

MADRID, 1.º DE OCTUBRE DE 1876.

TOMO XXIV.

NÚM. 19.

## SUMARIO.

Exposicion de Filadelfia, por D. Manuel Lopez Bayo.— Proyecto de construccion del puente de Isabel II, en Bilbao, por D. Adolfo de Ibarreta.— Puerto de Barcelona. Memoria sobre el progreso y adelanto de las obras del puerto de Barcelona durante el año económico de 1875 á 1876 (continuacion).—Parte oficial.—Subastas.

## EXPOSICION DE FILADELFIA.

Nuestro compañero el Ingeniero D. Manuel Lopez Bayo, comisionado por el Gobierno superior civil de la isla de Puerto-Rico para estudiar la Exposicion de Filadelfia, se ha servido remitirnos el interesante artículo que insertamos á continuacion con el mayor gusto.

«La circunstancia de ser el único Ingeniero de Caminos de España que, aunque con una comision ajena á la carrera ha concurrido á la Exposicion universal de Filadelfia, me impone el deber de dar á conocer, aunque sea muy ligeramente, algo de lo que en aquélla se ha presentado que pueda ser de interes para mis compañeros, por más que la naturaleza de la empresa, superior á mis fuerzas, y la falta de tiempo absorbido por ocupaciones de otra indole, sean causa necesaria de que no realice mi deseo sino de un modo muy imperfecto é incompleto.

Lo presentado en la Exposicion no es, sin embargo, más que un reflejo pálido de lo mucho que en los Estados- Unidos tiene que estudiar el Ingeniero de Caminos, lo que hace más sensible todavía que el Gobierno español no haya nombrado una Comision que encargada exclusivamente de estudiar lo que al progreso de las Obras públicas se refiere, hubiera podido desempeñar su cometido con lucimiento propio y provechosa enseñanza para los demas. Es cierto que mucho de lo más notable de este ramo en los Estados- Unidos ha sido ya dado á conocer en Europa por recientes y notables publicaciones; pero existen todavía obras importantes, y sobre todo, detalles de construccion no conocidos, al ménos perfectamente, y que sin embargo, son en su mayor parte perfeccionamientos que contribuirían en Europa al adelanto de la ciencia y á la introduccion de mejoras en el arte

de construir. Otra circunstancia desgraciada para España en esta Exposicion ha sido, sin duda alguna, la falta casi absoluta de datos de cualquier clase que demostráran el estado de sus obras públicas. La Direccion del ramo, que tan brillantemente ha figurado en otras Exposiciones, no ha probado su existencia en este concurso, lo que es tanto más de sentir, cuanto que dicha falta ha venido á confirmar la idea arraigada entre los americanos de que nuestra nacion carece de Obras públicas de toda clase y se halla todavía en la infancia en lo que se refiere á la ciencia del Ingeniero.

España ha demostrado en la Exposicion de Filadelfia con la variedad y riqueza de productos expuestos en el palacio de Agricultura, que es una nacion agricola de primer orden; ha probado que no se hallaba en Industria tan atrasada como generalmente se creia en los Estados- Unidos: ha hecho ver en el palacio de Bellas Artes que no ha degenerado aún la patria de Velazquez y Murillo: con la completa coleccion de modelos de fortificaciones y material de guerra que ha presentado, y con las comisiones militares que ha enviado á estudiar la Exposicion, ha confirmado una vez más la fama, que ya tenia suficientemente adquirida, como nacion guerrera; pero al admirar los americanos la riqueza que descubre lo primero, y la fuerza que revela esto último, se preguntan sorprendidos; ¿qué partido puede sacar España de estos elementos: ¿qué porvenir espera á un pais desprovisto de vias de comunicacion que dé salida á sus productos y falta de puertos y faros que den seguridad á su comercio? Naciones como Francia é Inglaterra, conocidas en todo el mundo por sus adelantos en la ciencia y en la industria, podrian dejar de figurar en cualquier ramo de aquélla ó de ésta, sin que su falta de concurrencia pudiera atribuirse á carencia de material presentable al concurso; pero naciones como la nuestra, tan poco conocida y tan mal apreciada por los extranjeros, no puede impunemente para su gloria dejar de figurar en un ramo en que precisamente puede presentarse con lucimiento. Los Ingenieros de Minas y de Montes han presentado

preciosas colecciones de minerales y de maderas, el cuerpo de Ingenieros militares, modelos, memorias, planos y fotografias sobre material de guerra. Los proyectos de edificios públicos y monumentos enviados á la Exposicion, revelan que en España existen arquitectos distinguidos. Nada ó casi nada prueba en la Exposicion la existencia del Cuerpo de Ingenieros de Caminos. Ignoramos las causas que han conducido á este resultado, pero cualesquiera que sean, debemos todos lamentar las consecuencias á que da origen.

Dejando aparte estas consideraciones, entraremos en materia.

En la Exposicion de Filadelfia se ha presentado material de Obras públicas de toda clase y de casi todas las naciones del mundo. Como sucede siempre en esta clase de concursos, el país en que éste se celebra figura en primer término por la cantidad de objetos expuestos, pero esta circunstancia se halla aquí más acentuada á causa sin duda de la situacion geográfica de los Estados-Unidos. Las dificultades de transporte, el temor de los fabricantes europeos de no poder hacer la competencia á los de América, ya sea por condiciones especiales del material aquí empleado, ó á consecuencia de los derechos arancelarios, etc., han dado por resultado su retraimiento casi absoluto en cuanto á material de Obras públicas se refiere. Una sola locomotora y algunas instalaciones de ejes, ruedas de vagones, rails etc., es todo lo que de material de ferro-carriles europeos se ha presentado por los constructores. Los americanos, por el contrario, se han esforzado en concurrir al certámen y hacer brillar en él la abundancia y cualidades de sus fabricaciones. Otro tanto se puede decir respecto á otros ramos de las construcciones y de la industria. Pero si la iniciativa particular ha hecho poco, los gobiernos del continente europeo han procurado colocar á sus naciones respectivas en el lugar que les corresponde, enviando datos de todas clases que hagan ver su estado de adelanto en los diversos ramos de las construcciones. Puede citarse como tipo en su género lo presentado por el Ministerio de Obras públicas de Francia en un pabellon separado de los edificios principales y construido expresamente para su objeto. Lo contenido en esta y en otras instalaciones análogas, abriendo un nuevo campo de estudio á los Ingenieros americanos, no ofrecen, sin embargo, para nosotros un interes tan grande, puesto que la mayor parte de los datos se refieren á obras y cons-

trucciones conocidas en España y en gran parte estudiadas.

Esta circunstancia, unida á la de no hallarse tan generalmente extendidas las noticias que se refieren á las obras públicas de los Estados-Unidos, hacen que demos á ésta la preferencia para nuestro estudio, fijando principalmente nuestra atencion en el material de ferro-carriles, que por su índole é importancia se presta á figurar, y figura en primer término en la Exposicion. Para que pueda apreciarse debidamente la disposicion y magnitudes de las diferentes clases de material presentado al concurso, creemos deber hacer ántes una breve descripcion de las formas más usadas en los ferro-carriles americanos, señalando principalmente sus diferencias con las empleadas en Europa; y para completar más esta idea, empezaremos por dar una ojeada á algunas obras públicas de los Estados-Unidos.

Es indudable que en el ramo de construcciones en que esta nacion se separa más por completo de los sistemas seguidos en Europa, es en el de puentes de hierro. Los de grandes mallas para salvar grandes luces, ya sean de tirantes verticales ó inclinados, ya pertenezcan á alguno de los tipos principales de puentes americanos de Jones, Murphy Whiple, Linville, Post, de celosia triangular, Fink y Bollman, por la inteligente distribucion de los órganos, por la manera de hacer trabajar las piezas que sufren un solo esfuerzo, tension ó compression; por la rapidez y facilidad de sus montajes; por la comodidad con que se prestan á la inspeccion de todas sus partes; por la poca superficie que presentan á la accion del viento, etc., constituyen sistemas tan perfeccionados, que permiten como cosa corriente salvar espacios de 100 y 120 metros sin afectar la economía, que por el contrario parece ser mayor á medida que aumenta la longitud de los tramos.

Los puentes colgados, con los perfeccionamientos introducidos tanto en su disposicion como en la fabricacion de los cables, permitiendo salvar luces extraordinarias de 522 y 387 metros, como respectivamente tienen los puentes de Cincinnati y el puente del Niágara, construido en 1869, y pronto probablemente la de 495 metros (puente de Nueva-York á Brooklin), constituyen otro sistema especial de los puentes americanos. Como tales, se deben tambien considerar el magnifico puente de acero de dos pisos construido en San Luis sobre el Misisipi, con arcos de 151 y 159 metros de abertu-

ra, y el que actualmente se construye en Pittsburgh sobre el río Monongahela, cuyo tramo central salva una abertura de 244 metros. El primero, por las dificultades con que ha habido que luchar en su construcción, y por los problemas que en la industria metalúrgica ha resuelto su fabricación, debe considerarse también como un sistema especial americano. El de Pittsburgh es un modelo completamente nuevo de puentes colgados. No es nuestro objeto entrar ahora en su descripción. Basta indicar que los cables de suspensión están sustituidos por dos especies de vigas bow-strings, de arcos muy rebajados colocados en posición invertida que se unen en el centro del tramo. En diferentes puntos del arco toman su apoyo los pendolones que sostienen el tablero del puente. Las cuerdas de los arcos formadas de fuertes barras de hierro enlazadas por pasadores, formando una especie de cadena de Gall gigantesca, se prolongan por encima de las columnas de apoyo, cuya altura es de 60 metros y vienen á terminar en los puntos de amarre. Otros nuevos ejemplos podríamos citar de magníficos puentes de hierro construidos en estos últimos años, notables unos por su longitud ó por la luz de sus tramos, y otros por su disposición ó por las dificultades á que ha dado origen la construcción de sus apoyos. La reunión de obras tan colosales forman un conjunto que indudablemente coloca á los Estados-Unidos, en este ramo de construcciones, á la cabeza de todas las naciones del mundo.

No sucede lo mismo respecto á la construcción de puentes de fábrica. Los ejemplos que de esta clase se pueden citar no son muy numerosos, y nada notable señala por otra parte su construcción.

Los puentes de madera se hallan muy generalizados, aunque únicamente con el carácter de puentes provisionales, que van sucesivamente siendo sustituidos por puentes de hierro. Los tipos de aquella clase son muy variados. Los más empleados son los de *Howe*. Se construyen, sin embargo, también los de armadura, los de *Towm*, los de vigas armadas, etc., etc.

Si la necesidad de cruzar los caudalosos ríos de los Estados-Unidos ha sido causa indudable de que la inventiva del genio americano diera creación á sus sistemas especiales de puentes de hierro, la utilidad de aprovechar la vía que esos mismos cursos de agua proporcionan á su navegación interior, vía aumentada con la extensa red de canales construidos, parece natural que debiera haber

producido un resultado análogo, dando origen á inventos de procedimientos especiales que facilitando su aprovechamiento, los hubiera puesto en condiciones de resistir con ventaja á la competencia que han venido á hacerles los ferro-carriles. No ha sido así, sin embargo.

Los procedimientos usados en la construcción de los canales y las obras llevadas á cabo para mejorar la navegación de los ríos, así como los sistemas empleados para verificar por aquéllos la tracción, apenas señalan diferencias notables con los medios usados en Europa, y las que existen son á favor de estos últimos.

El empleo de las dragas de cuchara y la de Morris y Cummings, ya obren como dragas ó como extractoras de bloques, es quizás la diferencia más notable que se puede citar en lo que se refiere á navegación interior. Otro tanto se puede decir respecto á construcciones de puertos. Aparte de la voladura de grandes rocas submarinas llevadas á cabo en Boston y en San Francisco (California) y pronto en Nueva-York, por procedimientos dignos de estudio, y de la construcción del rompeolas del Delaware, apenas existen en los puertos americanos obras que merezcan conocerse. Muelles de carga y descarga de madera, formados por pilotes sin escuadrar, colocados perpendicularmente á las orillas, y á los que atracan los buques por sus lados, alguno que otro muelle de mampostería ó de hierro; tales suelen ser las obras de los puertos americanos, que por sus magníficas condiciones naturales tampoco necesitan, como alguno de los nuestros, construcciones de otra clase. No queremos, sin embargo, significar con lo que hemos dicho que en lo que se refiere á navegación interior y obras de puertos, se hallan atrasados los americanos. Hemos querido hacer constar únicamente que en estos ramos de construcciones no se separan tanto como en otros de los sistemas seguidos en Europa; pero como es fácil ver por las Memorias que anualmente publica el Cuerpo de Ingenieros, tanto en las obras de sus canales como en las que constantemente se llevan á cabo en sus ríos, ó en los proyectos formados para mejorar sus condiciones, existe un material grande de estudio para el Ingeniero de caminos. Grande es también el que le ofrecen el exámen de lo que podemos llamar obras públicas municipales. Las magníficas conducciones de agua llevadas á cabo en sus poblaciones importantes, y las numerosas líneas de ferro-carriles urbanos que las recorren, ofrecen

particularidades dignas de llamar la atención.

La conducción de aguas de Chicago, que ya conocen los lectores de la Revista, hecha por medio de túneles que verifican la toma en el lago Michigan á gran distancia de las orillas, los grandes acueductos de New-York, Boston, Washington, y las obras de abastecimiento de aguas de Filadelfia, son trabajos notables por todos conceptos. Como rasgos característicos que señalan lo que son estas obras entre los americanos, debemos citar el uso de columnas de agua (*stand pipes*) regulatrices del juego de las bombas, cuando éstas se emplean para hacer el abastecimiento, y el empleo de los mismos tubos de conducción para formar lo que puede llamarse acueductos puentes.

En las obras de Wistahiekon, de Filadelfia, existe un ejemplo notable de este ingenioso sistema. Es un puente compuesto de cuatro tramos de 51 metros de abertura cada uno, y formados por los mismos tubos sostenidos por barras articuladas de hierro que se unen por sus extremidades á piezas de fundición unidas á los tubos, viniendo á formar su conjunto una especie de viga armada. Ligeros soportes de metal bastan para mantener con toda seguridad los tubos á una altura de 50 metros. Debemos también mencionar los conductos flexibles establecidos sobre el fondo del río Schuylkill, en Filadelfia, y los perfeccionamientos introducidos en las máquinas de vapor, en las turbinas y en las bombas, cuando, como sucede en aquella población, se emplean estos medios para elevar el agua.

Los conductos flexibles están formados por tubos cuyas juntas de unión permiten que se adapten á las desigualdades del fondo. El enchufe de los tubos se verifica por medio de una especie de articulación de nuez.

Los ferro-carriles urbanos, muy extendidos en todas las poblaciones importantes de los Estados-Unidos, son de dos clases: los movidos por fuerza animal y los arrastrados por locomotoras ó mecanismos especiales.

Los primeros son los más generalizados, y aparte de su organización administrativa en las grandes poblaciones, que es digna de estudiarse, ofrecen la particularidad de emplear generalmente un rail plano, de bastante anchura, provisto de un ligero reborde, sobre el que marchan las ruedas de los coches. Los carruajes particulares contruidos con una batalla ó separación de ruedas igual á la que media entre los rails, aprovechan la parte pla-

na de éstos para verificar por ellos la marcha, viniendo á convertirse de este modo el establecimiento de una vía férrea urbana en un beneficio para el tráfico ordinario, en vez de la molestia que generalmente crea en nuestras poblaciones el uso del rail acanalado. El respeto á las ordenanzas de policía, y sobre todo, una gran tolerancia mutua, que son cualidades esenciales del pueblo americano, precaven los accidentes que este sistema, empleado á veces en calles no muy anchas y de mucho tráfico, podría quizás originar en otros países. Aparte de las líneas generales de ferro-carriles, que, como cosa admitida, atraviesan las poblaciones más importantes á veces por sus calles más concurridas, existen en New-York y en Filadelfia verdaderos ferro-carriles urbanos, arrastrados por locomotoras ó mecanismos especiales. El que se halla establecido en una calle de New York es, digámoslo así, aéreo; es decir, con la vía colocada á la altura del primer piso de las casas, y sostenida por una fila de columnas de hierro.

El primer ferro-carril de este género que se construyó en Nueva-York funcionaba por medio de máquinas fijas, separadas 800 metros, que hacían mover tambores en que se arrollaba un cable de tracción. Hoy día se emplean locomotoras especiales, notables por su ligereza y por la disposición de sus partes. En Filadelfia se empieza á emplear en algunas líneas de tranvías la tracción por medio de máquinas especiales de vapor colocadas en los mismos carruajes. No sabemos que en las Estados-Unidos se haya hecho todavía alguna aplicación del aire comprimido como medio de tracción en las poblaciones.

Pasemos ahora á examinar los ferro-carriles americanos arrastrados por locomotoras ordinarias.

Dos opiniones acreditadas existen generalmente en España acerca de lo que son esta clase de vías en los Estados-Unidos. Mientras unos creen que éstas se hallan establecidas con un grado de lujo y perfección grandes, recordando sin duda el *comfort* y la riqueza de ciertos wagones americanos, otros pretenden, por el contrario, que los Estados-Unidos se hallan en este ramo de construcciones en un grado de adelanto muy inferior al que han alcanzado en Europa, refiriéndose sin duda los que profesan esta opinión al número grande de accidentes que es fama ocurren constantemente en los ferro-carriles americanos. Ante todo debemos establecer una completa separación entre los que

deben considerarse como líneas principales, y los que solamente tienen un interés de segundo orden. Los primeros recorriendo comarcas ricas y populosas, sirviendo un tráfico inmenso de mercancías y de viajeros, y realizando generalmente grandes beneficios, claro es que no se hallan establecidos en condiciones análogas á los segundos, cuya ejecución responde unas veces á la necesidad de poblar regiones desiertas, ó al deseo de dar valor á terrenos incultos, y otras á conveniencias locales determinadas ó al aprovechamiento de riquezas naturales, y que por lo tanto, y merced á la no intervención casi absoluta del estado en cuanto se refiere á vías férreas, se hallan generalmente construidas de un modo provisional y barato, y hasta aprovechando en ocasiones el material de deshecho de otras líneas principales, contando con mejorar sus condiciones á medida que sus rendimientos ó los de la Empresa generalmente ligada con su ejecución lo permitan. Estas líneas, en las que generalmente se marcha á pequeña velocidad y adoptando precauciones que prevengan los accidentes, claro es que no deben servir de tipo para juzgar los ferro-carriles americanos.

No de otra manera, por supuesto, se comprende que los Estados-Unidos con una población de 44.000.000 de habitantes, á pesar de su riqueza y movimiento, tenga hoy una red de ferro-carriles más extensa que la de toda Europa, por la que en 1874 se trasportaron mercancías por valor de diez mil millones de duros que pagaron á las Empresas por derecho de trasportes muy cerca de 9.600 millones de reales.

MANUEL LOPEZ BAYO.

(Se continuará.)

**PROYECTO DE RECONSTRUCCION**  
DEL  
**PUENTE DE ISABEL II**  
EN BILBAO (1).

**MEMORIA.**

**CAPITULO PRIMERO.**

I.

1. En la madrugada del 11 de Abril de 1874, varios gabarrones de grandes dimensiones, y un vapor, arrastrados por las aguas crecidas del río, se atravesaron en los dos tramos primeros de la már-

(1) La obra objeto de este proyecto se halla ya en curso de ejecución.

gen derecha del puente de Isabel II, disminuyendo de este modo, casi en la mitad, el desagüe.

La corriente, al encontrar ese obstáculo, se dirigió hácia la orilla opuesta y atacó violentamente los cimientos de las dos últimas pilas, produciendo en ellas movimientos de consideración, que ocasionaron la ruina del puente. La primera pila de la izquierda bajó casi verticalmente 4<sup>m</sup>,50, y la segunda, girando por el medio de su base, se inclinó, aguas arriba, en 1<sup>m</sup>,56, levantándose unos 44 centímetros aguas abajo.

Tal es la buena construcción de los macizos de estas pilas, que á pesar de esos movimientos extraordinarios y del tiempo transcurrido, ni una sola piedra se ha desagregado, ni una grieta se ha producido, conservándose aquéllas enteras é intactas en su nueva posición.

Estas pilas se hallaban establecidas sobre pilotes, cuyos azúches llegaron á la roca que se encuentra á 5 y 5 metros debajo del nivel de bajamar. Es de suponer que atacado el terreno que recubre aquélla por la corriente furiosa del río, quedaron aislados los pilotes y sin apoyo del terreno arrastrado, y que en esta situación, no pudiendo sostener el peso que sobre ellos gravitaba, se inclinaron ó rompieron, produciendo el descenso de los macizos.

2. El puente de Isabel II había sufrido ya varias averías y modificaciones. Construido en 1847, se resintió á los pocos años una de las pilas, de modo que en 1865 fué necesario suprimir el puente levadizo, que ademas no prestaba grandes servicios, y levantar los arcos de hierro que formaban los dos tramos últimos de la izquierda, reemplazándolos por construcciones de madera.

Cuando la construcción del ferro-carril de Bilbao á Tudela, á fin de dar paso á la vía por el muelle, se levantó también el arco correspondiente, colocando en su lugar un tramo recto é inclinado para dar la debida altura sobre los rails.

3. Cuando sucedió la última avería del puente, Bilbao se encontró sin más comunicación con la orilla opuesta, que el antiguo puente de San Anton, pues las dos pasarelas colgadas habían sido destruidas por las bombas, y el nuevo puente de Achuri tenía sólo concluidos sus estribos y pila.

A fin de atender á las primeras necesidades, el excelentísimo Ayuntamiento construyó una de las pasarelas y estableció enfrente del convento de la Merced un puente provisional de madera de 5<sup>m</sup>,5 de ancho.