

acceda á la peticion de los señores Chance, Brothers y C.^a, en cuya virtud podrá el Gobierno encargar la construccion de un aparato bajo las cláusulas y condiciones de la propuesta hecha en 5 del actual. El orden y la clase de la luz no es indiferente, debiendo elejirse por el contrario uno de los aparatos mas importantes entre los de mayor magnitud, para que pueda verse desde luego como se hallan vencidas todas las dificultades en los faros que presentan mas complicacion, y, puesto que han de erigirse en breve en las bocas del Ebro tres torres de hierro para las luces de aquella parte de costa, entre las cuales hay una de segundo orden giratoria, nada mejor que contratar en Inglaterra los aparatos de iluminacion al mismo tiempo que se ajusta el material de hierro para las torres de claravoya, cuyos proyectos estoy estudiando en la actualidad.

Paris 20 de Enero de 1860.

LUCIO DEL VALLE.

LOS PUENTES DE HIERRO.

Por desprecio y con dolor llamaron los antiguos poetas edad de hierro á la que alcanzaban, simbolizando en tan duro y comun metal la aspereza y perversidad á que habian venido los tiempos que conocian desde la proverbial inocencia de las épocas primitivas. Nosotros podemos felicitarnos de que la nuestra merezca mejor que otra alguna el mismo nombre, pues el hierro ha llegado á ser el mas poderoso elemento de progreso para todas las industrias, y el arte de la construccion se puede decir que vive solo de esta materia, que se encuentra en las herramientas, en las máquinas, en los buques, en los ferro-carriles y en los puentes, y el negro color de este metal, en lugar de despertar las tristes ideas que hacia concebir cuando su destino preferente era para forjar cascos y espadas, nos induce á pensar en los indefinidos adelantos de la civilizacion en el mas lato sentido, idea cuya rigurosa exactitud ha demostrado Karsten (*) cuando ha presentado la estadística del consumo de hierro en todas las naciones, la que se ve que guarda una admirable proporcion con la importancia política é industrial de cada una de ellas.

La escasez de la madera y su carácter perecedero, la gran resistencia del hierro y la necesidad de salvar con uno ó pocos arcos grandes anchuras de barrancos ó de rios han dado márgen á las primeras tentativas para ejecutar puentes metálicos, los que no pudieron tener visos de éxito hasta que se llegó á saber fundir grandes masas de una pieza sin esponderse á los inconvenientes que tan fácilmente ocurren. Por esto se abandonó el ensayo hecho en Lyon en 1755, primero de que se tiene noticia, y solo despues de los trabajos del Dr. Roebuck y de Mr. Darby sobre la fundicion del hierro, es cuando se pudo llevar á efecto la construccion de un puente de hierro fundido de cien piés ingleses de luz en Coalbrookdale, ó cañada de Coalbrook, junto á Brosely. Este puente se compone de tres arcos concéntricos de medio punto, enlazados por columnas perpendiculares á ellos, cortados por la línea de la imposta que es tangente el arco interior (*). El arquitecto Mr. Thomas Farnolls Pritchard hizo el proyecto en 1773, y Mr. Onions dirigió la construccion en 1779, dos años despues de la muerte de Pritchard; pero por la falta de esperiencia se acomodaron las dimensiones del nuevo puente á las de los puentes de piedra, y de esto y de algun defecto en la fábrica de los estribos resultó una rotura, que sin embaago no ha impedido el constante uso del paso hasta el dia.

Despues de este primer ensayo, un famoso aventurero inglés, Tom Paine, concibió en 1787, en América, el proyecto de construir un puente de hierro de un solo arco, de cuatrocientos piés de luz sobre el Schuylkill, y pasando á Inglaterra, lo hizo fundir en Rotherham, trasportándolo despues á Lóndres donde estuvo espuesto algun tiempo al público. Algunas dificultades que se suscitaron en el pago de la obra impidieron llevarla á cabo, acomodándose los fabricantes á tomar de nuevo el metal á cuenta de lo que se les debia, y con estos materiales se erigió en 1796 el magnífico puente de Sunderland, sobre el Wear, de doscientos treinta y seis piés ingleses de luz y noventa y cinco de altura de arranques (**). Este puente se compone de un sistema de bastidores aligerados que forman dovelas, enlazadas por tornillos y espigas en los ángulos y por fajas de hierro dulce en el trasdos; resultando la apariencia de tres arcos concéntricos escarzanos, cortados por montantes en sentido del radio. Los timpanos están formados por una serie de anillos tangentes entre si y en disminucion. Tambien al acabarse esperimentó este pueute una averia, que remediada en parte, siempre ha infundido recelo acerca de la seguridad de la obra.

El célebre Telford, que mereció de sus contemporáneos el apodo de *Pontifex maximus* por haber acabado 1117 puentes en su vida, se dedicó con ahinco á la construccion de puentes de hierro. Ya en 1796 construia el de Buildwas, sobre el Severn (***) de un solo arco de ciento treinta piés de luz, compuesto de cerchones escarzanos, ceñidos por fuera con otros cerchones menos rebajados que cortan á los primeros en los riñones y suben hasta

(*) SGANZIN, *Cours de constructions*, fig. 252.

(**) SGANZIN, fig. 253.

(***) SGANZIN, fig. 262, bis.

(*) *Manual de la metalurgia del hierro*, introduccion.

el pasamano de la barandilla; y despues de terminar otros varios, entre ellos el magnífico de Tewkesbury (*), propuso en 1801 un puente para Londres de un solo arco de seiscientos piés de luz y sesenta y cinco de altura bajo la clave, proyecto que no se llegó á ejecutar por los temores que manifestó la comision del Parlamento.

Poco despues se empezaba á introducir en Francia la construccion con el hierro. En 1803 se hizo el puente del Louvre en Paris y en 1806 el de Austerlitz (**); del mismo sistema que el de Sunderland, salvo que los riñones estaban formados por una cuadrícula análoga á la de los cerchones. Esta obra se hallaba en tan mal estado en 1854, que se reemplazó por un puente de piedra.

La poca seguridad que ofrecian por lo comun los puentes de bastidores ó de dovelas aligeradas hizo variar á Sir J. Rennie el sistema seguido hasta entonces al construir en 1818 el gran puente de Southwark (***), de tres arcos, de los cuales el mayor no baja de doscientos cuarenta piés de luz. Los cerchones de este puente se componen de segmentos de hierro fundido de 6^m de largo, 2^m de alto, y 9 centímetros de espesor, arriostrados en cada junta con una serie de placas transversales, y que sostienen el suelo por medio de tímpanos aligerados en forma de rombos. El paso dado por este célebre ingeniero en el arte de construir puentes de hierro fundido, fué de la mayor importancia, porque ha sido su sistema la base con que mas adelante se ha rehabilitado la aplicacion de este metal á los puentes de caminos de hierro, como ha sucedido en el magnífico viaducto de Tarascon (****), sobre el Ródano, de siete arcos de 60 metros de luz y 5 de flecha terminado en 1852 por Mr. Collet-Meygret, ingeniero de puentes y calzadas, con arreglo á los planos de Mr. Talabot. Cada arco de este viaducto está formado de diez y siete dovelas 0^m 96 de anchura media, con tres órdenes de nervios salientes, y la perfeccion á que han llegado las máquinas de cepillar el hierro ha permitido hacer apoyar las dovelas en toda la longitud de las juntas, que tienen 0^m, 40 de anchura y están sujetos con ocho pasadores. Las riostras son cajas aligeradas de hierro fundido que comprimen al mismo tiempo las juntas por medio de un ensamblaje, y los tímpanos se componen de un armazon de montantes y bastidores.

Penetrado mucho antes de esto Mr. Polonceau, inspector de puentes y calzadas, de los defectos que eran inherentes á los sistemas entonces en uso, ideó el que con justa celebridad lleva su nombre y lo aplicó en 1833 despues de muchas contrariedades y trabajos á la construccion del puente del Carroussel en Paris (*****). Cada uno de los tres arcos de 45^m de luz y 4^m 80 de flecha de este puente, se compone de un alma de madera formada de tablas, que recibe el cerchon de hierro hueco, de seccion elíptica, compuesto de medios segmentos que se colocan á junta encontrada. Los tímpanos

se llenan con anillos separados entre si por un cordal hueco de hierro. Desde entonces se ha aplicado este sistema á gran número de puentes, y entre ellos debemos hacer particular mencion del de Sevilla, de tres arcos, construido en 1849, bajo la direccion del ingeniero de caminos D. Canuto Corroza.

Casi paralelamente á los puentes de hierro fundido nacia y tomaba incremento la construccion de puentes colgados. Sabido es que desde tiempo inmemorial se usan en el Asia y en la América bambas de cuerdas y juncos para el paso de los torrentes profundos y escarpados, citándose algun ejemplo de cadenas de hierro en la India y en la China; é imitacion algo perfeccionada de estos sistemas parece el puente colgado sobre el Tees, cerca de Middleton en Inglaterra, para el servicio de unas minas de carbon (*). La obra tenia 70 piés de largo y poco mas de 2 piés de ancho, y se reducía á dos cadenas ordinarias sobre las cuales se apoyaba directamente el tablero, que servia tan solo para peatones. La época de la construccion de este puente es incierta, pero se puede señalar con toda probabilidad hacia 1741. Este y otros ensayos prepararon la aplicacion de los puentes colgados al paso de los carruajes, debida segun parece á M. Finley, propietario de los Estados Unidos, que en 1796 construyó el primer modelo de este género, de unos 21 metros de luz sobre el arroyo de Jacob, en la carretera de Union-town á Greenburgh, tentativa cuyo éxito feliz dió un extraordinario impulso á la construccion de puentes colgados en la Union Americana. El capitán Brown, con las mejoras que introdujo en la construccion de las cadenas hizo un nuevo y notable adelanto y tuvo la gloria de construir en 1820 el primer puente colgado que dió paso á carruajes en Inglaterra, situado sobre el Tweed, cerca del puerto de Berwick, de 110 metros de luz y 132 metros de distancia entre los puntos de suspension.

El genio de Telford, que iba siempre á la cabeza de todos los adelantos del arte de construir, dió el ejemplo del partido inmenso que se puede sacar de los puentes colgados proyectando y llevando á término la ereccion del famoso de Bangor-Ferry(**), sobre el estrecho de Menai, pequeño canal que parece destinado á ejercitar con venturoso éxito la ciencia de los mas eminentes ingenieros de la Gran Bretaña, y formar la mas brillante página de su reputacion. La luz de este puente es de 579 piés ingleses, contada entre los puntos de suspension, y la altura de la via sobre el nivel de alta mar es de 100 piés. Las cadenas están dispuestas en cuatro filas que dividen el piso en dos vias y un paso central para los peatones y se hallan unidas transversalmente por medio de riostras aligeradas de hierro dulce, lo cual ha obligado á dar mayor longitud á todas las péndolas. Los estribos, que parten de las macizas rocas de las orillas, avanzan formando arcadas hasta dentro del mar, y los robustos pilares que sostienen las cadenas, cuentan 194 piés de altura total sobre la baja marea. Se colocó la

(*) SGANZIN, fig. 261.

(**) SGANZIN, fig. 233.

(***) SGANZIN, fig. 239.

(****) *Annales des ponts et chaussées*, 1834, primer sem.

(*****) SGANZIN, fig. 262.

(*) NAVIER, *Rapport et mémoire sur les ponts suspendus*. Lam. 1.^a fig. 3.^a

(**) SGANZIN, fig. 271.

primera piedra en 1819, y se entregó el puente á la circulacion en 1826.

Este puente seria el mayor de los del sistema de eslabones, sino se hubiese construido hace pocos años el que pone en comunicacion las dos ciudades de Buda y Pesth, separadas solo por la corriente del Danubio. La luz de este puente construido por Mr. Tierney Clarke, es de 202 metros, y junta á la celebridad de su atrevido proyecto la dramática historia de su construccion, que estuvo á punto de verse malograda. Volados no sin dificultad los arbitrios necesarios en 1839, se dió principio á la fundacion en el siguiente año, y en 1849 se habian colocado ya las cadenas y las viguetas cuando estalló la revolucion de Hungría. El gobierno provisional ordenó habilitar el puente con la mayor premura sin atender á las representaciones de los Directores, y en seguida efectuó su retirada por él todo el ejército húngaro con su material y provisiones, y á los pocos dias pasaron los imperiales en número de setenta mil hombres y doscientas setenta piezas de artillería. A poco de esto los dos ejércitos combatieron encarnizadamente desde las opuestas orillas del rio, y el general austriaco Herti perció al hacer volar la parte de tablero que los proyectiles no habian destruido. Reparadas por orden de Georgey las mas urgentes averías, se puso el puente en estado de servicio y se continuaron los trabajos, pero derrotados los húngaros en Raab, solo se salvó el puente de una nueva voladura que habia ordenado Demtinski por la presteza con que lo desarmó el Ingeniero director. Terminada la guerra, lo fué la obra en poco tiempo.

Si estas construcciones son siempre algun tanto atrevidas, lo parecen mucho mas cuando el material empleado en las partes mas principales es el alambre en lugar de las barras de hierro. El primer ensayo se hizo en 1815 en un puente sobre el Schuylkill, cerca de Filadelfia, de 122 metros de longitud y 0^m,60 de ancho, suspendido de dos cables compuesto cada uno de tres alambres, si tales pueden llamarse, de un centimetro de diámetro. El peso total del puente era de 2130 kilóg. y su coste de 300 dollars. En el siguiente año se estableció con cables de alambre propiamente dicho el puente de Galashiel en Escocia, de 34^m de luz, y en 1817, MM. Redpath y Brown construyeron el de Kings-Meadows, sobre el Tweed (*), de las mismas dimensiones. Pero de tan pequeños principios han salido despues las mas grandes aplicaciones, y en 1830, Mr. Chaley construyó sobre el Sarine, en Friburgo uno de los mejores modelos en este género de obras (**) pues tiene 265 metros de luz, y se compone de cuatro cables, cada uno de los cuales contiene 1056 alambres de 3 milímetros de grueso. Estas dimensiones no han sido superadas hasta la construccion de los puentes tambien de alambre de Weeling y de la catarata del Niágara, en los Estados-Unidos que tienen 308^m y 517^m de luz respectivamente.

Por fin, el estremo de audacia en estas obras ha sido el puente construido por Mr. Roebling sobre el Niágara (***) para el paso del ferro-carril del Ca-

nadá occidental, á unas dos millas de las ya citadas cataratas. La luz del puente es de 250 metros, su altura sobre el rio pasa de 80^m; y aunque sostenido por alambres tan solo, (el primero de los cuales se hizo pasar amarrado á una cometa) es de una fuerza considerable, lleva las locomotoras y sus trenes sobre el tablero superior, y en el que hay debajo de este circulan los carros y peatones como en una calzada ordinaria. Visto el puente desde abajo hace el efecto de una tira de papel suspendida de una tela de araña, y se asegura que el exceso de flecha que toma el tablero al tránsito de los trenes ha inspirado algunos temores que obligan á pasarlo con precaucion despues de haber añadido algunas mas refuerzos.

Varia y controvertida ha sido la opinion que han merecido estas obras ligeras y atrevidas, y no se puede ocultar que al presente merecen poco favor del público, que recuerda con temor las catástrofes de puentes colgantes ocurridas en número considerable. Mas si se examinan las causas que han producido estos accidentes, se reconocerá que en su mayor parte no han provenido de la naturaleza del sistema de suspension, y aun los que han provenido de ella han dependido de lo vicioso de la composicion de algunas partes de detalle. En efecto, si se recuerdan los puentes colgados que se han caido en nuestro país y que han fomentado su descrédito, se observará que ha habido en la mayor parte faltas en los cimientos, y que la erosion de las aguas han producido la ruina de un estribo, y con él lo que habia encima, que tanto hubiera podido ser un tramo de madera ó un arco de piedra; y lo mismo se aplica á los casos en que ha fallado una pila de fábrica con las crecidas y demas casos análogos, que en nada afectan al sistema especialmente. Otros que no han caido por defectos en las apoyos y cimientos, se han arruinado por el empleo del hierro fundido, que ha estallado repentinamente, como el puente de Peney (Suiza) en 1853, y hace poco el de Arganda, de cuyo desgraciado suceso nos ocupamos en el último número de nuestro tomo anterior. El deseo de agotar la reglamentacion administrativa en la construccion de las obras públicas ha sido causa tambien de que en algunos puentes de Francia haya fallado, como por caso particular, el sistema de suspension, pues los contratistas han encontrado medio de suministrar alambres de mala calidad que satisficieran estrictamente á las condiciones previstas por la Direccion de puentes y calzadas, y que no podian rechazar los Ingenieros aunque conociesen el peligro á que quedaba espuesta la obra (*). Finalmente, algunos casos ha habido de ruina por alguna particularidad de disposicion dentro del sistema general como el empleo de bielas movibles para apoyos, los pozos de amarra no practicables, las péndolas del sistema de Dredge y otras que sirven solo para probar la necesidad de atenerse á un sistema puramente científico y de desechar las recetas con que vienen diariamente algunos inventores de profesion para hacer puentes baratos y á su decir indestructibles.

(*) NAVIER, lám. I, fig. 6.—(**) SGANZIN, fig. 279.—(***) VALDÉS, *Manual del Ingeniero*, lám. 75.

(*) Véase sobre esto la discusion de la sociedad de ingenieros civiles de Paris, en el 4.^o trimestre de 1854.

Es, pues, delicado el empleo de puentes colgantes, pero por ahora tienen tales ventajas sobre todos los demás sistemas, que hay casos en que son y serán por mucho tiempo irremplazables. Es la primera de dichas ventajas la baratura de su construcción, que no desaparece porque se haga esta con algún esmero y solidez, como suele decirse por muchos, aunque no se hayan tomando el trabajo de proyectar ni calcular ningún ejemplo para comprobación. Tan preciosa circunstancia puso en moda estos puentes hacia la mitad de lo que llevamos de siglo, y como sucede siempre en las obras públicas, á la moda siguió el abuso, al abuso el mal éxito y á este el descrédito, que según dijimos hace poco, dura todavía con poca justicia á nuestro parecer. Pero lo sucedido en estos puentes, que ha sucedido de la misma manera con los de Town y sucederá acaso con otros, podrá servir de elocuente y severa lección para no dejarse llevar nunca del espíritu de moda y novedad en los proyectos, porque cada cosa tiene su aplicación, y en ella sus límites justos y naturales de baratura, de ligereza ó de cualquiera otra cualidad, límites que no pueden traspasarse impunemente en ningún caso.

La otra ventaja de los puentes colgados consiste en la luz considerable que se les puede dar, que se ha calculado que puede ser de más de 700 metros, y á la cual no alcanza ningún otro sistema ó disposición de materiales, que nunca podrán rivalizar con aquel en pasos como el del Niágara antes citado, teniendo la preciosa circunstancia de ser la obra más rígida y segura cuanto mayor es la magnitud absoluta de la luz y su relación con la flecha. Y esta ventaja se liga naturalmente con la de la altura inmensa que pueden tener sobre los ríos evitando rodeos y desarrollos para bajar y volver á subir, en los casos en que esto sea posible.

Otro día nos ocuparemos del origen y desarrollo de los puentes rígidos de hierro dulce que dominan ahora casi exclusivamente en la construcción de caminos de hierro.

EDUARDO SAAVEDRA.

PARTE OFICIAL.

8 de Enero. Real orden autorizando á D. Eduardo Carlier, para que en el término de un año verifique los estudios de un ferro-carril que, partiendo de la ciudad de Almería, termine en la de Málaga.

11 de Enero. Real orden autorizando á D. José María Mellado, para que en el término de un año practique los estudios de conducción de aguas del río Alberche para el abastecimiento de la villa de Talavera de la Reina, en la provincia de Toledo.

11 de Enero. Real orden autorizando á D. Eugenio Pascual Hidalgo, para que en el plazo de tres años, practique los estudios de un canal de navegación y riego, derivado del río Tajo, en la provincia de Guadalajara que, recorriendo el término de esta capital, concluya en Aranjuez.

11 de Enero. Real orden prorogando por el término de un año el plazo que se les señaló por Real orden de 5 de Diciembre de 1859 á los Srs. Jordan y Oliete, del comercio de Zaragoza, para practicar los estudios de un canal de riego que, alimentado con las aguas del río Guadalupe, fertilice los terrenos de los pueblos de Calanda,

Castellserás, Codoñera y otros pueblos de la provincia de Teruel.

SUBASTAS.

15 de Febrero. De la carretera de tercer orden de Carabanchel Alto á Leganés, provincia de Madrid, bajo la proposición hecha por D. Blas Pegudo, que asciende á 495.854 rs. 05 céntos.

18 de Abril. De concesión de la sección del ferro-carril de Monforte á Vigo, comprendida entre Orense y Vigo, cuya longitud es de 126 kilómetros y 421 metros.

Por extracto,

A. MONTERDE.

NOTICIAS VARIAS.

Tenemos el sentimiento de anunciar á nuestros lectores el fallecimiento del Ingeniero Jefe de segunda clase D. Carlos de Aguado, ocurrido el 25 del pasado, á consecuencia de una penosa enfermedad que padecía hace algún tiempo.

Por las noticias varias y artículos no firmados,

A. MONTERDE.

ANUNCIO.

TRATADO ELEMENTAL DE LAS ROCAS.

Traducido y notablemente adicionado, así en la parte doctrinal y técnica como con citas de localidades de la Península en que se hallan las *Rocas* descritas, por D. Juan de la Cortina. — Se halla de venta á 12 rs. en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, Carrera de San Gerónimo, núm. 22, cuarto 2.º, y en la librería de *La Publicidad*, pasaje de Matheu.

En los mismos se hallarán el *Manual del uso y ensayo de minerales por medio del soplete*, del mismo autor, á 6 rs.

SUMARIO.

Fábrica de faros lentculares en Inglaterra, por el E. S. D. Lucio del Valle. — Los puentes de hierro, por D. Eduardo Saavedra. — Parte oficial. — Noticias varias. — Anuncio. — Láminas, la 130.

EDITOR RESPONSABLE, D. AGUSTIN MONTERDE.

REDACCION: Carrera de S. Gerónimo, n.º 22, segundo.

Este periódico sale los días 1.º y 15 de cada mes, acompañado de diez y seis páginas de una interesante colección de memorias y de la parte legislativa correspondiente. El precio de suscripción es 3 rs. al mes en Madrid y 26 por trimestre en provincias. Se suscribe en la redacción, y en casa de los corresponsales.

MADRID.—1861.

Imprenta de D. José C. de la Peña, Atocha. 149.