

Teniamos, pues, razon cuando dijimos que la investigacion de máquinas para el Istmo era problema más complicado de lo que á primera vista pudiera parecer.

La Compañía indudablemente intentó, cual nosotros, ponerlo en ecuacion, siguiendo para ello una marcha parecida á la nuestra, aunque mucho más inteligente y lucida. Ella comprenderia, en su consecuencia, todas las dificultades del problema, y la grave responsabilidad que pesaba sobre el que acometiera su resolucion; ella debió entónces luchar entre acometerla por sí, ó confiarla á los particulares llamándolos á concurso; y si prefirió lo segundo, nosotros no vacilamos en atribuirlo á su modestia por una parte, y por otra á su deseo de no aventurar los intereses de los accionistas.

Los 15.800.000<sup>m<sup>5</sup></sup> desmontados por los fellahs habian costado á 0<sup>5</sup>,78 uno. Ahora se contrató al precio medio de 1<sup>5</sup>,95 el desmonte de 55.200.000<sup>m<sup>5</sup></sup>, que componian entre todos los lotes segun las primeras dimensiones que la Compañía fijó al canal.

A continuacion del islote de Puerto-Said, empezó á construir la Compañía el muelle del Oeste con piedras de la cantera de Mex, situada cerca de Alejandria. Pronto, sin embargo, abandonó la piedra, que tanto le costaba trasportar, y se resolvió por los bloques de hormigon, para los cuales tenia al pié de obra toda la arena necesaria. Pero no quiso encargarse ella misma de la direccion y administracion de los trabajos; los adjudicó en licitacion pública á los hermanos MM. Dusaud, tan conocidos ya por los diques de igual naturaleza que habian construido en los puertos de Argel, Cherbourg y Marsella.

Nuestros lectores recordarán que para acelerar la llegada del agua dulce á las inmediaciones del canal maritimo, la Compañía hizo provisionalmente una derivacion de las aguas del Oüady, reservándose construir despues el trozo de canal que debia subir al Cairo la toma de aguas. El Virey se encargó de la construccion de este trozo, sin otra recompensa que el derecho de regar los terrenos adyacentes.

En 1864, cuando apénas habia trascurrido un año desde la retirada de los fellahs, quedaron celebrados todos los contratos referidos.

La ejecucion material de los trabajos, durante un año paralizada, está ya en manos de los contratistas; ellos se han comprometido á terminarla en corto plazo. Hombres, viveres y máquinas poderosas llegan al Istmo; la accion y la vida se asien-

tan en él de nuevo; aqui se abre el período más notable de los trabajos; ahora empieza ese gran concierto mecánico, cuya armonía atravesará el tiempo, como ha atravesado el espacio, para hacerse admirar de la posteridad, como ha sido admirada de la actual generacion.

(Se continuará.)

A. HERRERA Y BONILLA.

## REPARACION DEL PUENTE DE SAN JUAN.

(1867).

Pocos sitios más agrestes, de aspecto más severo y de contrastes más marcados presenta la provincia de Madrid que el ocupado por el puente de San Juan, en la carretera de segundo orden de Alcorcon á Ávila, que salva el río Alberche en la proximidad del pueblo de Pelayos. Las elevadas vertientes de los montes que forman las orillas en aquella parte de su curso contrastan fuertemente con la explanada que se extiende á lo léjos hasta la proximidad del pueblo de San Martin de Valdeiglesias; la imponente vegetacion de pinos que ocupa todo el accidentado terreno de la margen izquierda aparece más severa cuando se fija la vista en los alegres viñedos de aquella llanura: las rocas desiguales é irregularmente cortadas que se presentan en ambas márgenes, encajonando profundamente las aguas del Alberche, forman una oposicion notable con los terrenos en cultivo que á corta distancia se divisan. Y cuando despues de seguir la carretera por las tortuosas revueltas en que el moderno trazado atraviesa la cuesta de San Juan, se presenta de pronto á la vista este extenso panorama, profundamente impresionado el ánimo del viajero, contempla sus detalles, á que dan realce, de una parte, lo solitario y aislado de aquellos lugares; y de otra, las ideas que acuden en tropel á la memoria delante de aquel sitio y de aquel puente de gran altura, cuya construccion es antiquísima; á cuya existencia van unidos algunos recuerdos de nuestra brillante historia del siglo xv; y que en sus arcos, profundamente sellados con la marca de los años, y en sus pilas y estribos, socavados por la accion incesante de la corriente del río, muestra cómo la obra del hombre permanece en las generaciones que le siguen; y despierta en la mente, con los recuerdos del pasado, todas aquellas ideas, todas aquellas impresio-

nes que la vista de una construcción secular des-envuelve constantemente en nuestro espíritu.

La mano del tiempo hubiera muy pronto arruinado esta obra de nuestros antepasados, si una reciente reparación no hubiera venido á salvar por mucho tiempo las tradiciones y los recuerdos, y á hacer útil para la moderna carretera este notable puente, resolviendo el problema, que en vano se esfuerzan en hacer imposible los amantes de la renovación del pasado, de conservar toda la belleza que reviste lo antiguo con toda la utilidad y la resistencia de nuestras modernas construcciones.

Pasemos á exponer cómo se ha llevado á cabo esta reparación y en qué ha consistido.

Darémos á conocer la disposición de la obra, y expondrémos luego el estado en que se hallaba y los trabajos que ha sido necesario ejecutar para asegurar su estabilidad y duración. Las circunstancias en que se encontraba la obra hacen este estudio algun tanto interesante.

Consta el puente de cuatro arcos de medio punto, cuyas respectivas luces son: 8<sup>m</sup>,10, 10<sup>m</sup>,50, 15<sup>m</sup>,50 y 9<sup>m</sup>,90.

La fábrica de los arcos es de sillería; la de los timpanos, relleno, pilas y estribos es de mampostería. Los apoyos tienen todos cuatro metros de espesor.

La línea de arranques en los cuatro arcos se encuentra á la misma altura; y como los pretiles estaban á igual elevación sobre las cuatro claves, resultaba el piso del puente compuesto de varias rasantes, como en todas las construcciones del mismo género de la época de la que nos ocupamos.

Entre los dos extremos del piso y la rasante horizontal que pasa por su punto más alto había un desnivel de 2<sup>m</sup>,20 en uno y de 5<sup>m</sup>,60 en el otro.

Los caminos de entrada al puente apenas tenían el ancho suficiente para el paso de caballerías.

El terreno en que se encuentra construido está compuesto exclusivamente de roca muy dura, tanto en las márgenes como en el lecho mismo del río.

El estado en que el puente se hallaba era seguramente expuesto á la ruina. Había grandes socavaciones en la mampostería de las tres pilas, desapareciendo en algunos puntos la fábrica hasta el extremo de poder pasar una banderola á través de una de ellas.

Los arcos de ambos frentes, en el tramo de mayor luz, estaban en bastante mal estado, especialmente en el paramento que mira al N. Algunas

dovelas se hallaban carcomidas, siendo esto efecto de la acción atmosférica, continuada durante siglos.

La mampostería de los riñones en el arco de mayor luz se encontraba también en estado de deterioro.

Tal era la situación del puente cuando se procedió á su reparación, á fin de hacerlo servir para el paso de la carretera.

Era preciso ante todo rellenar las socavaciones de los apoyos con mampostería hidráulica. Debía luego arrancarse la mampostería de los riñones. En seguida había que elevar la rasante y regularizar el piso, y para ello construir muretes de sostenimiento del terraplen y levantar los pretiles á la altura del nuevo piso.

Una vez terminados estos trabajos, podía dejarse libre el paso por el puente (lo cual urgía), y proceder á la reparación de las dovelas de los paramentos, que se hallaban carcomidas.

En las avenidas ó caminos de entrada había que hacer desmontes en la roca para ensanchar el paso y darle las dimensiones convenientes.

Vamos á dar á conocer ligeramente la disposición que se dió á las obras para conseguir el resultado que se deseaba.

Se establecieron provisionalmente talleres de carpintería y forja, almacén y chozas para los operarios.

Se empezó por desmontar con barrenos la roca de las avenidas, y regularizar la entrada y salida del puente. Al mismo tiempo se tomaban todas las juntas con mortero ligeramente hidráulico en la parte de obra que debía conservarse.

Se procedió luego á recalzar las pilas. Aunque estas obras tenían lugar durante el verano, el río llevaba mucha agua; y si bien los apoyos extremos se podían aislar sin necesidad de grandes agotamientos, no sucedía lo mismo en las dos pilas centrales, donde habían tenido lugar precisamente las mayores socavaciones, pues había un calado de cerca de tres metros en algunos puntos. Se comprende, por tanto, que el recalzado fuese pronto y fácil en los apoyos extremos, donde efectivamente se hizo en corto tiempo con mampostería hidráulica.

La dificultad principal en estas obras era encontrar un sistema de ataguías para las pilas centrales que fuese de poco coste y de fácil establecimiento, pues las grandes desigualdades del fondo imposibilitaban el empleo de las más ordinariamente

usadas, y las circunstancias hacian indispensable una rigurosa economía.

Pasemos á exponer el sistema que propusimos, y que, aceptado por el Ingeniero Sr. Santa Cruz, se puso en práctica con el mejor éxito.

La gran corriente del rio en aquel tramo, y el mucho calado hacian desechar por completo las ataguías de arcilla sola; pues, aparte de la gran cantidad que hubiera sido necesario emplear, y de la gran dificultad para hacer con presteza la operacion de vaciarla, el cáuce se hubiera estrechado mucho; é interceptada gran parte de la seccion del rio, la velocidad hubiese aumentado, y las socavaciones de la pila en que no se estuviese haciendo el agotamiento hubiesen comprometido aun más la estabilidad de la obra, dificultando al propio tiempo la construccion de la ataguía por los mayores arrastres; máxime cuando el puente se encuentra situado en una curva pronunciada y en un sitio en que el lecho tiene gran pendiente.

Tampoco podia hacerse una ataguía de pilotes y tablestacas sólo; pues siendo el fondo de roca y presentando grandes desigualdades, no podian hincarse los pilotes ni adaptar convenientemente las tablestacas al terreno.

En la necesidad de un sistema pronto y eficaz, proyectamos el siguiente, que creemos aplicable en la mayoría de los casos en que se presenten análogos dificultades.

Dos cajones concéntricos, sin fondo y distantes entre sí medio metro, se colocaron en el sitio en que el agotamiento debía hacerse. En el espacio intermedio se clavó una tela de lona, dejando gran parte de ella flotante á fin de hacer despues que se adaptase á todas las desigualdades de la roca del fondo. Despues se arrojó arcilla entre ambos cajones para conseguir este resultado.

Entremos en algunos detalles. La forma accidentada del lecho resguardaba á cada una de las pilas por una de sus cuatro caras, quedando por allí libre del alcance del agua, siendo así sólo necesarias las ataguías para tres de los paramentos, siempre que se unieran bien con las rocas que ceñian las pilas por el cuarto lado. Bastaba, pues, que el recinto de la ataguía tuviese tres paramentos.

Componiase cada cajon de dos piezas verticales de ángulo, á las que se sujetaban dos filas de cepos horizontales: una á la altura del nivel del agua, y otra lo más cerca posible del fondo. Los cepos de las caras laterales se apoyaban por uno

de sus extremos en las rocas mismas. Tales eran las piezas que formaban el esqueleto de cada recinto.

Los dos cajones concéntricos se unian entre sí por cepos trasversales superiores é inferiores.

Construyéronse en la orilla, y se armaron allidando á las piezas de ángulo la longitud correspondiente, deducida de un sondeo practicado en el sitio de emplazamiento. Maderos inclinados, apoyados en la márgen y en el lecho, sirvieron para botar al agua los cajones armados, y se llevaron á flote al lugar á que se destinaban. Pesos colocados en la parte superior y sostenidos por piezas trasversales sujetas á ambos cajones bastaron para sumergirlos, y para que quedasen en el sitio correspondiente. Asegurada la posicion de los cepos, se terminó la colocacion de los cajones formando con tablestacas las caras de cada uno de ellos. Estas tablestacas quedaban sujetas entre los cepos que formaban parte del esqueleto, pues la separacion de las piezas de estos cepos estaba dispuesta con arreglo al espesor de los tablonos que habian de constituir el tablestacado.

Se procedió luégo á la colocacion de la lona, que tenía tres metros de ancho, á pesar de no ser la distancia entre los paramentos interiores de los recintos sino 0<sup>m</sup>,50, con el objeto ántes indicado. Sus bordes se clavaron en los cepos inferiores de ambos cajones, y se empezó en seguida á rellenar con arcilla el espacio intermedio.

La primera vez que se practicó esta operacion no tuvieron cuidado los encargados del trabajo de apisonar la arcilla por tongadas; resultando, en su consecuencia, grandes filtraciones, que imposibilitaban el agotamiento. Removida con barrones, y bien apisonada despues, se pudo en corto tiempo obtener un aislamiento perfecto, y sacar el agua con dos bombas apoyadas en el macizo de la ataguía, cortando con tepes los pequeños filetes de agua que se abrian paso entre la lona y la roca en algunos puntos.

El pronto y eficaz resultado obtenido con tan poco coste nos hace recomendar para casos análogos tan sencillo procedimiento.

Puesta en seco una de las pilas, se procedió á recalzarla, pudiendo hacerse esta operacion con gran esmero y con gran facilidad por no tener que ejecutarla dentro del agua. La misma ataguía, desarmada y trasportada, sirvió despues para la otra pila.

Mientras se recalzaban ambas, se procedia á la

construcción de un puente provisional sobre el río; un ponton, provisional también, sobre un arroyo próximo; y un camino de desviación. No estaba presupuestado en el proyecto el puente provisional, por haber creído vadeable el río en la estación de las obras: convencidos después de que era indispensable, hubo que construirlo; sin exceder por esto el presupuesto de reparación, á causa de la grande economía con que se había logrado hacer el recalce de los apoyos.

Este puente provisional se hizo con palizadas, compuestas cada una de cuatro pilotes, una travesía y una cruz de San Andrés: estas palizadas, que distaban entre sí cuatro metros, sostenían cuatro filas de largueros, sobre los que descansaban los tablonés del piso. Pudo hacerse con pilotes, merced á que á unos 60 metros aguas abajo del puente se encontraba, en una tabla del río, una capa de légamo, de medio metro próximamente de espesor, donde se sujetaron aquéllos.

De todos modos, y por grande que fuera la trabazón y enlace entre las distintas piezas de este puente provisional, era de temer que en la primera avenida fuese arrastrado por el río, puesto que es sabido que en toda crecida las tablas se convierten en chorreras, cuando están tan pronunciadas como en aquella parte del curso del Alberche. De aquí la necesidad de dejar pronto expedito el paso por el puente de fábrica, dejando para última operación la de reparar los arcos de los frentes.

Se procedió, pues, cuando el provisional quedó útil, á levantar el piso del puente principal hasta dejar al descubierto las dovelas por el trasdos de los cañones; y habiendo encontrado en buen estado la mampostería de relleno, se regularizó el trasdos, y se extendió sobre él una capa de hormigón de poco grueso. Sobre ésta se formó el terraplen con arreglo á la nueva rasante, comprendido entre muros de sostenimiento que se construyeron; muros por escalones, cuyo espesor en la parte superior era 0<sup>m</sup>,60, y llegaba en la base á 1<sup>m</sup>,20 en los sitios en que el terraplen tenía más de dos metros de profundidad.

Se colocaron después los pretilos á la altura del nuevo piso, dejando entre ellos un ancho uniforme y no presentando las desigualdades de su primera construcción. Se regularizaron los apartaderos que había sobre los tajamares, prolongados en este puente hasta la parte superior.

Echado luego el firme y permitido el tránsito, pudo procederse á la reparación de los arcos de

ambos frentes y aún de algunas dovelas del cañon. Las argamasas que los nuevos adelantos en el arte de la construcción permiten emplear para la confección de las piedras artificiales fueron de gran utilidad para esta última parte de la reparación de una obra que podrá, mediante ella, resistir por largo tiempo á las causas de deterioro á que por muchos siglos se ha encontrado ya expuesta.

LUIS DE RUTE.

## PILOTES CON ROSCAS DE HIERRO FORJADO.

LÁMINA 80.

El empleo del hierro en las construcciones, no sólo ha cambiado el carácter distintivo de éstas, proporcionándolas una gran solidez, ligereza y elegancia, sino que ha facilitado además la ejecución de obras difíciles y colosales, que hubieran presentado en su realización dificultades de todo punto insuperables, á no haberse apelado á este material de construcción.

En 1838 presentó Mr. Alejandro Mitchell el proyecto de un faro que se había de situar en *Maplin Sand*, en el cual proponía el empleo de pilotes de rosca para establecer la fundación de esta obra.

Se empezaron los trabajos en Agosto de aquel año, y se suspendieron durante los dos años siguientes para hacer las pruebas necesarias y cerciorarse de la resistencia que presentaban los pilotes, no habiéndose terminado el faro hasta 1841. Ya con anterioridad, ó sea en 1833, había el mismo constructor hecho uso de *amarras de rosca* para fijar las boyas del puerto de Belfast, las cuales habían correspondido plenamente á su objeto, proporcionando una gran resistencia.

Desde aquella época, y vistos los buenos resultados que producen en la práctica, se usan los pilotes llamados de rosca ó de Mitchell, en las fundaciones de los faros, muelles, embarcaderos, boyas, puentes y otras varias obras. Estos pilotes, en cuya descripción no es necesario entrar aquí, por ser conocida de todos los lectores de la Revista, gozan de la propiedad de penetrar desde los terrenos más flojos y sueltos hasta los muy compactos, y con cantos rodados, alcanzando profundidades más ó menos grandes, separando al bajar los obstáculos de pequeño volumen, y entrando á través del terreno sin dislocación de las capas atravesadas.