

MADRID, 1.º DE FEBRERO DE 1876.

TOMO XXIV.

NÚM. 3.º

SUMARIO.

Apuntes sobre el Misisipi (conclusion), por D. Evaristo Churrua.—A «El Magisterio Español.»—Puerto de Barcelona, por G. S.—Voladura de rocas submarinas, por Ch. Suetos.—Noticias varias: Personal.

APUNTES SOBRE EL MISISIPI.

(Conclusion.)

Puentes principales de la region hidrográfica.

Concluirémos estos apuntes presentando la siguiente relacion que comprende la mayor parte de los puentes construidos sobre el Misisipi y afluentes principales, cuyo orden de colocacion sigue la direccion de la corriente y sobre los cuales harémos al fin algunas ligeras consideraciones.

Sobre el Misisipi.

Puente de Dubuque (Estado de Yowa). Construido para ferro-carril. Tiene 518^m,50 de longitud, dividido en 7 tramos. Es de hierro y vigas rectas, sobre apoyos de fábrica, estando formados dos de los tramos por un puente giratorio alrededor de la pila comun, el cual tiene 109^m,80 de longitud.

Puente de Clinton (Estado de Yowa).	} Puentes para ferro-carri- les, construidos en su origen de madera, y que luégo se han sus- tituido por otros de hierro.
Puente de Rock Island (Estado de Illinois).	

Puente de Keokuck (Estado de Yowa). Construido para ferro-carril. Es de vigas rectas de hierro, sistema Linville, sobre apoyos de fábrica; tiene 668^m,56 de longitud, compuesto de 12 tramos, de los cuales dos corresponden á un puente giratorio de 114^m,81 de longitud sobre la pila comun; hay otros dos tramos de 77^m,51 de luz cada uno, siendo la de los 8 restantes variable entre 43^m,25 y 49^m,28.

Puente de Quincy (Estado de Illinois). Construido para ferro-carril de vigas rectas de hierro, sistemas Linville y Bollmann, distribuidas del modo siguiente:

Metros.

SISTEMA LINVILLE.

18 tramos de 54 ^m ,05 de luz	
media hacen.	972,54

SISTEMA BOLLMANN.

6 tramos de 26,68 de luz	
media hacen.	160,08

TOTAL.	24 tramos cuya total long. es.	1.152,62
----------------	--------------------------------	----------

Hay que advertir que en los 18 tramos, cuya luz media es 54^m,05, los hay que tienen 76^m,25 de luz, habiendo tambien dos tramos giratorios alrededor de su pila comun, formando una viga de 109^m,80 de longitud.

Los apoyos son tambien de fábrica.

Puente de San Luis (Estado de Missouri). Compuesto de tres tramos, de 158^m,60 el central y 150^m,61 cada uno de los laterales; ademas de las arcadas de sillería que constituyen sus avenidas por ambas márgenes. Tiene dos pisos: el superior para carruajes y peatones y el inferior para ferro-carril, que se apoyan por montantes de hierro en los sostenedores principales de la luz indicada, que son arcos de acero crómico y con una flecha de 15 metros en el central y 15 en los laterales.

Segun las experiencias practicadas *ad hoc* para la construccion de las cerchas de este puente, el acero *crómico*, que se diferencia del comun en la sustitucion del carbon que contiene éste, en combinacion con el hierro por el cromo, le es superior en resistencia.

La altura del intrados de los arcos en su vértice sobre las aguas ordinarias del rio es de 24 metros en el central y 22 en los laterales, necesario para el paso de los vapores que remontan el rio agua arriba de San Luis. El piso superior está á 55 metros de altura sobre dicho nivel del rio. Las pilas y estribos, que son de sillería, ha habido que fundarlos á gran profundidad para asentarlos sobre la roca, siendo la más profunda la fundacion del estribo del Este (márgen izquierda), cuyas fundaciones llegan á 51 metros debajo del nivel del rio.

Este es uno de los puentes más notables de América y del mundo entero, siendo muy dignos de estudio los procedimientos para su fundacion por

el aire comprimido, y más todavía el sistema de puente, tanto por la clase de material no usado en ningún otro puente, como su estructura, que nada tiene de común con los puentes de arcos contruidos en Europa y América, así como también por el sistema de montaje que se ha hecho sin entorpecer el río con andamio alguno.

En los 2.045 kilómetros de desarrollo que tiene el Misisipi desde San Luis á la mar, no hay puente alguno.

Este puente fué presupuesto en 5.000.000 de dollars, y tengo noticia que ha costado más.

Sobre el Ohio.

En Pittsburg (Estado de Pensilvania), donde tiene su origen el Ohio por la reunion de los rios Monongahela y Alleghany, hay dos puentes sobre estos dos rios, que aunque no están propiamente sobre el Ohio, los comprendemos aquí. El que está sobre el Monongahela es un puente colgado, construido en 1846, que tiene 8 tramos de 58^m,25 de abertura cada uno. El del Alleghany es del año 1860, también colgado, pero de 4 tramos, teniendo los dos del medio 105 metros de luz cada uno.

Puente de Steubenville (Estado de Virginia occidental). Este puente, construido para ferro-carril, se halla 109 kilómetros agua abajo de Pittsburg. Su longitud entre estribos es de 578 metros, y consta de 8 tramos de vigas rectas de hierro, sistema Linville, cuya luz varía entre 64^m,05 y 99^m,75. Tiene altura bastante para el paso de los vapores, por lo cual no hay tramo giratorio.

Los apoyos son también de fábrica.

Puente de Wheeling, (Estado de Virginia occidental). Este puente, construido en 1849 para servir á una carretera, consta de dos partes, á saber: de un puente colgado de 500 metros de luz que salva el principal brazo del río (pues se halla dividido por una isla), y de otro de madera sobre el brazo menor, compuesto de tres tramos de 64^m,66 de luz cada uno. El colgado fué arruinado por un huracán en 1854, y reconstruido bajo el mismo sistema, si bien más reforzado.

Puente de Bellaire (Estado de Virginia occidental). Construido para ferro carril, es de vigas rectas de hierro, sistema Linville, sobre apoyos de fábrica. Su longitud es de 1.220 metros, de los cuales 457^m,67 corresponden al río y el resto á las avenidas. La parte que se halla sobre el río consta de 6 tramos, cuya luz varía entre 64^m,05 y 106^m,14. Su altura permite el paso de los buques.

Puente de Parkersburg (Estado de Virginia occidental). Construido también para ferro-carril y muy semejante al anterior. Su longitud, incluso los viaductos de acceso, es de 1.500 metros, de la cual corresponde al río, que corre muy encauzado, 469 metros 70 centímetros, dividida en 6 tramos, de los que dos tienen 106^m,75 de luz cada uno, y los cuatro restantes 64^m,05. Los dos mayores son para el paso de los barcos, para cuyo paso queda libre debajo del tablero en aguas bajas del río 27^m,45, y en las grandes avenidas 12^m,20. Las vigas son del sistema Linville en los 6 tramos indicados; y en cuanto á los viaductos de acceso, son del sistema Bollmann, constando el de la margen izquierda de 6 tramos de 56^m,90 de luz cada uno, y el de la derecha de 54 tramos, cuya abertura varía desde 50 metros á 7^m,50.

Los apoyos son de fábrica.

Puente de Cincinnati (Estado de Ohio). Puente recién construido para ferro-carril y carretera. El Congreso federal impuso como condicion de la concesion que el tramo marineró habia de dejar una altura libre de 50^m,50 para el paso de los barcos.

Carecemos de detalles de este puente.

Puente colgado de Cincinnati (Estado de Ohio). Este puente, construido á kilómetro y medio agua abajo del anterior, es otro de los más bellos y atrevidos de América. Tiene 686^m,65 de longitud, dividido en 5 tramos, de los cuales el central tiene 522 metros de luz entre los puntos de suspensión, y salva todo el cauce del río, dividiéndose la longitud restante entre los dos tramos laterales. El tablero se halla á 50^m,50 sobre el río, lo que permite el paso de los vapores, elevándose las torres de fábrica para la suspension de los cables 40 metros sobre el piso del puente, ó sea más de 70 sobre el río. Sirve para el tránsito ordinario de la ciudad, y costó 9.000.000 de pesetas.

Puente de Louisville (Estado de Kentucky). Sirve á un ferro-carril y es de vigas rectas, sistemas Warren y Fink, sobre apoyos de fábrica. Tiene 1.622 metros de longitud, y salva, no sólo el río, sino un canal lateral que tiene por objeto evitar las caidas del Ohio, pues este puente se halla agua arriba próximo de dichas caidas. Tiene 2 tramos marineros, uno de 107^m,44 de luz, y el otro de 115^m,90, componiéndose el resto del puente de 25 tramos, de los cuales 6 tienen cada uno de luz 74^m,87. Costó unos 8.000.000 de pesetas.

Sobre el Missouri.

Sobre el Missouri sabemos existen los puentes de Omaha, San José, Atchinson, Leavenworth, Kansas City, Booneville y San Carlos, de los que sólo tenemos datos de cuatro de ellos.

Puente de Omaha (Estado de Nebraska). Construido recientemente para ferro-carril, es de hierro, de vigas rectas, sistema Post, y consta de 11 tramos de 76^m,25 cada uno, apoyados en estribos y pilas de fábrica, cuyas fundaciones, asentadas en roca, descienden desde 19 hasta 25 metros debajo del nivel del río en estiage. El tablero se halla á 24 metros sobre dicho nivel, advirtiéndose que las crecidas del río suben 9 metros sobre el estiage.

Puente de Atchinson (Estado de Kansas). Construido después del anterior, consta de 5 tramos, de los cuales 3 tienen 79^m,50 de luz, formando los dos restantes un puente giratorio alrededor de la pila común, el cual tiene 111 metros de longitud, siendo iguales las luces de ambos claros. Es de hierro, sistema Linville, sobre apoyos de fábrica.

Puente de Kansas City (Estado de Missouri). Tiene 425 metros de longitud, y consta de 6 tramos, de los cuales dos corresponden á un puente giratorio de 110^m,80 de longitud alrededor de la pila común. Las pilas, que son de fábrica, y asentadas sobre roca, se construyeron con mucha dificultad, habiendo costado la obra toda unos 5.000.000 de pesetas.

Puente de San Carlos (Estado de Missouri). Es el último de los que se hallan en el curso del Missouri, y se encuentra á 40 kilómetros de su confluencia con el Misisipi. Tiene 1.995 metros de longitud, incluso los viaductos de acceso, que son de vigas de hierro, lo mismo que el puente propiamente dicho. Éste consta de 7 tramos, cuyas luces varían de 95 á 98 metros. Los apoyos son de fábrica, y sus fundaciones han llegado desde 16^m,47 hasta 25^m,18 debajo del estiage, habiendo ofrecido grandes dificultades, ya por la naturaleza del terreno, ya por las avenidas del río, que suben 12 metros, y ya por la gran velocidad que tiene la corriente, que suele llegar hasta 4^m,50 por segundo.

Según vemos de la anterior relación, la mayor parte de los puentes construidos son de vigas rectas de hierro de varios sistemas; pero es de advertir que esta clase de puentes en América, sea cualquiera el sistema, difieren esencialmente de las empleadas en Europa por las dos circunstancias siguientes:

1.ª Las vigas, en lugar de ser continuas, como en Europa, están interrumpidas sobre los apoyos, siendo por tanto independientes los diversos tramos.

2.ª Las vigas en América, en lugar de estar rollonadas como en Europa, forman verdaderos sistemas articulados, uniéndose las diversas piezas en las articulaciones por medio de pasadores.

Sabido es que la continuidad de las vigas proporciona á igualdad de resistencia economía de material respecto á las vigas interrumpidas; pero es también cierto, según demuestra M. Bresse en la tercera parte de su conocida obra, que si por efecto de algún asiento en los apoyos ó por falta de construcción no están todos los puntos de apoyo en línea recta con arreglo á la hipótesis que ha servido para el cálculo de los momentos de flexión, se alteran por completo y en términos muy notables los resultados obtenidos, aunque dicho asiento no pase de los límites ordinarios. Así, con 5 tramos de 40 metros de luz cada uno, suponiendo que por asientos ó defectos de construcción la línea recta que une las coronaciones de los apoyos extremos, en lugar de coincidir con la de los intermedios, pase á 0^m,025 por encima de uno de ellos, é igual cantidad por debajo del otro, se duplica el momento de flexión sobre uno de estos últimos apoyos y se anula el correspondiente al otro: en vista de lo cual pregunta dicho autor si no convendría más interrumpir las vigas sobre los apoyos que hacerlas continuas, según un eminente Ingeniero lo ha propuesto.

Los ingenieros americanos, bien sea porque conozcan esta circunstancia, ya por el cálculo, ó porque su instinto práctico les haya dado á conocer, bien sea también que calculándose sus sistemas articulados con sencillez, sin salirse de los principios de la Estática, huyan de emplear vigas continuas, para cuyo cálculo tendrían que recurrir necesariamente á consideraciones más elevadas, con la circunstancia además que ellos en sus sistemas no emplean el hierro más que por extensión ó por compresión sencilla, y nunca por flexión, es lo cierto que en todos sus puentes emplean vigas interrumpidas.

En cuanto á la facilidad para el montaje que la continuidad de las vigas proporciona, la prontitud con que se arman sus sistemas articulados les compensa la pérdida de tiempo que pudieran tener.

Respecto á las ventajas ó inconvenientes que ofrezcan los sistemas de vigas armadas articuladas

empleadas en América, al compararlas con las vigas de celosía ó alma llena, roblonadas como en Europa se usan, indicaré ante todo que, segun hace observar M. Levy en su excelente obra de *Estática gráfica*, «cuando una pieza está sometida á la flexion, es decir, á una deformacion elástica, donde las fibras se alargan ó acortan, de cantidades desiguales, es imposible hacer que soporten todas el mismo esfuerzo elástico por unidad de superficie: ó en otros términos, es imposible construir de modo que sea de igual resistencia una pieza sometida á la flexion. Por el contrario, se obtiene un sólido de igual resistencia, y el más sencillo posible, sometiendo una barra á la simple traccion ó compresion, es decir, aplicando á sus dos extremos dos fuerzas iguales y contrarias; porque todas las fibras experimentan los mismos alargamientos ó acortamientos, y la tension ó presion por unidad de superficie es la misma en toda su extension. Así, si se toma un sistema de piezas reunidas entre si por articulaciones, y se le somete á esfuerzos exteriores, si es tal que la *Estática sola baste* para calcular los esfuerzos de sus diversos lados, podrán calcularse sus secciones de modo que todos resistan lo mismo por unidad de superficie, y se tendrá por tanto un sólido de igual resistencia en la verdadera y mejor acepcion posible de la palabra. Esta ventaja es inmensa, y los ingenieros de los Estados-Unidos, con el sentido práctico que poseen en tan alto grado, lo han comprendido intuitivamente desde hace tiempo. No emplean el metal por flexion; todos sus grandes puentes están formados de piezas articuladas que no trabajan más que por simple extension ó compresion.....». Y luego agrega por nota «que los americanos disponen sus armaduras de modo que nunca, áun bajo la accion de cargas móviles, una pieza pueda estar sometida alternativamente á la extension ó compresion.»

Debemos añadir que las piezas sometidas á la compresion suelen hacerse de cortas longitudes y de forma tubular, ya de seccion circular ó de un poligono regular de muchos lados, sea que se ejecuten de fundicion, sea de hierro forjado, que es lo general, siendo en este caso compuestas de diferentes partes, unidas por rebordes longitudinales, cuya forma es mucho más racional que las formas de hierros empleadas en los puentes de Europa para tal objeto.

No obstante de lo expuesto, demuestra Levy en otra parte de su obra que hay algun empirismo en la estructura de los sistemas diversos de vigas ar-

madadas empleadas en América, siendo más económico el sistema simplemente triangular, conocido en Inglaterra y allí con el nombre de sistema Warren, al cual se aproximan algunos de los sistemas americanos, si bien tienen piezas adicionales, puestas con objeto de que no trabajen por compresion por efecto de las cargas móviles las piezas dispuestas para resistir á la tension.

Hay autores que objetan á los sistemas articulados que si bien son preferibles para las cargas estáticas, y por tanto deben emplearse para las armaduras de tejados y otras estructuras semejantes, para lo cual tambien se emplean en Europa, por el contrario, para resistir á los efectos dinámicos á que están sometidos los puentes, son preferibles las vigas roblonadas empleadas en Europa, pues en aquéllas pueden aflojarse las articulaciones, y está fiada la resistencia de todo el puente á la de una cualquiera de las piezas que lo constituyen. Podrá ser cierto esto; pero sea porque los americanos emplean muy buena clase de hierros en la fabricacion de sus puentes, sometiendo todas las piezas ántes de emplearlas á las pruebas convenientes, ó sea porque empleen cuidados especiales en el ajustado de las diversas partes, es el hecho, segun creo, que no hay ejemplo de haberse arruinado, por las causas indicadas, un solo puente, y que es allí general el empleo de vigas articuladas, en las que se emplea ménos hierro que en los puentes de Europa, haciéndose extensivo dicho sistema á los puentes de arcos, pues áun el colosal puente de arcos de acero de San Luis está construido bajo el mismo principio.

Por otra parte, el sistema articulado proporciona grandes facilidades para armar las vigas.

EVARISTO DE CHURRUCA.

Á «EL MAGISTERIO ESPAÑOL.»

El periódico de este nombre, en su calidad de *defensor de los intereses y derechos de los catedráticos y maestros*, publicó en el número del 25 de Diciembre último un artículo con el arrogante título de *Fuera intrusos*, combatiendo la pretension de los Ingenieros militares de aspirar á las cátedras de la Facultad de Ciencias.

Dado el carácter y objeto de dicho periódico, no nos extraña su criterio de que las cátedras puedan ser desempeñadas única y exclusivamente por los Doctores y Licenciados, cuyos intereses