

drado entusiasmo y la temeraria valentia de nuestros sendo-ingenieros.

«La irregularidad é impremeditacion con que muy frecuentemente se promueven y emprenden las obras destinadas á facilitar las comunicaciones públicas de todas clases, manifiestan hoy mas que nunca la necesidad de ampliar y reunir en una sola instruccion muchas de las disposiciones adoptadas por el Gobierno. para plantear con acierto esta especie de empresas y conducir las á su término, sin los graves inconvenientes que suelen malograrlas, tal vez en su mismo origen. Por desgracia algunos de sus promovedores, faltos de la necesaria experiencia, ó han desconocido las resoluciones legales á que debieran atenerse, ó suponiéndolas de poca importancia en su aplicacion, sin duda llegaron á persuadirse de que podrian suplirlas con sus propias inspiraciones, con la rutina autorizada por la costumbre, con la aquiescencia y buena voluntad de los diversos agentes de la administracion. Quizá la misma dificultad de consultar la parte dispositiva de un ramo tan importante, y los vacíos que en ella se encuentran, pudieron alimentar este error, ó hacerle parecer de menos trascendencia, á los que dirigidos por un celo mas ardiente que ilustrado, consideran las reglas como una traba para dejarse conducir únicamente por el sentimiento del bien que los anima en sus empresas.

«De aqui la facilidad con que se someten al examen y aprobacion del Gobierno los proyectos menos conformes á los medios de ejecutarlos; la informalidad y escasa instruccion de los expedientes que han de preceder á su realizacion; las contestaciones que mas de una vez turbaron la buena armonia de las autoridades administrativas y los ingenieros de provincia; las repetidas desavenencias entre los empresarios y los pueblos; la frecuencia con que por unos y otros se eluden ó se alteran las condiciones establecidas en sus contractas; y finalmente, los embarazos con que se tropieza para ajustar á las disposiciones vigentes del ramo de caminos, aquellas empresas cuya importancia empieza por *hacagar las esperanzas de los pueblos para ser en seguida destruidas con un amargo desengaño.*»

Y mas abajo, al enumerar los trámites por los que todo proyecto debe pasar para ser tal, añade:

«El pensamiento primordial, el expediente que le desenvuelve y presenta cumplidamente los medios de realizarle, la ejecucion material, tanto en la parte facultativa, como en la administrativa y económica, tal es el desarrollo sucesivo de los medios que no pueden abandonarse jamás á la simple voluntad de los empresarios y de los agentes del Gobierno, en la construccion de las obras públicas.»

Refiriendo lo que ya se tocaba, de abandonar, sin mas reglas que el capricho de los proyectistas, el estudio y ejecucion de obras de tan grande trascendencia, dice despues:

«Una triste experiencia ha demostrado en efecto, que emprender las obras públicas sin haberlas meditado detenidamente, es malograr los recursos

de los pueblos; retraer para lo sucesivo á los accionistas y empresarios capaces de emprenderlas con mejor fortuna; ocupar de proyectos quiméricos á la administracion, y hacerle sufrir las consecuencias de la ciega inconsideracion de los que se han propuesto realizar un imposible.»

Y finalmente, concluye reasumiendo:

«Los expedientes formados de este modo no podran ofrecer dificultades para su resolucion; y aun cuando ocurriera algunas, será fácil vencerlas con la esplanacion metódica de los mismos proyectos que estarán apoyados en documentos oficiales y patentizarán las ventajas de la obra, la naturaleza de sus construcciones, el cálculo de los gastos que debe ocasionar y los arbitrios necesarios para cubrirlos. Estos datos determinan la ejecucion de un modo preciso; y emprenderla conforme á ellos, será poner en armonia la inteligencia que crea y dirige, con la autoridad que la protege é inspecciona sus operaciones; será conducir á su término las empresas útiles sin los entorpecimientos que pueden malograrlas; será, en fin, evitar la confusion y la anarquía en un ramo tan esencial de la administracion pública.»

Tras tan severa y autorizada critica, despues de lo poco que hemos espuesto, solo añadiremos para concluir, que si de buena fé se desea la prosperidad y bien estar de esta tan calumniada y noble nacion; si verla ocupar su antiguo envidiado puesto en Europa se ambiciona; y no queremos ser el ludibrio de los pueblos cultos, acométanse en buen hora empresas colosales; pero acométanse proporcionalmente á nuestras fuerzas, y puesto que el remedio de tanto mal está en nuestra mano, y nos es conocido, apliquémosle con valor, dignamente, y no corramos desatentados tras de específicos y maravillas, que no nos salvan, y nos aniquilan y degradan.

FRANCISCO MILLA.

PUENTE DE HIERRO SOBRE EL RÓDANO.

En el año último quedó completamente terminado el puente monumental construido entre las ciudades de Beaucuire y Tarascon, destinado á unir los dos caminos de hierro que desde Marsella se dirigen á Gard y Avignon; su importancia nos hace creer que nuestros lectores leerán con gusto la descripcion que á continuacion hacemos.

Este puente se compone de 7 arcos escarzos de hierro, de 60 metros de luz y 5^m de flecha, sostenidos por pilas de 21^m de longitud y 9^m de espesor, con un voladizo de 4^m en cada arranque, resultando 62^m para el claro entre dos pilas contiguas, y 71^m para la distancia entre los ejes.

Los arcos tienen sus arranques á la altura del plano de las mayores avenidas del Ródano, y estan compuestos de 8 cuchillos de hierro fundido de 1,70 de altura, separados 1,25 y enriostros con la mayor rigidez. Cada cuchillo se compone de 17 dovelas de 0,06 de espesor con tres carreras de refuerzos, apoyándose unas sobre otras por planos de junta que tienen 0,40 de ancho; se ajustan perfectamente en toda la estension, y estan además unidas por medio de pernos. Cada dovela sostiene un armazon de hierro fundido, compuesto de montantes salientes casi completamente macizos, colocados verticalmente sobre las juntas, y de bastidores aligerados intermedios, lo cual constituye una enjuta continua y rígida. Las enjutas de los 8 arcos estan unidas por varias riostras, y lo mismo el tablero general de hierro fundido que cubre todo el ar-

co, el cual sostiene una capa de balastre próximamente de 0,70, las dos vías del ferro-carril y dos andenes de losas. Las cornisas y barandillas, también de hierro fundido, están enteramente sostenidas por las enjutas de los frentes, y dejan encima del puente un espacio libre de más de 9 m. Las ensambladuras de todas las piezas de hierro fundido, están ajustadas con la mayor precisión, perneadas, acuñadas y guarnecidas de mastico de fundidor, de suerte, que el arco completo forma una masa rígida, y en la que todas las partes que la componen se encuentran perfectamente sujetas.

La decoración de los arcos es muy sencilla y debida casi exclusivamente al relieve que presenta cada pieza para marcar bien su objeto en la construcción y su union con las piezas inmediatas. Esta disposición, que parece se ha procurado evitar en la mayor parte de los viaductos y puentes de hierro construidos en Francia, da á la arquitectura del que nos ocupa un carácter severo y grandioso. Cada arco ha costado, término medio, 1.558.000 rs., y han entrado 4.070.000 kilogramos de hierro, de los cuales se han necesitado 774.000 solo para los cuchillos y riostras.

Las pilas son de mampostería y han tenido que cimentarse á una profundidad variable entre 8 y 10 metros debajo del nivel de las aguas bajas, lo que las da una altura media de 24 m: la base del cimiento es un macizo de hormigon rodeado de dos filas de pilotes que retienen una escollera de piedras de sillería regularizadas, del peso cada una de 6000 kilogramos, y que están resguardadas esteriormente por otra escollera irregular formando talud. Este sistema de fundación en el que ha sido indispensable emplear poderosas máquinas de vapor para el pilotaje y dragado, en cuya ejecución se han encontrado grandes dificultades de todas clases, ha producido muy buenos resultados, siendo digno de notarse que la defensa de las pilas no ha originado ningun escollo para la navegación, y no exigirá quizás gasto alguno para su conservación, á pesar de que en el emplazamiento del puente se forman con frecuencia, en una sola avenida, socavaciones de 14 metros de profundidad. Las pilas están terminadas por tajamares senicirculares en toda su altura; sufren la presión de los arcos de hierro por el intermedio de salmeres de granito, aparejados como las bóvedas, y tienen el suficiente espesor para formar estribo, si á consecuencia de accidentes imprevistos alguno de los arcos se destruyera.

Además de las escolleras concertadas é irregulares, han entrado en cada pila 2400 metros cúbicos de hormigon, 1775 metros cúbicos de sillería, 1160 metros cúbicos de mampostería de sillarejos, y 8000 kilogramos de armaduras de hierro; solo la pila produce en la arena sobre que está cimentada un peso de 11000 toneladas de 1000 kilogramos, añadiendo 1700 toneladas, peso del arco con el balastre, 300 toneladas, peso de dos trenes de mercancías sobre el puente, y observando que la base de la pila presenta una superficie de 260 metros cuadrados, se halla que la arena del cimiento está cargada con 5 kilogramos por centímetro cuadrado; se ve, pues, que el peso de los trenes apenas tiene importancia en esta cantidad. La decoración de las pilas es sumamente sencilla: consiste únicamente en la buena elección de los materiales y el esmero que se ha tenido en la ejecución; solamente en los muros en vuelta, se ha colocado un escudo de sillería con la cifra de la compañía de Marsella y Avignon. Cada pila ha costado, término medio, 1.330.000 rs. Los estribos del puente afectan la misma forma que las pilas establecidas en el río, y las avenidas de aquel se han construido con muros de sostenimiento, aligerados por medio de bóvedas.

La primera prueba á que se ha sometido esta construcción, ha consistido en el paso con gran velocidad de un convoy compuesto de 50 wagoes cargados de carbon de piedra. Esta prueba era mas que suficiente para la seguridad del público, porque semejante carga no es de creer exista nunca con los trenes ordinarios del servicio. Ha producido excelente resultado, sin que en el momento de pasar el convoy se haya notado el menor movimiento en el tablero.

Se hicieron además otras pruebas con diez locomotoras unidas á sus respectivos tenders y formadas en dos filas, las cuales recorrieron el puente, unas veces con la mayor velocidad que podían adquirir, y otras con lentitud, ha-

biéndose siempre obtenido resultados muy satisfactorios. Las diez locomotoras equivalen á un peso diez veces mayor que el de las pruebas á que, según los reglamentos vigentes, deben someterse los puentes colgados.

Durante las pruebas se colocaron instrumentos de gran precisión, referidos á puntos fijos sobre el terreno, con el objeto de apreciar los movimientos que experimentar el puente, vertical y horizontalmente. La ciencia y el arte, han hecho tales progresos, que estos instrumentos indican en el día los movimientos menos perceptibles. Se ha podido constatar que las vibraciones eran insensibles, y aun menores en este puente de hierro que las que tienen lugar en los de piedra.

El primer pilote de los cimientos se clavó el 1.º de agosto de 1845, y la obra quedó concluida el 1.º de julio de 1852; de manera, que se ha llevado á cabo en siete años menos un mes; pero como los trabajos han estado enteramente paralizados desde el 1.º de marzo de 1848 al 1.º de abril de 1849, el tiempo empleado en la construcción no ha sido en realidad mas que de cinco años y diez meses. No es ciertamente muy considerable este tiempo, si se atiende que por causa de las crecidas, los vientos, los hielos, los retrasos indispensables para cumplir con las formalidades administrativas, la apertura de canteras, aprobacion de los proyectos detallados, etc., no ha sido posible trabajar, término medio, durante este tiempo mas que un solo día de cada tres, y que, por la dificultad de las obras, las exigencias de la navegación y el coste de las máquinas, no ha sido posible construir simultáneamente mas que dos pilas ó dos arcos.

El total coste del puente, comprendiendo los muelles construidos delante de los estribos para los caminos de sirga, las avenidas, cimbras, puentes de servicio, etc., ha sido de 22.800.00 rs. De esta suma, mas de 1.140.000 rs. se ha invertido en obras que han exigido los accidentes imprevistos, tales como las grandes crecidas, deshielos repentinos, etc.

El proyecto y dirección de las obras han estado á cargo de Mr. Talabot, ingeniero jefe del cuerpo de caminos de Francia y director del ferro-carril de Marsella á Avignon, auxiliado por Mr. Desplaces, ingeniero del mismo cuerpo.

Esta obra formará época en el arte de las construcciones, tanto por su utilidad y grandeza, como por el gran número de hechos nuevos que en su ejecución ha presentado á los ingenieros, y principalmente porque los constructores encontrarán en ella la justificación mas cumplida del empleo del hierro fundido, metal considerado por la generalidad hasta hace poco tiempo como peligroso, quebradizo, sin elasticidad, que se trataba de posponer al hierro forjado y el palastro, y que, por el contrario, se presenta en el puente sobre el Ródano en las mejores condiciones de solidez y duracion, y con grande elasticidad para repartir las presiones que producen las cargas y cambios de temperatura, á pesar de la gran rigidez de todas las ensambladuras y del conjunto.

BREVE RESEÑA DE LOS APAREJOS DE PUENTES OBLICUOS Y DE LAS PRINCIPALES MEMORIAS QUE DE ELLOS TRATAN.

La construcción de puentes oblicuos de fábrica exige un estudio detenido de la clase de aparejo que en ellos debe emplearse; porque haciéndolos complicados, sin necesidad se ocasionarian gastos inútiles y pérdida de tiempo. Por otra parte, no es prudente aplicar los aparejos de arcos rectos bajo ciertas oblicuidades en que los ángulos de los cortes son muy agudos y los empujes al vacío considerables.

Nada hay todavía fijo respecto del ángulo de esviage, que deba decidir en la elección de aparejo; créese, sin embargo, que pueden emplearse generalmente los de puentes rectos, hasta 30 grados, y aun hasta 40,º haciendo los cortes de las cabezas de juntas normales. Deben en cada caso calcularse los empujes, teniendo en cuenta la luz del arco, flecha, etc., para decidirse completamente.

Los aparejos que se han empleado en los puentes oblicuos son los siguientes:

1.º Aparejo de puentes rectos, sirviendo para líneas de junta las de máxima y mínima curvatura, que como se