

tes de fundición, á esta combinación, cuya primera idea atribuía á Polonceau y á Stephenson.

En 1860, Manton indicaba las ventajas que ofrecen los puentes metálicos. En su interesante memoria sobre los arcos metálicos rebajados, M. Darcel insistía sobre estas ventajas, y las precisaba, haciendo observar principalmente:

1.º La sencillez y el rigor que este sistema de construcciones permite introducir en el cálculo de los arcos.

2.º La invariabilidad casi absoluta que asegura á la curva de presiones, la cual pasa siempre por las tres articulaciones, cuyas posiciones son sensiblemente fijas.

3.º Las garantías que proporciona, por consiguiente, contra todas las indeterminaciones que resultan de la deformación de las cimbras, del asiento ó de la separación de los estribos, de las imperfecciones del empotramiento en los arranques del arco y, sobre todo, de la influencia de las variaciones de la temperatura.

A pesar de tan sólidas razones, la causa de la triple articulación está lejos de haber triunfado. Aun en la actualidad, sólo se pueden contar, y esto limitándonos á los puentes metálicos, algunas raras aplicaciones de este sistema, entre las cuales citaremos el puente construido sobre el Saf-Saf (1) en 1889 y el puente de Aléjandro III.

En lo tocante á los puentes de fábrica, el Inspector general de puentes y calzadas J. Dupuit llamó la atención, ya en 1870, sobre las ventajas que resultarían de llevar la curva de presiones hacia el centro de las juntas de las dovelas inmediatas á los arranques. Pero sólo en 1877 propuso el Inspector general señor Brosselin disposiciones que permitían realizar, hasta cierto punto, la triple articulación. Consistían en colocar en la clave y en las juntas de rotura dos filas de dovelas de sillería de una resistencia superior á la de las fábricas que constituían el resto de la bóveda, y en utilizar esta diferencia de resistencias para reducir el espesor de la junta comprendida entre estas filas de dovelas, alejando así de las aristas la curva de presiones, y disminuyendo, por lo tanto, la presión máxima que tienen que resistir las otras regiones de la bóveda.

«Es posible asignar, decía M. Brosselin, á las bóvedas dispuestas de este modo, espesores mucho más reducidos que los admitidos hasta ahora.

»Esta disminución de espesor presenta grandes ventajas; permite realizar, en el cubo de las fábricas que constituyen la bóveda propiamente dicha, una economía notable. Disminuye el empuje en la clave y el peso que tienen que sustentar las pilas y los estribos, lo cual permite reducir su espesor. Las cimbras, por hallarse menos cargadas, pueden también ser más ligeras, y de todas estas circunstancias resultan economías apreciables.»

M. Brosselin indicaba que convendría, en general, formar la junta reducida con mortero de cemento, pero que podían emplearse también otros materiales, tales como el plomo y el estaño.

Decía además que, según la resistencia de los materiales empleados en las dovelas y en la junta reducida, el espesor de ésta podía variar entre la mitad y la quinta parte del espesor de la bóveda, y finalmente, se expresaba en estos términos:

«Cuanto menor sea el espesor de estas juntas, más pequeña será la amplitud de las oscilaciones posibles de la curva de presiones, más satisfactoria la estabilidad de la bóveda para una resistencia dada, y mayor la reducción posible del espesor de la bóveda, aumentando al mismo tiempo la resistencia.»

Esta ingeniosa idea no ha sido aplicada en Francia, pero ha sido muy bien acogida en Alemania, donde el presidente señor Leibbrand la ha llevado á la práctica, después de haber realizado experimentos muy completos sobre la resistencia de las juntas reducidas de plomo, á las cuales dió en un principio la preferencia. Desde 1886 se han construido muchas obras de gran importancia con juntas de espesor reducido en los arranques y en la clave. Sin embargo, estas juntas sólo se mantenían así abiertas durante la construcción, y después del descimbramiento se rellenaban con mortero de cemento, de modo que, en definitiva, la bóveda quedaba empotrada como todas las antiguas.

Posteriormente M. Max Leibbrand ha renunciado al empotramiento en el puente que ha construido recientemente sobre el río Eyach, cerca de Imnau. Ha constituido, lo mismo en los arranques que en la clave, verdaderas articulaciones formadas de sillares de granito, labrados de manera que se encajan unos en otros con ensamblaje de grano de cebada de superficie de contacto circular, que permite la rotación de la junta.

Anteriormente, en 1895, el mismo ingeniero había construido sobre el Danubio, en Inzigkofen, un puente de fábrica de 43 metros de luz, rebajado al décimo, y dotado de tres articulaciones metálicas que giraban sobre rótulas de fundición, con disposiciones análogas á las adoptadas en los puentes metálicos.

Todas estas obras, construídas las más veces con hormigón de cemento, empleando este último material en pequeñas dosis, y con espesores relativamente pequeños, han dado, según parece, excelentes resultados, sobre todo desde el punto de vista de la economía y de la rapidez de la ejecución. Han adquirido hoy la sanción de una experiencia bastante prolongada, y no se ponen ya en duda, al menos en Alemania, sus numerosas ventajas.

La cuestión es digna, por lo tanto, de que se fije en ella la atención de los ingenieros en Francia, donde el sistema de la triple articulación permanece en un olvido que no merece. Sin embargo, en este país fué preconizado por vez primera y hasta se puede decir que, en lo referente á las bóvedas de fábrica, M. Brosselin es el verdadero promotor (1).

El estudio que presentamos tiene por objeto probar la gran superioridad de este sistema sobre los que se han aplicado hasta hoy día, y poner en evidencia los recursos que puede suministrar al arte del ingeniero, sobre todo para los puentes rebajados de grandes luces.

(Continuará.)

BIBLIOGRAFIA

Obras españolas sobre materias relacionadas con la ingeniería publicadas en el segundo semestre de 1898.

Aguirre (D. Antonio).—Movimiento de tierras, fundaciones, andamios, talleres, etc.—Tomo I de la «Pequeña enciclopedia práctica de construcción», publicada bajo la dirección de L. A.

(1) Puente de arco metálico de 68 metros de luz y 6^m,70 de flecha construido por la Compañía Fives-Lille en la línea de Tabia á Tlemcin, Oeste de Argelia.

(1) Véanse nuestros artículos de 1891.

- Barré, traducido por D. A. Aguirre.—Bailly-Bailliere é hijos, Madrid.
- Materiales de construcción, su empleo y resistencia.—Tomo II de la «Pequeña enciclopedia práctica de construcción», publicada bajo la dirección de L. A. Barré, traducida por don A. Aguirre.—Bailly-Bailliere é hijos, Madrid.
- Carpintería de taller.—Tomo V de la «Pequeña enciclopedia práctica de construcción», publicada bajo la dirección de L. A. Barré, traducida por D. A. Aguirre.—Bailly-Bailliere é hijos, Madrid.
- Aleu* (D. Manuel Lorenzo).—Elementos de matemáticas.—Aritmética, segunda edición corregida y aumentada, Madrid.
- Aliaga y Millán* (D. Pedro).—Elementos de matemáticas, Geometría y Trigonometría.—Castellón, imprenta y librería de José Armengol.
- Alzola* (D. Pablo).—Historia de las obras públicas de España.—Tomo III de la «Biblioteca de la Revista de Obras públicas.»
- Aparicio y Viguera* (D. Tomás).—Definiciones de Geometría y dibujo lineal para los alumnos de la Sociedad protectora de la villa de Mora, Toledo.
- Arbós* (D. Fernando) y *Rada y Delgado* (D. Juan de Dios).—Discursos leídos ante la Real Academia de San Fernando en la recepción del primero, sobre «Transformaciones más culminantes de la arquitectura cristiana», Madrid.
- Arce* (D. José de).—Resistencia de materiales y estabilidad de las construcciones, dos tomos en 4.º—Establecimiento tipográfico de Idamora Moreno, Madrid.
- Asensi Escrivá* (D. Pascual).—Tablas de reducción de cajas á arrobas y libras, seguidas de las tarifas de precios desde un céntimo de peseta hasta 15 pesetas y desde medio real hasta tres y medio reales, Valencia.
- Ballester y Robles* (D. Luis).—Elementos de Aritmética y Geografía para las oposiciones á Escuelas superiores de niños, Madrid.
- Benot* (D. Eduardo).—Errores en los libros de matemáticas.—Estudios filosóficos sobre la ciencia del cálculo, por M. F. Vallés, traducción por D. E. Benot, segunda edición.—Núñez Samper, Madrid.
- Bentabol y Ureta* (D. Horacio), Ingeniero de Minas y Abogado. Justicia, leyes y pleitos.—Imprenta de Fortanet, Madrid.
- Bejarana* (D. Eloy).—La educación integral.—Presentado al IX Congreso de Higiene y Demografía.—Madrid.
- Biblioteca popular del arte*.—Cartilla artística.—Arquitectura, escultura, pintura, música.—«La España editorial», Madrid.
- Bonilla Mirat* (D. Santiago) y *Becerro de Bengoa* (D. Ricardo). Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales en la recepción del primero sobre la «Anatomía y fisiología de la molécula química», Madrid.
- Brugada y Panizo* (D. Luis María).—Gramática elemental de lengua alemana.—Barcelona, Imprenta de Henrich y Compañía.
- Burillo de Santiago* (D. Manuel).—Elementos de matemáticas.—Tomo II.—Geometría y Trigonometría, segunda edición, Madrid.
- Cantero Villamil* (D. F.).—Proyecto de una presa sobre el río Duero y canal transversal en túnel para obtener fuerza hidráulica transportable por medio de la electricidad.—Imprenta de Enrique Calamita, Zamora.
- Caparrós y Rodríguez de Berlanga* (J.).—Elementos de historia general del Comercio y de la industria.—Imprenta de la viuda é hijos de J. Giral, Málaga.
- Comunidad de regantes é industriales* del río Salón en la ciudad de Medina de Pomar.—Ordenanzas y reglamentos del sindicato y jurado de riego.—Imprenta de Polo, Burgos.
- Cuartango y Ortega* (D. Valentín).—Tratado de Aritmética con destino á las escuelas y colegios de primera enseñanza elemental y superior.—Imprenta de Mariano P. Escartín, Portu-galete.
- Cunat y Compañía*.—Liquidación final de la Sociedad constructora de los muelles y de la reparación del dique de Levante del puerto de Valencia.—Imprenta de G. Juste, Madrid.
- Dalmau Carles* (D. José).—Resumen de las lecciones de Aritmética aplicadas á las diversas cuestiones mercantiles.—Librería de J. Franquel y Serra, Gerona.
- Díaz Arcaya* (D. Manuel).—Elementos de Historia natural, sexta edición.—Imprenta de R. Miedes, Zaragoza.
- Domenech y Estepà* (D. José).—Programa de las lecciones de Geometría descriptiva explicadas en la Facultad de ciencias de la Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Donnet y Pareja* (D. Baldomero).—Los cables telegráficos de España en Ultramar.—Imprenta de G. Juste, Madrid.
- Eme, Ce, Ge*.—Algunas observaciones prácticas para los abonados y consumidores de fluido eléctrico, Madrid.
- Enciso* (D. Manuel G.).—Tratado de Geometría práctica y aplicaciones del dibujo lineal.—Texto y atlas.—Librería de Sánchez Covisa, Madrid.
- Escuela superior de Guerra*.—Programa detallado de Química, explosivos y fabricación de material de guerra.—Imprenta de A. Marzo, Madrid.
- Eseverri* (D. Félix).—Apéndice á las lecciones de Geometría.—Imprenta de H. de Pujol, Vitoria.
- España artística arqueológica monumental*.—Album enciclopédico de artes antiguas y modernas.—Tomo I.—Parera y Compañía, Barcelona.
- Estadística de obras públicas*.—1895 y 1896.—Imprenta de los hijos de J. A. García, Madrid.
- Estadística minera de España*.—Ministerio de Fomento.—Dirección de Agricultura, Industria y Comercio, correspondiente al año 1897.
- Faros*.—Cuaderno de faros de las costas occidentales de Europa desde el Estrecho de Gibraltar hasta Bélgica en 1.º de Julio de 1898.—Dirección de Hidrografía, Madrid.
- Cuaderno de faros del mar de las Antillas y del seno de Méjico en 1.º de Enero de 1898.—Dirección de Hidrografía, Madrid.
- Figueras y Bushell* (D. Francisco).—Lecciones de Economía política.—Establecimiento tipográfico de V. Botella, Alicante.
- Gallego Carranza* (D. Lorenzo).—Curso de Topografía.—Cuarta edición.—Librería de la viuda é hijos de J. Peláez, Toledo.
- Gamir* (P. Matías).—Aritmética elemental para uso de los alumnos de las Escuelas Pías.—Imprenta de M. Alufre, Valencia.
- Gaztelu* (D. Luis).—Fábricas en general.—Tomo III de la «Pequeña enciclopedia práctica de construcción», publicada bajo la dirección de L. A. Barré, traducido y anotado por D. L. Gaztelu.—Bailly-Bailliere é hijos, Madrid.
- Carpintería de armar.—Tomo IV de la «Pequeña enciclopedia práctica de construcción», publicada bajo la dirección de L. A. Barré, traducido y anotado D. L. Gaztelu.—Bailly-Bailliere é hijos, Madrid.
- Construcciones metálicas.—Tomo VI de la «Pequeña enciclopedia práctica de construcción», publicada bajo la dirección de L. A. Barré, traducido y anotado por D. L. Gaztelu.—Bailly-Bailliere é hijos, Madrid.
- Giráldez y Riarola* (D. Joaquín).—De las teorías de Derecho político en los escritores españoles de los siglos XVI y XVII.—Imprenta de E. Rasco, Sevilla.
- Goñi* (D. Celestino).—Tasas telegráficas internacionales para los países de América, Africa, Asia y Oceanía, vigentes desde primero de Julio de 1898.—Madrid.
- Tasas telegráficas internacionales por las vías ordinarias y por el cable de Marsella para todos los países de Europa, vigentes desde 1.º de Julio de 1898, Madrid.
- Gualart* (D. Eugenio).—Monografía del planimetro contador y principalmente de los modelos Amsler y sus derivados.—Establecimiento tipográfico de la viuda é hijos de Tello, Madrid.
- Herrero Olea* (D. Sabino).—Sistema decimal de pesas y medidas,

- acompañado de tablas de correspondencia de las de este sistema con las usadas en esta provincia, con especialidad las agrarias de cada pueblo.—Imprenta de A. Martín, Valladolid.
- King* (D. Donato).—Gramática alemana.—Método teórico-práctico.—Imprenta de L. Puchol, Granada.
- Landa y Asurmendi* (D. Juan).—Lecciones fundamentales de Aritmética.—Sexta edición.—Vitoria.
- López de Castro* (D. Celestino).—El servicio médico en los caminos de hierro.—Imprenta de R. Quintana, Pontevedra.
- Mallada* (D. L.).—Memorias de la Comisión del mapa geológico de España.—Tomo III.—Sistemas Devoniano y Carbonífero. Madrid.
- Martínez García* (D. Miguel).—Curso de Aritmética y Álgebra. Madrid.
- Martín y Oroval* (D. Juan).—Original catecismo de construcción práctica para todas las inteligencias.—Imprenta Ferreró y Compañía, Valencia.
- Meneses* (D. G.).—Principios de Agricultura para uso de los alumnos de segunda enseñanza.—Sexta edición.—Sevilla.
- Minguez y Vicente* (D. Manuel).—Tratado de Estadística.—Imprenta y librería del *Diario*, Córdoba.
- Ministerio de Fomento*.—Extracto del Reglamento general y resumen de la clasificación de productos de la Exposición universal de París de 1900, publicado por la Comisión general permanente de exposiciones con destino á los artistas y productores nacionales que deseen concurrir á dicho certamen.—Imprenta de R. Rojas, Madrid.
- Montero Nieto* (D. Antonio).—Pequeño epítome de Aritmética con sistema métrico para uso de las Escuelas.—Segunda edición de la décimatercera aumentada.—Córdoba.
- Moya* (D. Ambrosio).—Elementos de matemáticas, cuarta edición. Tomo II. Geometría y Trigonometría, Madrid.
- Olavarria* (D. Marcial de).—Hierro nativo, por M. A. de Lapparent. Versión española por D. M. Olavarria. Imprenta de los hijos de Hernández, Madrid.
- Olmedilla* (D. Joaquín).—Azufre y sus derivados. Tomo IV de la «Pequeña enciclopedia de Química industrial práctica», publicada bajo la dirección de F. Billon. Traducido del francés y adicionado con gran número de notas y datos por D. J. Olmedilla. Bailly-Bailliére é hijos, Madrid.
Cloro y sus derivados. Tomo V de la «Pequeña enciclopedia de Química industrial práctica», etc.
El agua. Tomo VII de la «Pequeña enciclopedia de Química industrial práctica», etc.
- Ollero* (D. Diego) y *Arrillaga* (D. Francisco de P.).—Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, en la recepción del primero, sobre «Los progresos de las armas de fuego en relación con las ciencias matemáticas». Madrid.
- Padrón y Schwartz* (M.).—Tablas de reducción de libras esterlinas y sus fracciones á pesetas. Imprenta A. J. Benitez, Santa Cruz de Tenerife.
- Palacios* (D. Jesús).—Alumbrado general con acetileno totalizador, sistema Palacios, con privilegio de invención, Orense.
- Palacios* (D. Pedro).—Datos para el estudio de la fauna pliocena del Sur de España, por Schrodé. Traducción del alemán por D. P. Palacios. Establecimiento tipográfico de la viuda é hijos de M. Tello, Madrid.
Formaciones de origen marino de la Gran Canaria, por A. Rothpletz y V. Simonelli. Traducción del alemán por D. P. Palacios. Imprenta de la viuda é hijos de M. Tello, Madrid.
- Pérez del Toro* (D. Felipe).—Compendio de Historia general del Comercio y de la Industria. Tomo I. Imprenta de Fortanet, Madrid.
- Picatoste* (D. Felipe).—Elementos de matemáticas. Geometría, sexta edición corregida y aumentada. Librería Hernando y compañía, Madrid.
- Prats y Aymerich* (D. José).—Monografía del argón. Tipografía «La Académica», Barcelona.
- Puig y Larraz* (D. G.).—Los hipuritos de Cataluña. Compendio de los trabajos de H. Douvillé referentes á los rudistos. Establecimiento tipográfico de la viuda é hijos de M. Tello, Madrid.
- Quingles y Enrich* (D. Luis).—Programa y apuntes de contabilidad y teneduría de libros aplicada á toda clase de empresas, Alicante.
- Repullés y Vargas* (D. Enrique M.^a).—El simbolismo en la Arquitectura cristiana, Madrid.
- Ricort Puerta* (D. Eduardo).—Sosas y potasas. Tomo III de la «Pequeña enciclopedia de Química industrial práctica», publicada bajo la dirección de F. Billon, versión española por D. E. Ricort Puerta. Bailly-Bailliére é hijos, Madrid.
- Salazar* (D. Antonio).—Proyecto de un taquímetro auto-reductor sin limbos. Imprenta de R. Rojas, Madrid.
- Santos Fernández* (D. Victor).—Resumen de las lecciones de Higiene privada dadas en la Universidad de Valladolid, Madrid.
- Sela y Sampil* (D. Inocencio).—Legislación sobre pólvoras y materias explosivas; segunda edición corregida y aumentada, Oviedo.
- Soria y Sánchez* (D. Filiberto).—La sal. Tomo II de la «Pequeña enciclopedia de Química industrial práctica», publicada bajo la dirección de F. Billon. Traducción por D. J. Soria Sánchez. Bailly-Bailliére é hijos, Madrid.
El azúcar. Tomo VIII de la «Pequeña enciclopedia de Química industrial práctica», etc.
- Torrejón y Boneta* (D. Angel).—Consultor del propietario, agricultor y ganadero. Disposiciones legales é instrucciones prácticas de la Administración pública, Madrid.
- Torres y Tirado* (D. Antonio).—Descripción de la esfera celeste é instrucción para el uso del mapa del cielo. Imprenta de los hijos de M. G. Hernández, Madrid.
- Torrents y Monner* (D. Antonio).—Bancos agrícolas. Tipo-litografía de Balmás, Casamajó y compañía, Barcelona.
- Tortes Agost* (D. Bartolomé).—Aritmética teórico-práctica con el sistema métrico para las escuelas de primera enseñanza, demostrada al alcance de los niños; décima edición. Imprenta de M. Alufre, Valencia.
- Trenor* (D. Leopoldo).—Accidentes eléctricos. Imprenta de M. Alufre, Valencia.
- Tudela y Tafalla* (D. Antonio).—Lecciones de Astronomía esférica explicadas en la Escuela Superior de Guerra, por el Comandante de Estado Mayor D. A. Tudela y Tafalla, Madrid.
- Vallín y Bustillo* (D. Acisclo F.).—Elementos de matemáticas Aritmética y Álgebra, Geometría, Trigonometría y nociones de Topografía. Nueva edición estereotípica, librería de Hernando y compañía, Madrid.
- Vázquez* (D. Manuel).—La solución algebraica del grado n . Fórmula general del grado n y sistema de n ecuaciones con n incógnitas del grado n^{mo} . Su resolución algebraica. Imprenta de Pardo, Gusano y compañía, Oviedo.
- Vélaz y Medrano* (D. R.).—El Spessart de Baviera. Montes mezclados de roble y haya, por el Dr. Dietrich Brandis. Traducido del inglés por D. R. Vélaz de Medrano. Imprenta de R. Rojas, Madrid.
- Villafañe y Viñals* (D. José María).—Tratado de análisis matemático (Álgebra superior). Primera parte: Teorías fundamentales. Barcelona.
- Watt* (D. L.).—El nuevo impuesto y las industrias eléctricas. Estudio económico. Imprenta de M. Alufre, Valencia.