Alemania).

Como las obras realizadas para mejorar el canal del Oder al Spree habían hecho necesaria la desviación del camino de Fürstenwalde á Ketschendorf al atravesar el Spree, la primera de estas poblaciones aceptó el construir un nuevo puente siempre que el Estado le concediese su auxilio.

La nueva obra comprende un tramo metálico de 69 metros de longitud que salva el paso navegable, el cual es oblicuo con relación al eje del puente y dos arcos de cemento armado de luz normal, teniendo, respectivamente, 31,60 y 20,60 metros de longitud (figuras 1.ª y 2.ª).

La anchura del puente es de 10,70 metros, de los cuales 6,70 corresponden á la calzada y 2 metros á cada acera. En el tramo central metálico, la anchura total se eleva á 12,10 metros á con-

secuencia de existir en él las vigas principales que están á la distancia de 8,10 metros de eje á eje, separando la calzada de las aceras.

Los cimientos del puente son de diversos tipos (fig. 1.ª), según las condiciones encontradas. El estribo de la orilla derecha se ha cimentado al abrigo de tablestacas, sistema Larssen.

Las vigas del tramo metálico son arcos de dos articulaciones con tirante. No hay otro contraviento superior que dos riostras en medio del puente. Las varillas de suspensión están sólidamente unidas á las riostras de la vía, que está provista de un contraviento horizontal.

Las bóvedas de cemento armado están articuladas en los arranques y en la clave. Su flecha es de $\frac{1}{8}$ y $\frac{1}{16}$ de su longitud. Con un objeto económico se les ha dividido en dos trozos de 3,60 metros de anchura, separados por un intervalo de 2 metros.