

La construcción de bóvedas ligeras en Bélgica 1830-1940

Paula Fuentes
Ine Wouters

A partir del siglo XIX, con la introducción de los nuevos materiales, principalmente hierro y hormigón armado, se produjo un cambio significativo en la construcción, y poco a poco se fue abandonando la construcción de bóvedas. Sin embargo, antes del Movimiento Moderno, en la época del historicismo, las bóvedas seguían utilizándose en iglesias y edificios representativos. En los manuales y tratados de la época, las técnicas más tradicionales se incluían junto con las más modernas y no es extraño, incluso bien entrado el siglo XX, encontrar capítulos dedicados a la construcción de bóvedas.

La búsqueda de la economía en la construcción se hizo especialmente necesaria en los períodos de posguerra, en los que además hubo que reconstruir numerosos edificios históricos. Se recuperan técnicas tradicionales de construcción de bóvedas ligeras y sin cimbra y se incorporan las posibilidades de las nuevas técnicas. Incluso se patentan sistemas de construcción de bóvedas.

Este artículo aborda la construcción de bóvedas ligeras y sin cimbra entre mediados del siglo XIX y mediados del siglo XX en Bélgica, uno de los países pioneros en la revolución industrial, considerando su presencia en los tratados de construcción, las patentes desarrolladas y algunos de los edificios construidos.¹

BÓVEDAS POR HOJAS

El origen de la construcción de bóvedas sin cimbra se sitúa en Oriente Medio, hacia el 2000 a.C. (Huerta

2007). La conocida como construcción por hojas consiste en construir un primer arco con los ladrillos colocados verticalmente con la tabla contra un muro en cabeza. Apoyando los arcos sucesivos en los construidos anteriormente, se va formando una bóveda de cañón (Besenval 1984). Los ladrillos se colocan en posición vertical o con una ligera inclinación para aumentar el rozamiento. La técnica de construcción por hojas se desarrolló principalmente en el área mediterránea, pasó a Bizancio, donde se utilizó de manera sistemática, no sólo en bóvedas de cañón sino en bóvedas más complejas (Choisy 1883), y posteriormente se difundió por el continente europeo. Durante la Edad Media este sistema se utilizó a menudo en bóvedas de crucería para construir las plementerías de ladrillo, necesitándose así cimbras únicamente para los nervios, que podían ser de ladrillo o de piedra. El aparejo es fácilmente reconocible cuando el ladrillo queda visto. La técnica se siguió utilizando y en el siglo XIX los manuales y tratados europeos la recogen a menudo (Wendland 2007). Un caso que cabe destacar es el del arquitecto alemán J. C. Lassaulx, que en 1829 publica un ensayo describiendo este sistema constructivo después de estudiar las bóvedas medievales. Lassaulx lo utilizó además en la construcción de varias iglesias (Wendland 2003). Incluso en el siglo XX, las bóvedas por hojas se han utilizado en la reconstrucción de edificios derribados en las dos guerras mundiales (Enthoven 1946).

En Bélgica, la construcción de bóvedas por hojas aparece a menudo en los manuales, haciendo en ocasiones referencias directas a tratados franceses. Este

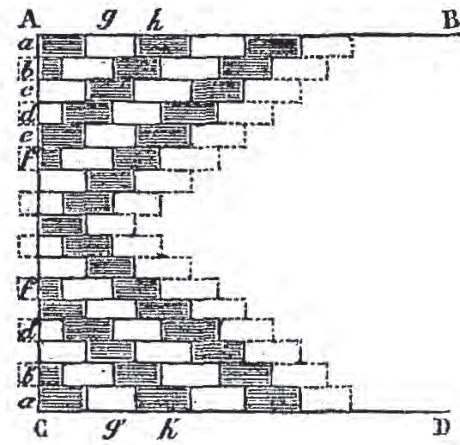


Figura 1
 Construcción de bóvedas sin cimbra por zonas oblicuas (Claudel y Laroque 1859, fig. 89)

es el caso de Charles Armand Demanet (1808-65), ingeniero belga y profesor en la *École Militaire de Bruxelles*, que en su *Guide pratique du constructeur* describe las bóvedas sin cimbra:

Aunque el uso de cimbras es la regla para la ejecución de bóvedas grandes y pequeñas, esta regla admite excepcio-

nes. Así es como se han ejecutado algunas bóvedas muy grandes sin cimbras, usando morteros muy rápidos que, al fraguar casi instantáneamente, unían los materiales sólidamente de manera que cada semi bóveda se podía construir en voladizo, usando sólo cerchas para controlar la forma; pero son sólo raras excepciones y de alguna manera, una verdadera hazaña.² (Demanet 1864, 141)

Demanet explica un primer caso, descrito por Claudel y Laroque en su *Pratique de l'art de construire* (y que prácticamente transcribe en su tratado, incluida la figura explicativa) en el que las bóvedas se construyen «por zonas oblicuas» (Demanet 1864, 141-143; Claudel y Laroque 1859, 427-429). Afirma que es un tipo muy empleado en París.

Explica también el caso particular de las plementerías de bóvedas góticas, que se pueden construir sin cimbra una vez terminados los arcos, incluso con morteros de fraguado lento, disponiendo las juntas perpendicularmente a la bisectriz que forman el arco diagonal y el arco fornero o transversal (figura 2b, parte inferior, figura 3). Esta es la técnica utilizada en las bóvedas de la iglesia de Notre-Dame de Laeken en Bruselas construidas por el arquitecto J. Poelaert y que Demanet explica con gran detalle. La plementería de las bóvedas es de medio ladrillo (0,10 m) de espesor, tomados con un mortero ordinario de cal y arena. Aunque no se utilizaron cimbras propia-

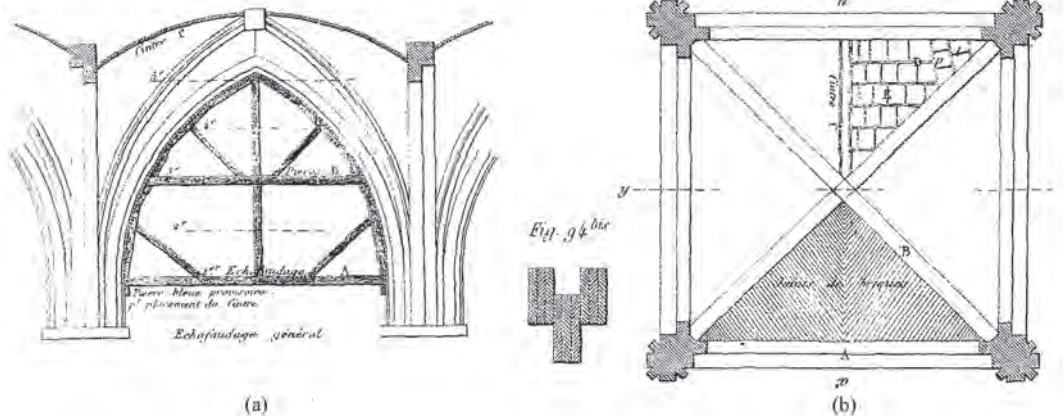


Figura 2
 Bóveda de la iglesia de Notre-Dame de Laeken, Bruselas; (a) Sección con cimbra del arco perpiño; (b) Planta; en la parte superior se representa el armazón ligero de madera utilizado para construir la plementería, en la parte superior el aparejo de ladrillo. En el centro (fig. 94bis) sección de la cimbra utilizada para los arcos diagonales, formada por varios tabloncillos clavados entre sí (Demanet 1864, pl. XVI, figs. 94 y 95)

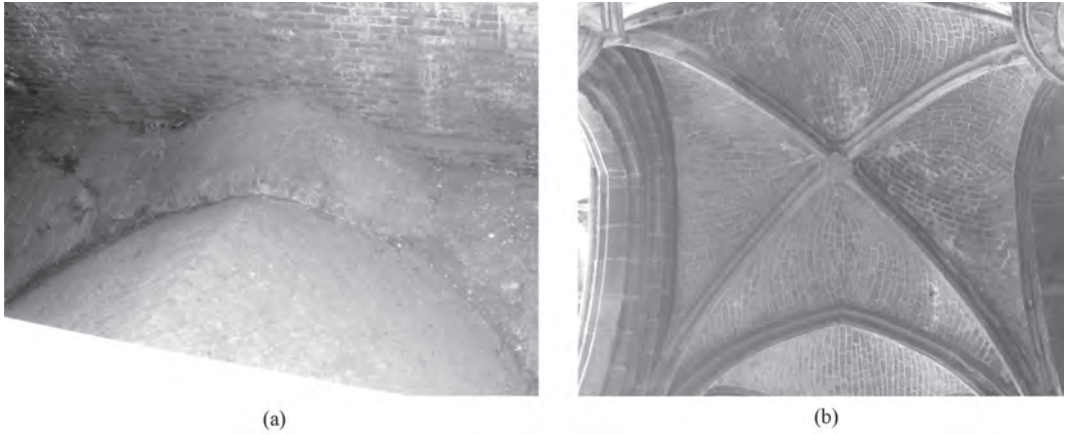


Figura 3
 (a) Trasdós de una bóveda en la iglesia Notre-Dame de Laeken (Foto: R. Wibaut); (b) Bóveda en la iglesia colegiata de Notre-Dame de Dinant (Foto: P. Fuentes). En ambas se aprecia el aparejo característico de la construcción sin cimbra

mente dichas, sí usaron un esqueleto ligero de madera que sirve tanto de apoyo de los ladrillos, como para dar la forma (figura 2b, parte superior). Demanet describe la construcción de las bóvedas más grandes de la iglesia, las del transepto, con $10,50 \times 10,50$ m de luz, y aclara que para las otras bóvedas más pequeñas este esqueleto puede reducirse mucho, igual que las cimbras de los arcos. Demanet también destaca que mediante esta disposición de los ladri-

llos, se forma en cada paño de la plementería una bóveda autónoma que se apoya en el arco diagonal y el perpiaño (o el formero) y que confiere mayor solidez a la estructura que si estuvieran construidas a la manera tradicional, con las juntas paralelas a los ejes de la bóveda (Demanet 1864, 144-149).

Louis Cloquet (1849-1920) explica también el sistema «por diagonales» en su *Traité d'Architecture*, en el apartado de bóvedas de cañón sin cimbra y un

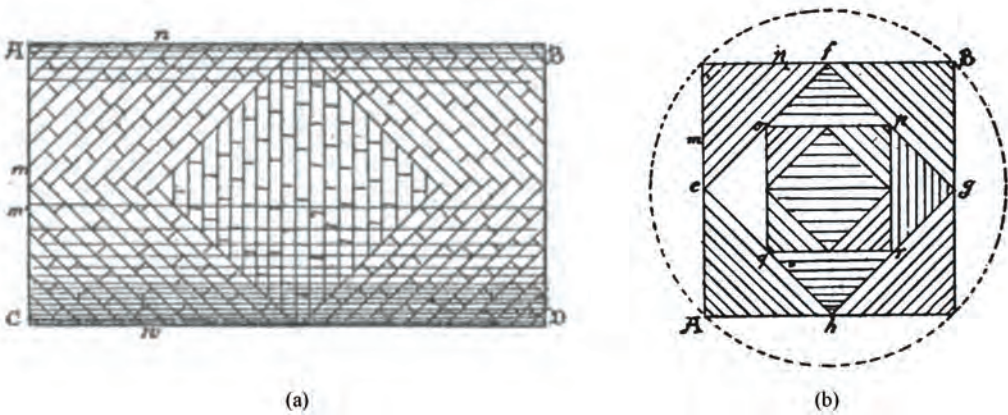


Figura 4
 Construcción sin cimbra según Cloquet (1898). (a) bóveda de cañón (fig. 898); (b) bóveda esférica sobre planta cuadrada (fig. 899)

poco más adelante en «Bóvedas esféricas sobre planta cuadrada» (figura 4). Las hiladas se van colocando en las direcciones diagonales, y especifica que la cimbra puede ser muy ligera o incluso eliminarse (Cloquet 1898, 369-370).

BÓVEDAS DE TUBOS HUECOS

La construcción de bóvedas con tubos huecos es una variante de la anterior, que utiliza tubos cerámicos en lugar de ladrillos macizos, usada desde la Antigüedad (Storz 1994, Lancaster 2015). Desde principios del siglo XIX se usan con cierta asiduidad, especialmente en forjados (como relleno de un entramado metálico). En los manuales se suelen incluir en el mismo apartado que los ladrillos huecos. En Francia, ya a principios de siglo, Rondelet (1814, 3:372) dice que esta solución ha sido adoptada con interés para la construcción de bóvedas ligeras y menciona una variedad en la forma y tamaño de los tubos (figura 5). En la *Pratique de l'art de construire* se cita la construcción de una bóveda de tubos huecos por Laroque en la iglesia de Bagnères-de-Luchon, con una luz de 14,50 m (Claudel y Laroque 1859, 448-449).

El uso de tubos huecos cerámicos se menciona para la construcción de bóvedas ligeras en los manuales belgas, aunque sin entrar en mucho detalle. Demanet (1861, 1: 93) y de Vos (1879, 13) los mencionan como una alternativa a los ladrillos huecos en la construcción de bóvedas ligeras.³ Pese a que tradicionalmente estas bóvedas han sido una variante de la construcción sin cimbra, no se menciona explícitamente.

A finales de siglo se utilizan también ladrillos huecos moldurados (figura 6) para la construcción de bóvedas góticas (Barré 1896, 588). Las plenterías entre los nervios se constrúan con ladrillos huecos muy delgados colocados de plano. Estos ladrillos serán utilizados también en el sistema Fabre, que se explica más adelante.

BÓVEDAS TABICADAS

Otro de los sistemas de construcción sin cimbra es la bóveda tabicada. Los ladrillos, que deben ser ligeros (rasillas) se colocan de plano y se toman con yeso. El rápido fraguado del mortero hace innecesaria la cimbra. El desarrollo particular de la bóveda tabicada ha sido muy estudiado en España, donde su primer empleo conocido se sitúa en Siyasa en el siglo XII (Almagro 2001) y se ha estado utilizando hasta el mismo siglo XXI por su economía y rapidez de construcción. Quizá el caso más llamativo es la figura de Guastavino, arquitecto valenciano que emigró a Estados Unidos, donde construyó (primero él y después su hijo) cientos de bóvedas tabicadas.

También en Italia la bóveda tabicada se ha utilizado en la arquitectura tradicional. Se conoce el uso de las bóvedas *en folio* desde el Renacimiento, que se encuentran presentes en distintas zonas del país (Frattaruolo 2000).

Lo que quizá no es tan conocido, es la transferencia de este tipo de bóvedas a Centroeuropa. Probablemente desde Cataluña, la bóveda tabicada pasó a Francia donde se utilizó con frecuencia desde el siglo

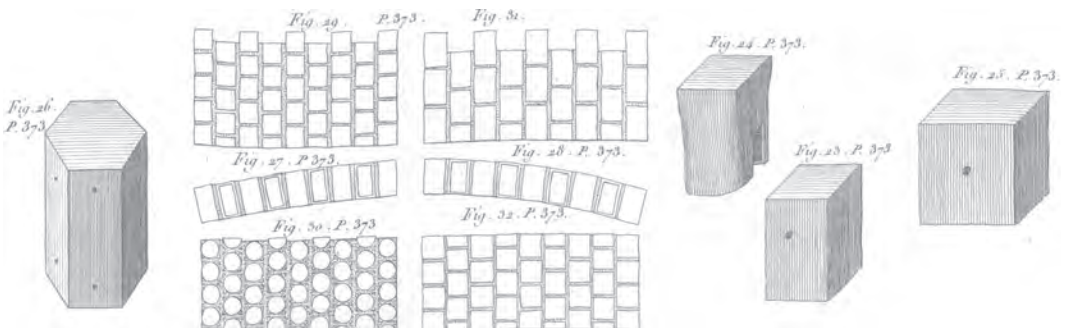


Figura 5
Tubos huecos usados en la construcción de bóvedas ligeras (Rondelet 1814, lam. 92)

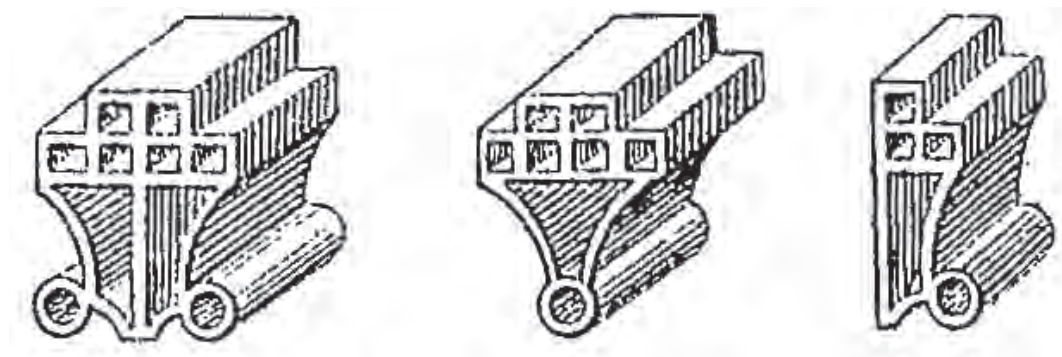


Figura 6

Ladrillos huecos Pothin para la construcción de bóvedas góticas; (a) arco perpiñao; (b) arco diagonal; (c) arco formero (Barré 1896, 588, figs. 496-498)

XV. En 1754, el conde d’Espí escribió un libro sobre bóvedas tabicadas que influirá de manera decisiva en el uso de la bóveda tabicada, dándola a conocer en toda Francia. En este libro se plantea por primera vez que las bóvedas tabicadas son «monolíticas» y por lo tanto, no empujan.⁴ Esta afirmación se repetirá en gran parte de la literatura posterior. La recogen algunos de los tratados de construcción más importantes (Blondel y Patte 1777; Rondelet 1802), que hablan extensamente sobre la bóveda tabicada. El sistema se utilizó hasta mediados del siglo XX, aunque a partir de mediados del siglo XIX se redujo su uso, especialmente en edificios importantes, por la aparición de los nuevos materiales (Abraham 1941:38). Ya en los años 1940, Pol Abraham hace una defensa entusiasta de la construcción tabicada. Ante la escasez de cemento, hierro y madera, defiende la construcción de forjados con bóvedas rebajadas en lugar de hormigón y compara los costes de los dos sistemas, llegando a la conclusión de que el de hormigón es sustancialmente más caro, además de requerir más tiempo para su construcción (Abraham 1941: 39).

La técnica tabicada llegó a Alemania de mano de la constructora de los hermanos Rank, entre 1945 y 1970, concededores de la técnica por sus viajes a España. El arquitecto de origen italiano Carl Sattler también tuvo conocimiento de la construcción tabicada a través de sus viajes a Italia y construyó varias bóvedas entre ellas las del Landeszentralbank en Munich (1948–1951) junto a uno de los hermanos Rank (Huerta 2017; Bühler 2017).

En Bélgica, Demanet (1847) y N. de Vos (1879) mencionan en sus respectivos *Cours de construction* la posibilidad de construir bóvedas colocando los ladrillos de plano. Demanet (1847, 1: 216) describe la construcción de bóvedas muy rebajadas, con una o dos hojas de ladrillos tomados con yeso o mortero hidráulico. También señala que el uso de ladrillos huecos es muy ventajoso para este tipo de bóvedas, y menciona que se ha usado mucho en los edificios públicos de París. Parece que salvo estas referencias, no era una construcción habitual en Bélgica, hasta alrededor de 1900, donde probablemente las introduce Charles Daussin, de la mano de A. Fabre. Daussin fundó una constructora especializada en la construcción de este tipo de bóvedas, con mucha actividad en edificios de gran importancia entre 1900 y 1940, aproximadamente, y que construyó bóvedas en Bélgica, Francia y Alemania.

CONSTRUCTORES DE BÓVEDAS Y PATENTES: FABRE Y DAUSSIN

La compañía francesa de A. Fabre, fundada en 1896 y que luego continuarían sus hijos, construye numerosas bóvedas con el sistema de *voûtes légères en briques creuses*, más de 1500 iglesias y capillas, según su propia publicidad (figura 7). Cunha (1900) explica este sistema como algo novedoso y que se adapta muy bien a la construcción contemporánea:

VOUTES SPECIALES
LEGERES ET ECONOMIQUES
EN BRIQUES CREUSES

Entreprise Générale d'Eglises - Salles de Fêtes, Chapelles, etc. - Enduits (imitation pierre), Sculptures - Décoration - Restaurations

SYSTEMES BREVETES
 Plus de 1.500 Eglises ou Chapelles exécutées



Chapelle américaine, Paris. Greenorgh, architecte

Auguste FABRE et Fils
 CONSTRUCTEURS

44, Boulevard de Port Royal, PARIS
 Téléphone : GOBELINS 25-92
 MAISON FONDÉE EN 1896

Exposition 1900 — Arts Décoratifs 1925
 Pavillon des Missions Catholiques
 à l'Exposition Coloniale Internationale 1931
 MEDAILLE D'OR

QUELQUES REFERENCES :

ALGERIE. — Eglise Ain-Temouchent.
 Eglise d'Enghien (Seine-et-Oise) M. PRABELLE, arch.
 Eglise d'Adamville M. COURCOUX, arch.
 Eglise de Bagnolet M. TRANOY, arch.
 Eglise Notre-Dame, à Armentières M. CHARLES, arch.
 Eglise Saint-Martin, à Perpignan M. CHEPTEL, arch.
 Institut d'Avranches et Eglise de Percy

Catalogue, études et devis gratuits sur demande
 Pour l'Afrique du Nord, adresser la correspondance à
 M. FABRE, 12, Rue Berthezène, ALGER

Figura 7
 Anuncio publicitario de la empresa de Auguste Fabre (Algerie Catholique 1936, 7:2)

Las nuevas bóvedas que vamos a describir tienen todas las cualidades requeridas por las necesidades del siglo en que vivimos; se ejecutan muy rápidamente, son económicas y seguramente tienen la fuerza suficiente para sobrevivir a los monumentos construidos con piedra blanda y poco duradera actualmente en uso. (Cunha 1900, 71).⁵

Destaca las cúpulas construidas por Fabre en el Petit Palais, para la Exposición Universal de 1900. Las cúpulas tienen varias hiladas de ladrillo colocados de plano hasta conseguir un espesor de entre 12 y 15 cm, teniendo la cúpula principal 24 m de luz. La empresa de Fabre construirá mucho en Francia, y alrededor de 1930 tienen también una sede en Argelia. Este sistema fue patentado en Bélgica en 1905 (Ministère de l'Industrie 1905). Fabre publicita sus bóvedas como bóvedas sin empujes, lo que será criticado por Pol Abraham: «La compañía Fabre, bajo el falaz nombre de bóvedas sin empuje, ha ejecutado miles de bóvedas de iglesias en ladrillos de sólo 4 cm de espesor.» (Abraham 1941: 40).⁶

En 1935, probablemente un hijo de A. Fabre, Louis Fabre, patenta otro sistema: *systeme de voûtes porteuses de toitures* (bóvedas que soportan un tejado), donde explica que la patente se aplica a las «bóvedas ligeras conocidas después de muchos años como «bóvedas sistema Fabre»». ⁷ Según el texto explicativo, estas bóvedas se construyen con ladrillos huecos de 4 a 5 cm de espesor y tienen gran ligereza y resistencia. Normalmente, cuando las bóvedas son grandes se refuerzan con arcos de los mismos ladrillos pero colocados de canto, y distanciados 2 ó 3 m, y que trabados con la fábrica de la bóveda, sobresalen 20 ó 30 cm por el trasdós. El objetivo de la patente de Louis Fabre es poder utilizar estas bóvedas para apoyar el tejado. Así, el sistema consiste en construir dos arcos de ladrillo distanciados de 20 a 30 cm, y usarlos de encofrado para un arco de hormigón armado, que descenderá hasta el arranque de la bóveda. Los dos arcos de ladrillo se unen mediante otros ladrillos colocados verticalmente en el interior (6' en figura 8), y una fila de rasillas horizontales en la parte superior (7 en figura 8). Este sistema se repetirá cada 4 m, aproximadamente. Sobre estos muros se apoyan las vigas que forman la estructura del tejado (8 en figura 8). Los muretes de ladrillo se prolongan verticalmente para apoyar las correas del tejado. En la parte superior se construirá una viga de hormigón armado utilizando dos muretes de ladrillo y la propia bóveda como encofrado y que une todos los arcos de hormigón (10 en figura 8). Finalmente se abrirán huecos en los muros de ladrillo para permitir el paso bajo el tejado. Louis Fabre especifica que este sistema se puede usar para cualquier forma de bóveda: de medio punto, ogival, parabólica, etc. (Fabre 1936).

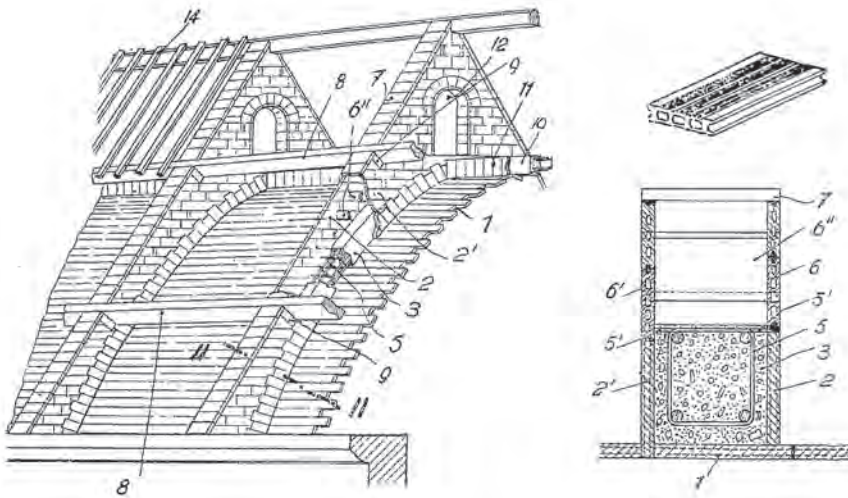


Figura 8
Dibujos explicativos de la patente de Louis Fabre (1936)

En Bélgica, Charles Daussin utiliza la patente de A. Fabre a principios del siglo XX, según su propia publicidad (figura 9). En 1908 patenta en Francia un sistema de construcción de bóvedas con ladrillos huecos delgados, colocados de plano y con una ranura en los bordes, similar al de Fabre, creando una cavidad para el mortero. Este sistema dispone de unos ladrillos especiales para las aristas, a modo de nervios que sólo sobresalen por el trasdós, con una o múltiples ranuras en función del ángulo en que acometa la plementería (figuras 10 y 11). Daussin hace hincapié en la ligereza de las bóvedas construidas con este sistema, que no pesan más de 45-50 kg/m². En la parte superior se cubren con una capa de mortero. Para mejorar la adherencia con esta última capa de mortero los ladrillos pueden tener en su cara superior una serie de entrantes y salientes. También se puede mejorar la adherencia mediante una malla metálica (Daussin 1908). En la patente no se menciona que las bóvedas se construyan sin cimbra, y habla de la posibilidad de utilizar mortero de «...yeso, cemento u otra composición» (Daussin 1908, 1). Charles Daussin fue premiado con la medalla de oro de la Exposición Universal de Rouboix en 1911, en la categoría de *génie civil, matériaux, construction, travaux publics*, classe 25, hors concurs, Membres du Jury (Sayet 1911, 2:245).⁸

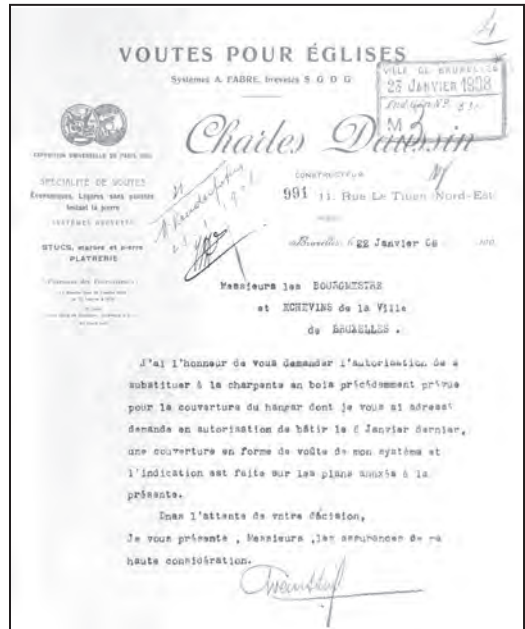


Figura 9
Hoja corporativa de la empresa de Charles Daussin (1908), en la que solicita licencia para construir una bóveda en el hangar. Véase la referencia a la patente de Fabre en el encabezado (AVB/TP991)

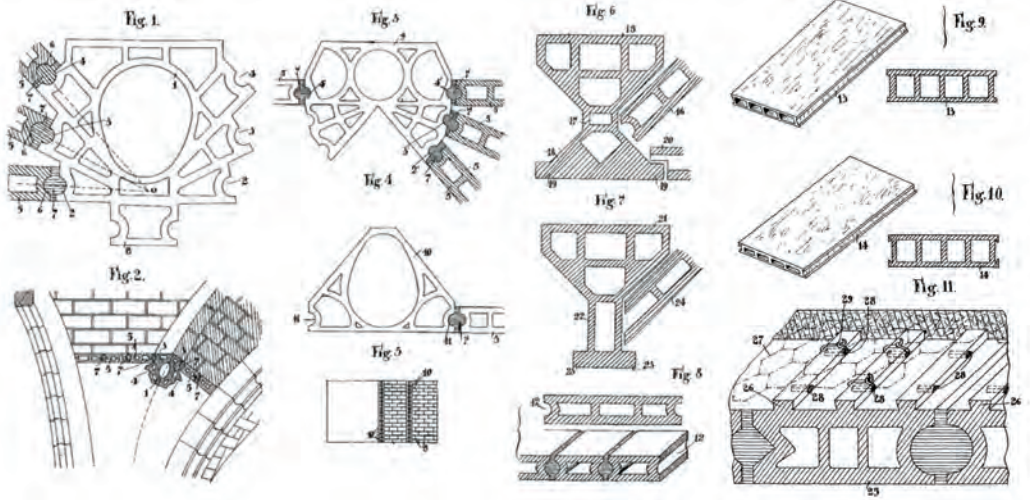


Figura 10 Sistema patentado por Charles Daussin (Daussin 1908)

Paul Combaz (1845-1920), comandante y profesor en la *École Militaire de Bruxelles*, explica este sistema en *La Construction* y lo denomina con los dos nombres, Fabre y Daussin (Combaz 1905). Combaz afirma que las bóvedas de fábrica apenas se utilizan en los edificios modernos, pero sin embargo «se ha de admitir que la bóveda construida con piezas pequeñas bien unidas conserva siempre un aspecto monumental y un sello de grandeza que no le será arrebatado por todos los nuevos métodos de construcción destinados a reemplazarlas» (Combaz 1905: 262).⁹ Combaz escribe sobre la importancia del ahorro de cimbras, comenzado en la Edad Media con la invención de la bóveda sobre nervios. En la actualidad, dice Combaz, la búsqueda de la economía en la construcción ha llevado a buscar nuevos métodos de ejecución para prescindir de cimbras costosas, y suprimir el empuje de las bóvedas, reduciendo así también el material de contrarresto. Según Combaz, Fabre y Daussin utilizan unas bóvedas que, además de resistentes, pueden construirse de forma rápida y económica. Hace referencia también al uso de un estuco para imitar las juntas de piedra, así como a ladrillos especiales moldurados. Da algunos datos técnicos como la resistencia, entre 2000 y 3500 kg/m² dependiendo del tamaño y la disposición de la bóveda, o el peso, entre 45 y 85 kg/m².

Asegura que se han construido bóvedas de este tipo en Bélgica y Alemania, citando entre otros ejemplos el Palais de Laeken, con 6000 m² de bóvedas, y

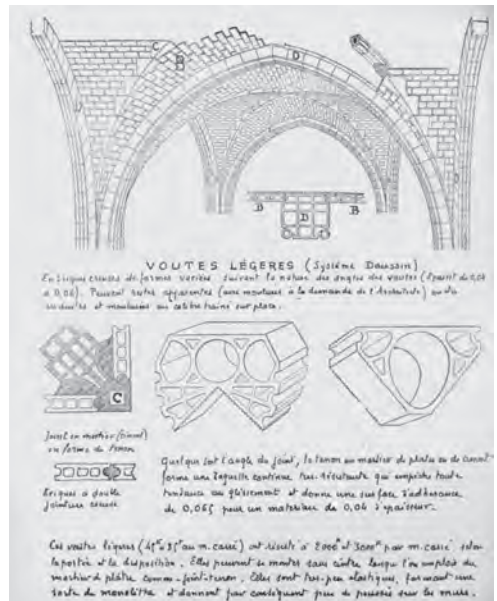


Figura 11 Explicación del sistema Daussin en Arnaud (1925)

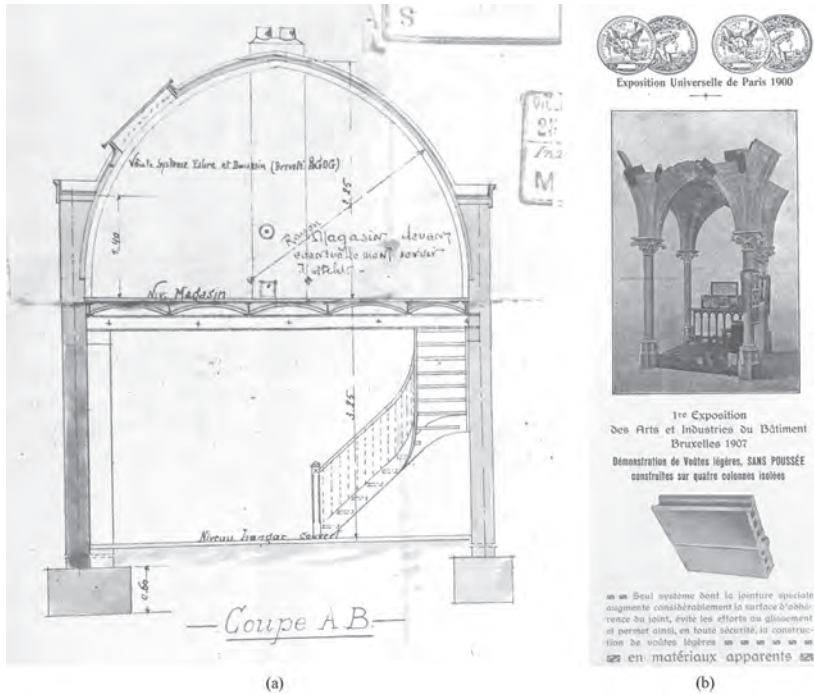


Figura 12

(a) Sección del hangar en Rue de l'Étendard 11, Bruselas; (b) Detalle de una de las hojas corporativas de la empresa de Charles Daussin en 1908. Nótese que se señalaba en mayúsculas *sans poussée* (AVB/TP991)

en el que la *salle du manège* con 17 m de luz, está cubierta con una bóveda de cañón de 6 cm de espesor (Combaz 1905: 262-264). El hecho de que Daussin construyera para el rey da idea de la importancia de su constructora.

En 1925, Arnaud vuelve a recoger este sistema en su *Cours d'architecture et de constructions civiles* y habla de su uso únicamente en el caso de bóvedas que sólo soportan su propio peso. Menciona como ejemplo el Petit Palais, pero no a Fabre, denominando el sistema *système Daussin* (como podemos ver los dos nombres se mezclan a menudo). Especifica que pueden construirse sin cimbra cuando se utiliza un mortero de yeso de fraguado rápido.

La compañía de construcción de bóvedas ligeras fundada por Daussin construyó desde finales del siglo XIX numerosas bóvedas. Posiblemente uno de los primeros usos lo hace en su propia oficina, en la Rue de l'Entandard 11 en Bruselas. El edificio lo proyecta el arquitecto Édouard Ramaekers, y en la

parte trasera construye un hangar. En un primer proyecto el hangar se iba a cubrir con una estructura de madera, pero el 22 de enero de 1908 pide una autorización para sustituir la armadura de madera prevista por «une couverture en forme de voûte de mon système» (figura 9). En los planos conservados se ve la sección del hangar con una bóveda de unos 5 cm de espesor (figura 12a). En el mismo plano se especifica *Voûte Système Fabre et Daussin (Brevet AGDG)*.

La evolución de la empresa se ha podido seguir por la publicidad que aparece en las revistas de la época y las hojas corporativas encontradas en el Archivo de la Ville de Bruxelles. La empresa participó en la *Ire Exposition des Arts et Industries du Bâtiment Bruxelles* en 1907, donde realizó una demostración con la construcción de una bóveda sobre cuatro columnas. Se pretendía demostrar la ligereza, y de nuevo la «ausencia» de empuje de estas bóvedas (figura 12b).



Figura 13 Anuncio de la empresa J. Tignol & A. Joly en 1934 (Bâti 1934, nº 14)



Figura 14 Église de l'Annonciation en Ixelles (Foto: R. Wibaut)

Según la documentación encontrada, en algún momento la empresa de Daussin pasó a ser Daussin y Tignol y más adelante J. Tignol y A. Joly. En los años 30 se anunciaban con una larga lista de iglesias construidas por ellos, tanto en Bélgica, como en Francia (figura 13).

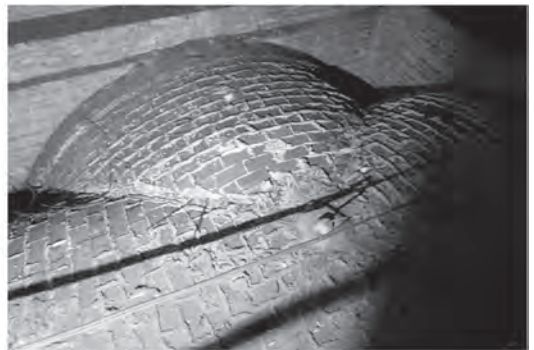
Entre estas numerosas iglesias están las iglesias de l'Annonciation en Ixelles, del arquitecto Camille Damman, construida entre 1932 y 1934, la del Divine Savoir, en Schaerbeek o la de St. Alix en Woluwé-Saint-Pierre, construidas en 1935 por el arquitecto Léonard Homez (Deletang 1939). Estas iglesias merecieron artículos en las revistas de la época, en las que apenas se veían ya bóvedas. En el primer caso se especifica que las bóvedas están construidas con ladrillo hueco, de 4,5 cm de espesor, sin encofrado y tomados con yeso, indispensable para la construcción de bóvedas tabicadas por la rapidez de fraguado (Ossature Metallique 1935; W. P. 1936). La ausencia de la capa final de mortero por el trasdós permite apreciar claramente la disposición de los ladrillos (figura 15).¹⁰

Desde sus comienzos la empresa también participó en la construcción de edificios civiles de gran importancia, como el Palais de Laeken, mencionado con anterioridad, el palacio y la arquería del Cinquantenaire o el Museo del Congo (actualmente Museo Real de África Central), en Bruselas.

De momento se ha encontrado referencia a una treintena de edificios construidos por esta empresa en Bélgica, y alrededor de 20 en Francia, aunque no todos estos edificios se han podido localizar con exac-



(a)



(b)

Figura 15 Église de l'Annonciation en Ixelles; (a) Trasdós de la bóveda de la nave central; (b) Trasdós de la nave lateral (Fotos: R. Wibaut)

titud. En los textos de la época estas bóvedas se mencionan con diferentes nombres: sistema Fabre, sistema Daussin, sistema Tignol y Joly o sistema Sussenaire,¹¹ y en todos los casos se habla de ellas como un sistema ampliamente conocido.

NOTAS

1. La presente comunicación expone los primeros resultados de una investigación en curso, comenzada en la Brandenburg University of Technology, Cottbus-Senftenberg, Graduiertenkolleg 1913, y continuada en la Vrije Universiteit Brussel. Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizon 2020 según el programa Marie Skłodowska-Curie (Project ID: 833030).
2. «Bien que l'emploi de cintres soit la règle pour la exécution des voûtes grandes et petites, cette règle supporte pourtant des exceptions. C'est ainsi qu'on a exécuté certaines voûtes même assez importantes sans cintres, en se servant de ciments très-énergiques qui, faisant prise presque instantanément, liaient les matériaux les uns aux autres assez solidement pour qu'on pût construire en porte-à-faux chacune des deux demi-voûtes, en se servant seulement de gabarits en planches pour régler leur face de douelle; mais ce ne sont là que de rares exceptions et en quelque sorte de tours de force».
3. En la primera edición del *Cours de Construction*, Demanet (1847) menciona los tubos huecos, pero no habla explícitamente de bóvedas, sólo de obras ligeras. En la edición de 1861 en cambio, añade que los tubos huecos sirven principalmente para la construcción de forjados y bóvedas ligeras (Demanet 1861, 1: 93).
4. Sobre el comportamiento estructural de las bóvedas tabicadas, que en realidad sí empujan, aunque menos por ser más ligeras, véase Huerta 2005.
5. «Les nouvelles voûtes que nous allons décrire ont toutes les qualités requises par les nécessités du siècle où nous vivons; elles s'établissent très rapidement, elles sont économiques et elles ont sûrement assez de solidité pour survivre aux monuments en pierres tendres et peu durables actuellement en usage».
6. «La maison Fabre, sous le nom fallacieux de voûtes sans poussées, a exécuté des milliers de voûtes d'églises en briques de quatre centimètres d'épaisseur seulement».
7. «L'invention concerne les voûtes légères connues depuis de nombreuses années sous le nom de «voûtes système Fabre»».
8. Agradecemos la información facilitada por el Servicio de documentación de la *Bureau International des Ex-*

positions que además nos hicieron llegar el informe de la exposición (Sayet 1912).

9. «(...) on doit convenir cependant que la voûte en petits matériaux bien rejointoyée conserve toujours un aspect monumental et un cachet de grandeur que ne lui enlèveront pas tous les procédés nouveaux de construction destinés à la remplacer».
10. Romain Wibaut ha compartido generosamente con nosotros la información recopilada sobre estas y otras iglesias en Bélgica dentro del proyecto de investigación «Hidden Innovation. Building church roofs in Belgium (1830s-1930s): construction technologies, architectural-historical contextualization, and present heritage challenges in international perspective» financiado por Fonds Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen (FWO).
11. La empresa Sussenaire, Courty & Morcel se publicita en las revistas de la época como constructora de bóvedas ligeras de ladrillo hueco, con un sistema que podemos suponer similar al de Fabre y Daussin. En el *Bulletin des Commissions Royales d'Art & Archéologie* (1934) se recoge una noticia sobre un problema surgido durante la construcción de las bóvedas de la iglesia nueva de Bas-Oha. Al parecer las bóvedas estaban previstas según el «sistema de ladrillos huecos Daussin, Sussenaire o similar».

LISTA DE REFERENCIAS

- Abraham, P. 1941. Les aires planes portantes en maçonnerie. *L'Architecture Française* 2 (13): 37-43.
- Abraham, P. 1942. Chantier d'application de la maçonnerie d'Andressy. Internat pour 150 élèves. *L'Architecture Française* 2 (15): 25-34.
- Abraham, P. 1945. *L'évolution des procédés traditionnels de construction dans la maçonnerie de bâtiment*. París: Institut technique du bâtiment et des travaux publics.
- Almagro, A. 2001. Un aspecto constructivo de las bóvedas en Al-Andalus. *Al-Qantara. Revista de estudios árabes* (CSIC) 22: 147-170.
- Algérie Catholique. 1936. *L'Algérie Catholique. Revue mensuelle illustrée*, 7.
- Archives de la Ville de Bruxelles, travaux publics (AVB/TP).
- Arnaud, E. 1925. *Cours d'architecture et de constructions civiles. Technique du bâtiment*. Vol. 2. París: Imprimerie des Arts et Manufactures.
- Barré, L.A. 1896. *Memento de l'architecte et de l'entrepreneur. Théorie pratique et législation du bâtiment*. París: Imprimerie E. Bernard et Cie.
- Besenal, Roland. 1984. *Technologie de la voûte dans l'orient ancien*. París: Editions Recherche sur les Civilisations.

- Blondel, J. F. y P. Patte. 1771-77. *Cours d'Architecture*. París: Veuve Desaint.
- Bühler, Dirk. 2017. La constructora «Hermanos Rank» y la introducción de las bóvedas tabicadas en Munich a partir de 1947. En *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la construcción*, vol. 1, editado por S. Huerta, P. Fuentes and I. J. Gil Crespo, 215-224. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Bulletin des Commissions Royales d'Art & d'Archéologie. 1934. Église nouvelle à Bas-Oha. *Bulletin des Commissions Royales d'Art & d'Archéologie*, 354-355.
- Choisy, Auguste. [1883] 1997. *El arte de construir en Bizancio*. Madrid: Instituto Juan de Herrera/CEHOPU.
- Claudiel, L. y J. Laroque. 1859. *Pratique de l'art de construire. Maçonnerie. Terrasse et plâtrerie*. 2ª ed. París: Dalmont et Dunod.
- Combaz, Paul. 1905. *La construction. Principes et applications*. Vol. 3. Bruselas: J. G. Pieper; Lieja: Charles Desoer; París: H. Dunod & E. Pinat.
- Cunha, A. 1900. Les voûtes sans cintres. En *Les travaux de l'exposition de 1900*, 70-74. París: Masson.
- Daussin, C. 1908. Briques spéciales pour la construction de voûtes légères et système de voûtes. Patente n° 395858, Francia. Solicitada 31 octubre 1908, expedida 8 enero 1909, publicada 20 marzo 1909, <https://worldwide.espacenet.com/> (acceso 1 marzo 2019).
- Deletang, Maurice. 1939. Églises nouvelles Sainte-Thérèse de l'enfant Jésus, à Dilbeek. Sainte Alix, à Jolibois (Woluwé Saint-Pierre). Architect: Léonard Homez. *Bâtir*, 84: 469-471.
- Demaneat, A. 1847. *Cours de Construction Professé à l'École Militaire de Bruxelles (1843-1847)*. Bruselas: Société Typographique Belge.
- Demaneat, A. 1861. *Cours de Construction Professé à l'École Militaire de Bruxelles (1843-1847)*. Vol. 1. 2ª ed. París: Librairie Scientifique, Industrielle et Agricole.
- Demaneat, A. 1864. *Guide pratique du constructeur. Maçonnerie*. París: Librairie Scientifique, industrielle et agricole.
- Enthoven, R. E. 1946. Building Vaults without Centering. *The Architect's Journal*, 103: 284.
- Fabre, Louis. 1936. Système de voûtes porteuses de toitures. Patente n° 796253, Francia. Solicitada 12 octubre 1935, expedida 17 enero 1936, publicada 3 abril 1936. Online: <https://worldwide.espacenet.com/> (acceso 1 marzo 2019).
- Frattaruolo, M. R. 2000. Las bóvedas *in folio*: tradición y continuidad. En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por A. Graciani et al., 327-334. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.
- Huerta, Santiago. 2005. Mecánica de las bóvedas tabicadas, *Arquitectura COAM*, 339: 102-111.
- Huerta, Santiago. 2017. Las bóvedas tabicadas en Alemania: la larga migración de una técnica constructiva. En *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la construcción*, vol. 2, editado por S. Huerta, P. Fuentes and I. J. Gil Crespo, 759-772. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Lancaster, L. 2015. *Innovative vaulting in the architecture of the Roman Empire, 1st to 4th Centuries*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lassaulx, J. C. 1829. Beschreibung des Verfahrens bei anfertigung leichter Gewölbe über Kirchhem und ähnlichen Räumen. *Journal für die Baukunst* 1:71-83.
- Ministère de l'Industrie et du Travail. 1905. *Recueil des brevets d'invention*. Bruselas: Imprimerie A. Lesigne.
- Ossature Metallique 1935. *L'Ossature métallique. Revue mensuelle des applications de l'acier*, 5º año, nº 1.
- Redondo Martínez, Esther. 2013. *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: la transformación de un sistema constructivo*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- Rondelet, J. 1802-10. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. París: Chez l'auteur.
- Sayet, Gilbert. 1912. *Exposition internationale du nord de la France, Roubaix 1911. Rapport Général*. Vol. 2. Roubaix: Imprimerie du Journal de Roubaix.
- Storz, S. 1994. *Tönhöhlen im antiken Gewölbebau*. Mainz: Verlag Philipp von Zabern.
- Vos, N. de. 1879. *Cours de construction donné de 1864 à 1874*. Bruselas: Librairie Polytechnique de Decq. & Duhent.
- Wendland, David. 2003. A case of Recovery of a Medieval Vaulting Technique in the 19th Century: Lassaulx's Vaults in the Church of Treis. En *Traditional and Innovative Structures in Architecture*, editado por W. Jäger, A. Lippert, L. Rietzschel y D. Wendland. Dresde: TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung.
- Wendland, David. 2007. Traditional Vault Construction Without Formwork: Masonry Pattern and Vault Shape in the Historical Technical Literature and in Experimental Studies. *International Journal of Architectural Heritage* 1 (4):311-365.
- W.P. 1936. L'église Notre-Dame de l'Annonciation à Ixelles. *Bâtir. Revue mensuelle illustrée d'architecture, d'art et de décoration*, 40:594-595.