

LAS BÓVEDAS DE LOS GUASTAVINO

THE GUASTAVINO VAULTS

ANTONIO DE LAS CASAS GÓMEZ. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX

RESUMEN: Las bóvedas tabicadas construidas por el arquitecto valenciano Rafael Guastavino y su hijo en los Estados Unidos, constituyen un destacadísimo capítulo en la historia de la arquitectura y un ejemplo de como puede revitalizarse un sistema constructivo tradicional y trasladarlo a un contexto absolutamente distinto. A través de la compañía que funda a los pocos años de su llegada a New York y apoyándose en una serie de patentes que desarrolla, construye más de 1000 obras en todo el país entre las que se encuentran buena parte de los edificios más representativos de Manhattan y la costa Este.

PALABRAS CLAVE: GUASTAVINO, BOVEDAS TABICADAS, CERÁMICA, NEW YORK

ABSTRACT: The tiled vaults built in the United States by the Valencian architect Rafael Guastavino and his son serve as an outstanding chapter in the history of architecture and a perfect example of how a traditional building system may be revitalised and set in a completely different context. Gustavino's company, which was established shortly after his arrival in New York, built over 1000 works throughout the country under a specifically patented system. These works being found in some of the most representative buildings in Manhattan and the East Coast.

KEYWORDS: GUASTAVINO, LIGHTWEIGHT VAULTS, TILES, NEW YORK

Rafael Guastavino Moreno y su hijo Rafael Guastavino Expósito, son, sin lugar a dudas, los mayores constructores de bóvedas tabicadas de la historia, desarrollando su actividad fundamentalmente en los Estados Unidos.

Rafael Guastavino Moreno nace en Valencia en 1842 en el seno de una familia de origen italiano y allí pasa sus primeros años, hasta que se traslada a realizar sus estudios en la Escuela de Maestros de Obras de Barcelona, donde obtiene finalmente el título en la recientemente abierta Escuela de Arquitectura en el año 1872.

En ella entra, de la mano de sus profesores Elías Rogent y Juan Torras, en contacto con las bóvedas tabicadas, sistema constructivo tradicional que había pervivido especialmente en Extremadura y Cataluña y que va a tener en esta última, en la segunda mitad del siglo XIX y primeras décadas del XX, un extraordinario desarrollo que ha llevado a que con frecuencia reciba el nombre de bóveda catalana.

Inicia su práctica profesional construyendo algunas obras en Barcelona entre las que destaca la fábrica Batlló, donde utiliza las bóvedas tabicadas sobre vigas de madera y soportes y tirantes metálicos, apuntando una fusión entre elementos tradicionales y modernos que va a

ser una característica de la arquitectura catalana de la época y de toda la obra del autor. En 1881 marcha a los Estados Unidos a pesar de gozar ya en su tierra de un sólido prestigio, buscando un lugar donde poder desarrollar toda su creatividad, marchando con él también su hijo.

Tras unos pocos años de práctica profesional y viendo que su trabajo como arquitecto debía enfrentarse a importantes dificultades, se convierte en constructor centrando su actividad en la construcción de bóvedas. Construye algunas de menor importancia en estos primeros años, pero la gran oportunidad le llega en el año 1889 cuando construye su primera gran obra, la Biblioteca Pública de Boston, con los arquitectos Mc Kim, Mead and White, que le proporciona gran fama y le permite fundar una empresa, la Guastavino Fireproof Construcción Company que dirige primero él mismo y a su muerte su hijo Rafael Guastavino Expósito hasta pocos años antes de su desaparición. Esta empresa construye, a lo largo de 70 años de actividad, bóvedas en más de 1.000 edificios. Entre ellos se cuentan unas 200 iglesias, capillas universitarias y catedrales, muchas de ellas en estilo gótico. El mayor ritmo de construcción se produce entre 1900 y 1930, años en los que lleva a cabo entre 30 y 60 edifi-

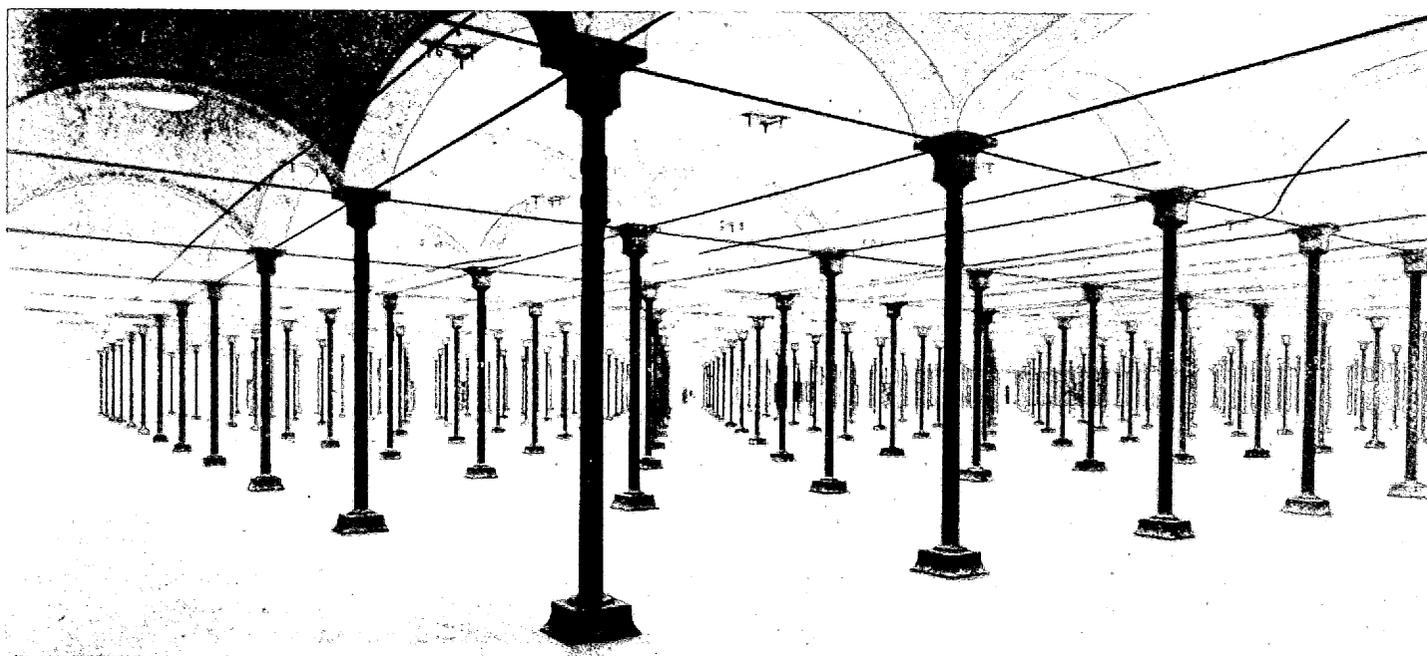


Foto 1.
Fábrica Batlló.

cios por año. Tiene obras en 41 estados norteamericanos y otros 10 países alguno tan lejano como la India. No obstante la mayor parte de la actividad de la Compañía se desarrolla en los estados de Este, el área metropolitana de Nueva York va a la cabeza con 360 obras, 240 de las cuales en Manhattan, 100 en Boston, 30 en Pittsburg y 20 en Filadelfia.

Pero si impresionante es este frío dato numérico, mucho más lo es la calidad de las obras en las que participa, que se encuentran entre los edificios más importantes de Nueva York. La Estación Central y la de Pennsylvania, las catedrales de San Patricio y de Saint John the Divine, el Ayuntamiento, el edificio de la Reserva Federal, la Universidad de Columbia, el Hospital Mont Sinai, la estación

City Hall del metro, los accesos a los puentes de Queensborough y Williansburg y una lista interminable de edificios importantes cuentan con bóvedas de Guastavino.

En una lista de los diez edificios más bellos de los Estados Unidos elaborada mediante una encuesta entre arquitectos, en todos menos dos de los construidos durante la época de actividad de la empresa de Guastavino, se encontraban bóvedas construidas por él. En otra lista de edificios de Nueva York elaborada en 1967 por el Instituto Norteamericano de Arquitectos con motivo de su aniversario se encontraban

bóvedas de Guastavino en la mitad de los construidos durante los años de actividad de la compañía.

El espíritu empresarial de Guastavino se despliega de forma espectacular en un terreno abonado para ello como son los Estados Unidos de finales del siglo XIX, apoyado en una eficaz política publicitaria que permite conocer de forma bastante completa los principales logros de la compañía. Esta publicidad dirigida a ambientes especializados no descuidaba ningún aspecto importante del procedimiento constructivo.

La resistencia de estas bóvedas contra el fuego, característica que ya había sido señalada por el estudioso francés Conde d'Espie en el siglo XVIII, tuvo una gran importancia en el desarrollo de la compañía y de ella tomó su primer nombre, por los devastadores incendios que se habían producido en importantes ciudades americanas recientemente, en particular el incendio de Chicago, y más adelante los de Baltimore o San Francisco.

Una de las primeras tareas que debe emprender Guastavino a su llegada a los Estados Unidos, fue convencer, a las personas interesadas y estudiosos, de la bondad del sistema, demostrando por un lado su resistencia mediante ensayos y por otro dándole un soporte teórico a los sistemas de cálculo. Para alcanzar el primer objetivo recurre fundamentalmente a la realización de espectaculares pruebas de carga y ensayos al fuego que mostraban claramente el buen comportamiento de estas bóvedas en ambos casos.

Para difundir los métodos de cálculo utilizados, que fundamentalmente eran gráficos, presenta artículos en revistas especializadas que posteriormente recoge en su li-

En una lista de los diez edificios más bellos de los Estados Unidos, elaborada mediante una encuesta entre arquitectos, en todos menos dos de los construidos durante la época de actividad de la empresa de Guastavino, se encontraban bóvedas construidas por él

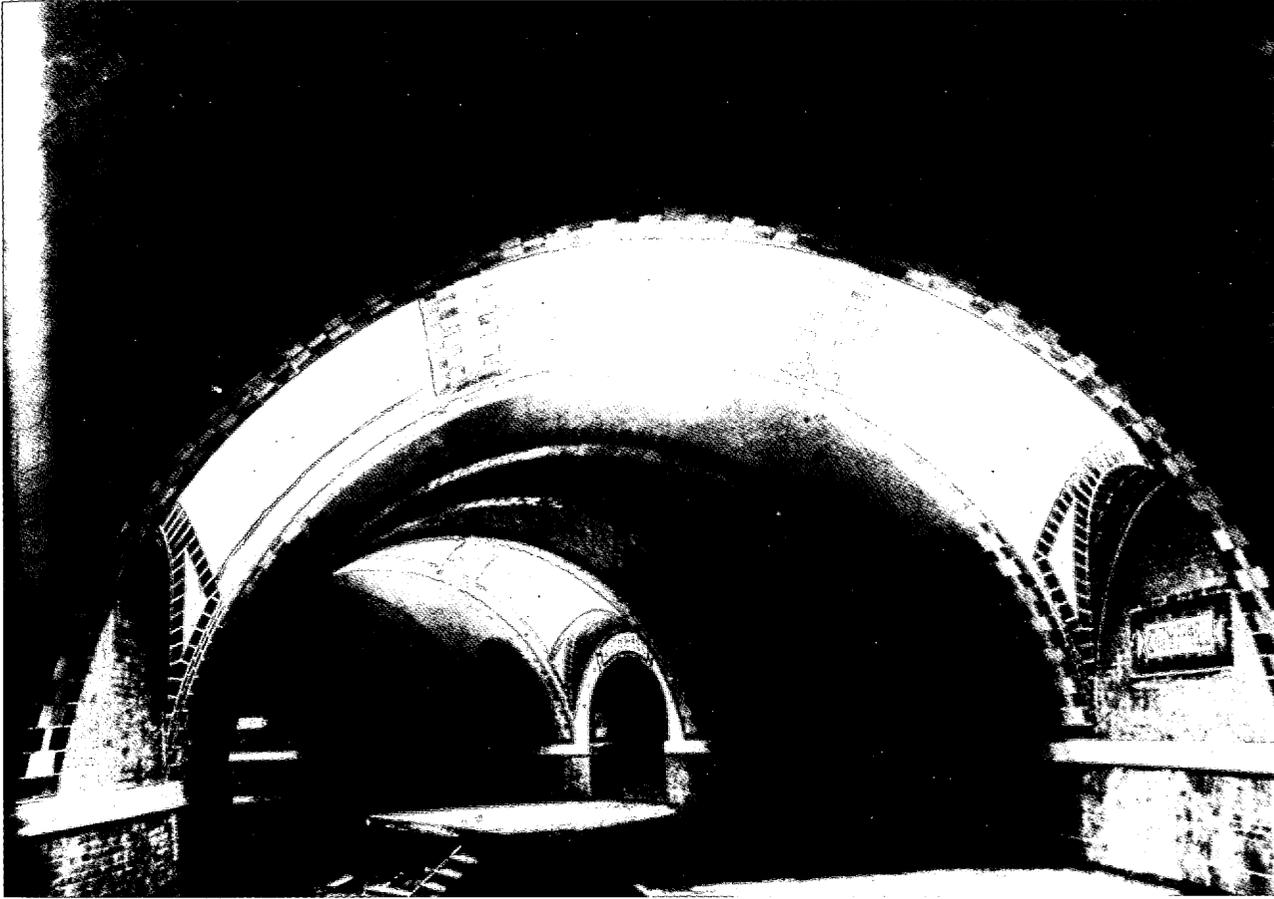


Foto 2.
Estación City
Hall del Metro
de Nueva
York.

bro publicado en 1892 *Essay on the Theory and History of Cohesive Construction, applied especially to the timber vault*, donde hace una viva defensa de este tipo de bóvedas. Recurriendo a la historia de la arquitectura, habla de dos tipos fundamentales de construcciones: la de gravedad y la cohesiva. Incluye las bóvedas tabicadas en esta última categoría y subraya sus propiedades frente a las construcciones de hormigón - sistema en el que él mismo había tenido alguna mala experiencia en los inicios de su vida profesional seguramente debida a la mala calidad de los cementos -. También señala sus ventajas frente a las construcciones de gravedad y en particular frente a las bóvedas adoveladas.

La compañía desarrolló a lo largo de su vida una activa política de patentes que le permitió detentar prácticamente un monopolio de este tipo de construcciones, aspecto este que mereció el rechazo de sus compatriotas que consideraban ilegítimo el patentar un sistema tradicional. Extendidas a muy diversos temas que fueron desde materiales cerámicos y morteros, hasta un edificio completo, dando mucha importancia a los sistemas constructivos, a los aparejos, a los colores y a la acústica.

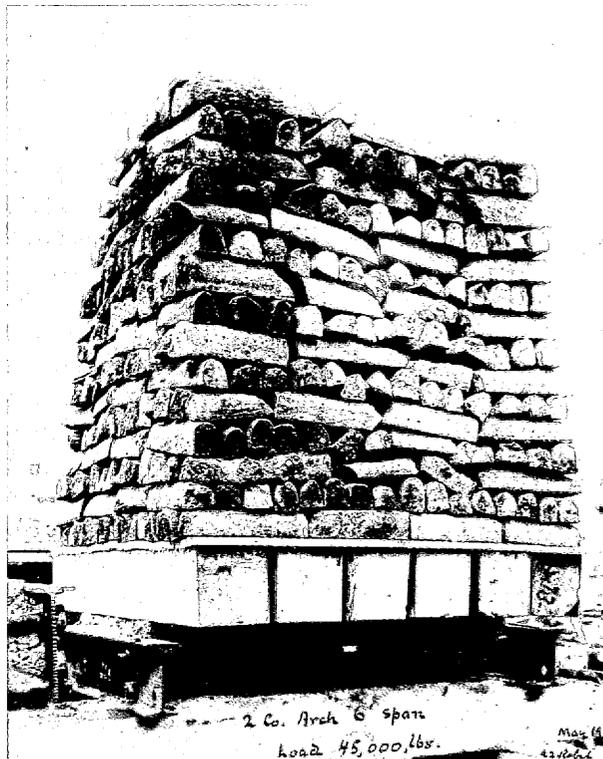


Foto 3. Prueba
de carga de
una bóveda
tabicada.

Foto 4.
Ferncliff,
Astor Estate.
Rhinebeck,
Nueva York,
1904.



En este último terreno Guastavino hijo colaboró con Wallace C. Sabine, profesor de la universidad de Harvard y más tarde de Columbia e iniciador de la acústica arquitectónica moderna, creando materiales absorbentes como el "ladrillo Rumford" y posteriormente el "Akoustolith". Ellos permitían la construcción de espacios abovedados con buenas condiciones acústicas sin recurrir a añadir materiales absorbentes "falsos" como cortinas o similares, como ocurría frecuentemente. Esta fue una de las grandes aportaciones de la compañía que además aseguró su permanencia por varias décadas.

Guastavino tuvo que enfrentarse desde el primer momento a un escaso desarrollo y mala calidad de los

materiales cerámicos y por ello investigó y patentó diversos tipos de piezas cerámicas que le permitieran construir sus bóvedas. Reproduciendo unas características geométricas parecidas a las utilizadas en Cataluña, fabrica piezas gresificadas, es decir cocidas a temperaturas más elevadas de las habituales en España, que han proporcionado una magnífica conservación a sus obras, incluso en situaciones difíciles, como pueden ser los accesos a un puente sometidos a los rigores de la intemperie. Por encima de otros muchos valores y a la vista de la extraordinaria conservación de sus obras, hay que subrayar su categoría como constructor. Una de sus importantes aportaciones fue precisamente dejar vistas sus bóvedas para lo cual cuidaba muy minuciosamente los aparejos y más adelante las propias piezas que fabricaba de diversos colores para hacer dibujos en las superficies.

George R. Collins, estudioso de la arquitectura española y divulgador de la obra de Gaudí y Arturo Soria,

Una de sus importantes aportaciones fue precisamente dejar vistas sus bóvedas, para lo cual cuidaba muy minuciosamente los aparejos y más adelante las propias piezas que fabricaba de diversos colores para hacer dibujos en las superficies

fue uno de los primeros que se interesó por su obra y adquirió el archivo de la Compañía, tras su desaparición en 1963, para la Universidad de Columbia en Nueva York, de la que fue profesor durante muchos años. Actualmente este archivo se custodia en la Avery Library de la citada universidad, dirigida en la actualidad por la española Ángela Giral, hija del que fuera Presidente del Gobierno español en el exilio y gracias a él puede tenerse un buen conocimiento de la obra de los Guastavino.

Generalmente la participación de la Guastavino Co. en los edificios que construía, se limitaba a proyectar y construir bóvedas en determinadas zonas de los mismos, donde se lo solicitaba el autor del proyecto. Estas bóvedas podían ser en algunos casos elementos fundamentales de los mismos y crean sus espacios principales y en otros son elementos casi anecdóticos, como cuando se trata del acceso a un rascacielos o los techos de un local comercial.

Todos los tipos de bóvedas están presentes en la obra de Guastavino. Estos van desde los más tradicionales a los más novedosos y en esto su obra no tiene parangón con la obra de ningún otro arquitecto o constructor y ni siquiera juntando las obras de todos ellos encontraríamos una riqueza tal de tipologías.

En primer lugar encontramos bóvedas cilíndricas, con directrices que van desde el arco de circunferencia, —de medio punto o rebajado, con predominio de estos últimos— hasta arcos escarzanos de varios centros, arcos de elipse, de parábola y ovals, con gran profusión de lunetos para dar entrada a la luz, mediante la intersección del cilindro principal por otros de menor altura. En este tema de iluminar los espacios abovedados también la obra de Guastavino es de una extraordinaria riqueza.

En otra obras nos encontramos con la bóveda de arista, solución tradicional para cubrir plantas cuadradas mediante la intersección de dos cilindros de igual altura o con la bóveda vaída de planta igualmente cuadrada pero cubierta mediante una superficie esférica.

Seguramente la cúpula esférica es la más famosa y la más utilizada por los Guastavino siendo la de Saint John The Divine la de mayor luz con sus cerca de 30 m de lado en su base cuadrada. A ella dedica uno de los más difundidos carteles publicitarios de la empresa en donde aparecen 15 cúpulas construidas por la misma.

Otro tipo ampliamente utilizado fueron las bóvedas neogóticas presentes en numerosos templos y algunos edificios civiles. Este estilo tan en boga en la época, y que de alguna manera se ha convertido en uno de los símbolos de la misma en los Estados Unidos, ofreció a los Guastavino la oportunidad de adaptar la construcción tabicada a las bóvedas de crucería, como por otro lado ya se había hecho por lo menos desde los últimos siglos de la Edad Media.



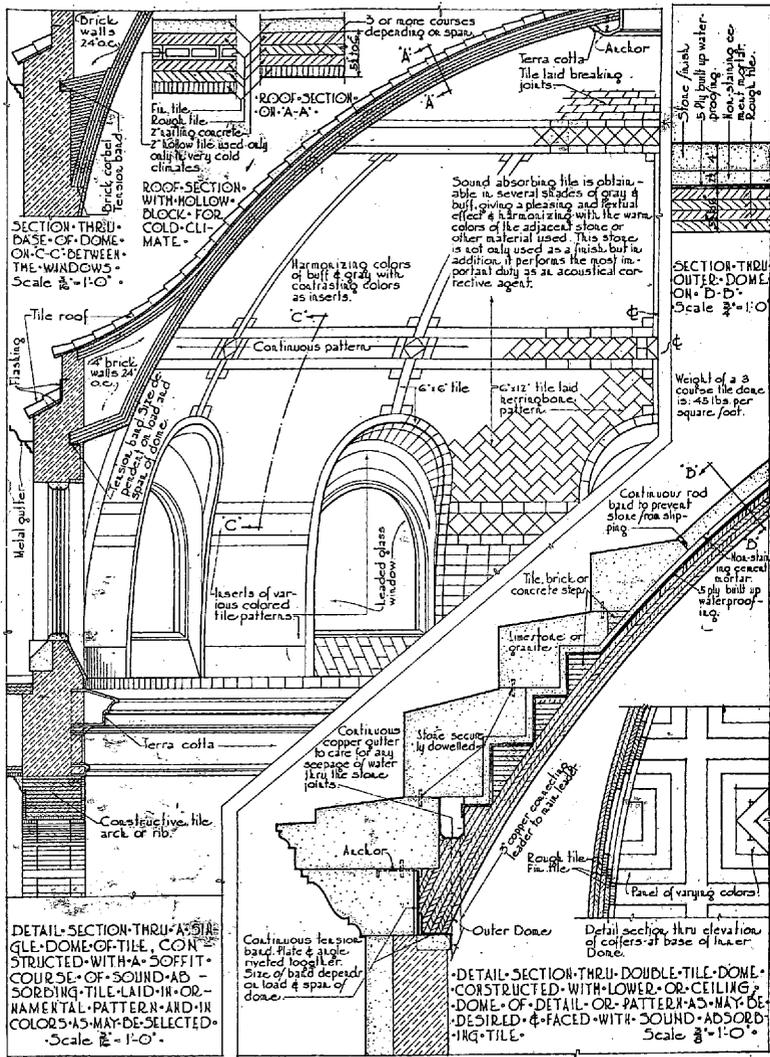
Foto 5.
Estación de
Pennsylvania,
Manhattan,
Nueva York.

Por último podemos encontrar otras bóvedas difícilmente clasificables cubriendo cualquier geometría y donde se manifiesta la maestría de la empresa en adaptar su sistema a cualquier condicionante, como a modo de ejemplo puede verse en el ayuntamiento de Nueva York.

Capítulo aparte merecen las escaleras donde el sistema constructivo adquiere tradicionalmente una espectacularidad que corre paralela con su versatilidad para adaptarse a cualquier geometría. En ellas también los Guastavino —que habían construido alguna en Barcelona antes de su paso a los Estados Unidos— consiguen alguna de sus obras más conocidas, como son las escaleras de la Universidad de Columbia o la del Union Club ambas en Nueva York.

LA BÓVEDA TRADICIONAL

Una de las características más significativas de este sistema constructivo es que la bóveda tabicada se cons-



R. Guastavino & Company
 FACTORY WOBURN, MASS. - NEW YORK - BOSTON - DETAIL SHEET

rhofas— es particularmente utilizada y estudiada desde el siglo XVII en las zonas del mediterráneo cercanas a Cataluña y extendida por albañiles procedentes de esta región.

En la península es conocido su uso en Extremadura, el Alentejo portugués y Valencia, aunque es en Cataluña donde su uso recibe un importante impulso que ha llevado a que con mucha frecuencia sea conocida como bóveda catalana. Su uso en Madrid es muy tardío aunque es donde se han realizado las últimas obras importantes con este sistema, de la mano de Luis Moya, que conoció y difundió los cuadernos de Guastavino dando a conocer su obra hasta entonces prácticamente desconocida en España.

APORTACIONES CONSTRUCTIVAS

Los Guastavino son ante todo unos extraordinarios constructores aunque su aportación a los edificios en los que participa trasciende sin duda al mero ejecutor de las ideas plasmadas por los arquitectos autores de los proyectos. Si en algunas de sus obras su aportación puede considerarse como anecdótica en el conjunto de la misma, en otras es inconcebible su gestación sin una participación decisiva de los Guastavino, pues no se encuentra nada parecido en otras obras de los mismos autores. La riqueza y fuerza de los espacios creados por las bóvedas de todo tipo creadas por la compañía, la expresividad y

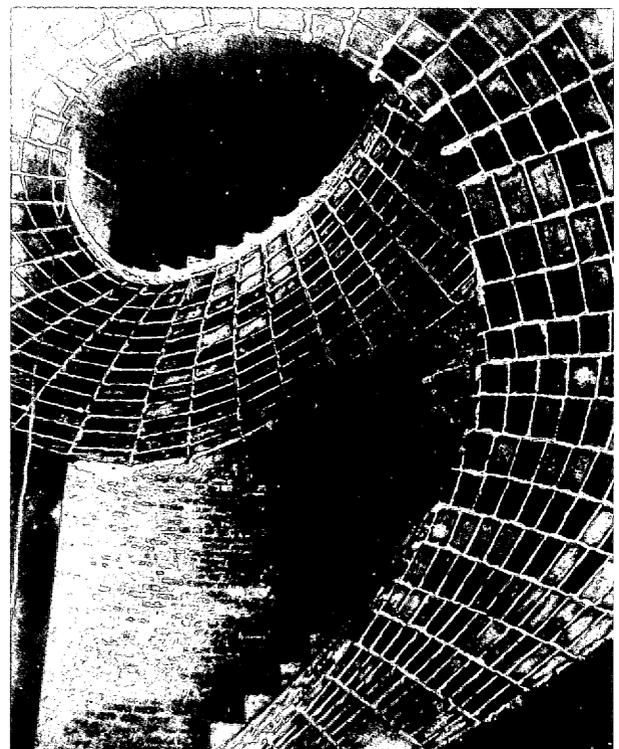


Foto 6. Dibujo que describe la construcción de una cúpula.

Foto 7. Escalera del Union Club, Manhattan, Nueva York, 1901-1906.

truye sin cimbra, colocando los ladrillos de plano, generalmente con varias hojas, la primera de las cuales se coloca con yeso por su rapidez de fraguado y el resto con mortero de cal y más tarde de cemento, de más lento fraguado pero más resistente.

Aunque se rastrea su origen hasta la bóveda romana, parece que su verdadero origen se remonta al siglo XIV en el levante español, ya que en la bóveda romana los ladrillos colocados de plano en realidad no eran sino un encofrado perdido colocado sobre las cimbras para verter encima el hormigón que era el verdadero constituyente de la bóveda.

Aunque su uso se extiende por bastantes zonas del mediterráneo -Italia, donde recibe el nombre de *volta a foglia*; Francia, donde es conocida como *voûte plate* o *voûte a la Rousillon*; Argelia, donde es llamada



Foto 8.
Biblioteca del
New York
Education
Building.

sinceridad de sus aparejos vistos, sus piezas vidriadas con fuerte policromía, trascienden evidentemente al mero constructor entendido en los términos actuales.

En la práctica actual de la construcción suele existir una importante distancia entre el proyecto y la ejecución pero este no era ni por formación, ni por práctica el mundo de Guastavino. Ya queda dicho como aunque se habla de Guastavino como arquitecto, su formación en realidad fue como Maestro de Obras, que seguramente estaría hoy más cerca del aparejador o arquitecto técnico que del arquitecto superior, y si obtuvo este título fue solamente por convalidación en el momento de nacer la titulación en Barcelona. El se mantuvo siempre muy cercano a la obra y resolvía in situ todos los problemas que se le presentaban, con espíritu inquieto e innovador.

APORTACIONES TEÓRICAS

Aunque Guastavino fue ante todo un hombre práctico, un constructor, muy pronto y especialmente desde su tras-

lado a Nueva York, siente la necesidad de dotar de un soporte teórico a la práctica principalmente para convencer a los colegas estadounidenses, reticentes con la adopción de una práctica constructiva absolutamente ajena para ellos y por otro lado para garantizar la seguridad a sus obreros durante la construcción de las bóvedas.

El conocimiento teórico de las bóvedas tabicadas ha sido hasta el momento bastante descuidado.

Por un lado existe una corriente, que seguramente deriva de Fray Lorenzo de San Nicolás, y luego repetida por otros autores, que trata las bóvedas tabicadas igual que cualquier otra de fábrica, y que por tanto produce empujes en sus apoyos como cualquier otra, aunque menores debido a su menor peso, y a la que se aplican reglas prácticas de proporciones o más adelante métodos gráficos de cálculo.

En la práctica actual de la construcción suele existir una importante distancia entre el proyecto y la ejecución pero este no era ni por formación, ni por práctica el mundo de Guastavino

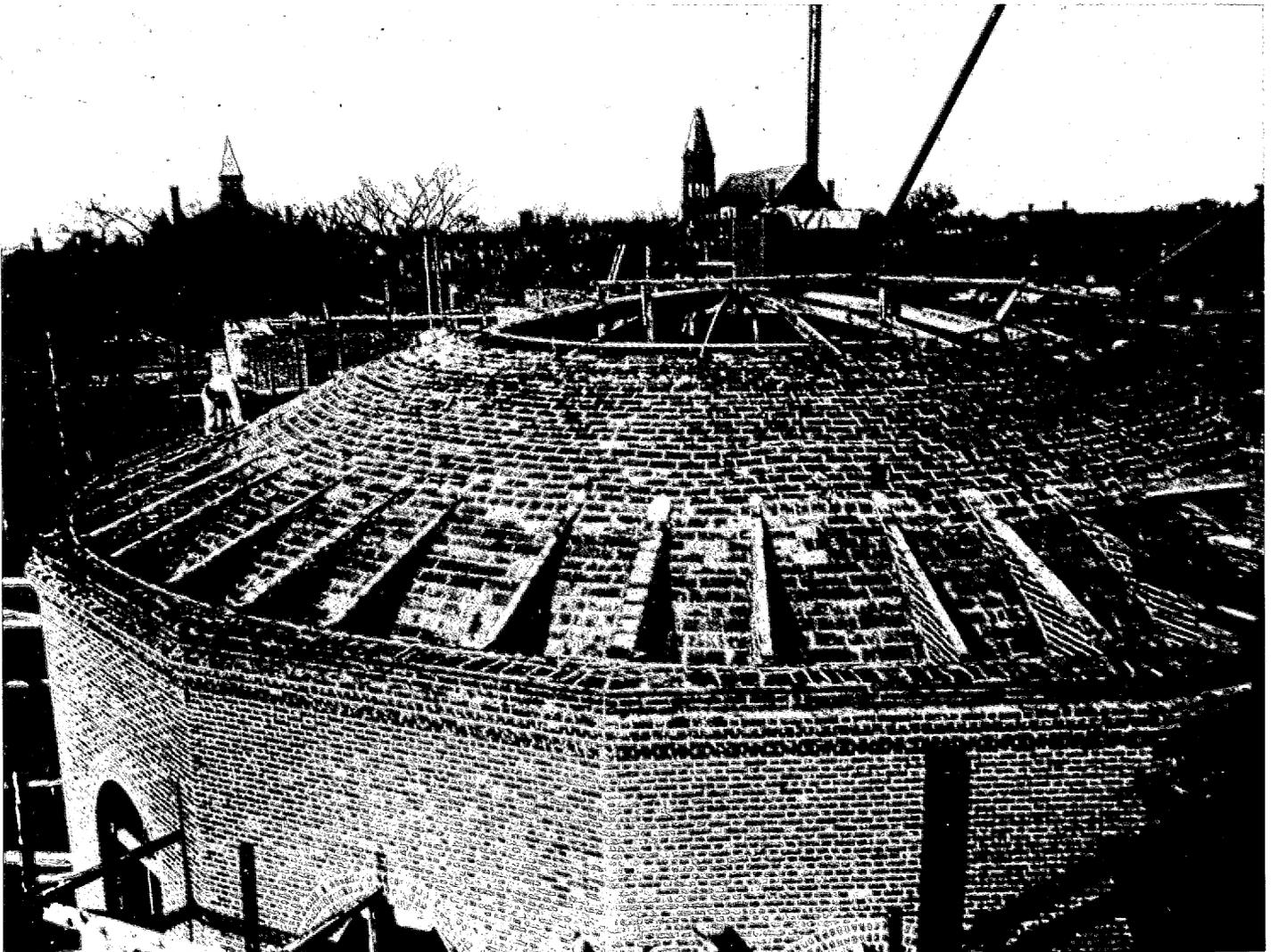


Foto 9. East Boston High School. Boston, Massachusetts 1899.

Por otro lado, procedente seguramente de los escritos del Conde d'Espie de 1754, producto de una actitud que podríamos denominar como moderna que se plasma en una serie de ensayos, pruebas de carga, observaciones, nacidas de la mente de un noble ilustrado del XVIII francés. En su libro *Manière de rendre toutes sortes d'edifices incombustibles, ou traité sur la construction de voûtes, faites avec des briques et du plâtre, dites voûtes plates, et d'un toit de brique, sans charpente, appelé comble briqueté*, traducido a otras lenguas rápidamente, aparece la idea de que las bóvedas tabicadas son de una naturaleza diferente y que no empujan contra los muros, debido a su carácter monolítico. Por otro lado en el propio título aparecerá otra característica que será recogida y subrayada por Guastavino, como ya queda indicado, y es su carácter incombustible.

Cuando Guastavino siente la necesidad de establecer una teoría que explique y justifique la práctica, el pensa-

miento dominante que se aplica a las estructuras es la teoría elástica aplicada a un material continuo, homogéneo e isótropo. Guastavino divide las construcciones en dos tipos fundamentales, "construcción mecánica o por gravedad y construcción cohesiva o por asimilación. La primera se basa en la resistencia de cualquier sólido a la acción de la gravedad cuando es contrarrestado por otro sólido.... La segunda tiene por fundamento las propiedades de cohesión y asimilación de distintos materiales...".

Dedica un espacio bastante amplio a detallar lo que es la construcción cohesiva y en una revisión histórica incluye edificios tan dispares como los realizados en hormigón romano, las construcciones bizantinas como Santa Sofía, las bóvedas góticas, las cúpulas renacentistas o barrocas, en esencia todas aquellas en que el material presenta una buena adhesión con el mortero.

Coherente con este pensamiento buena parte de los esfuerzos de Guastavino se encaminan a mejorar la "co-

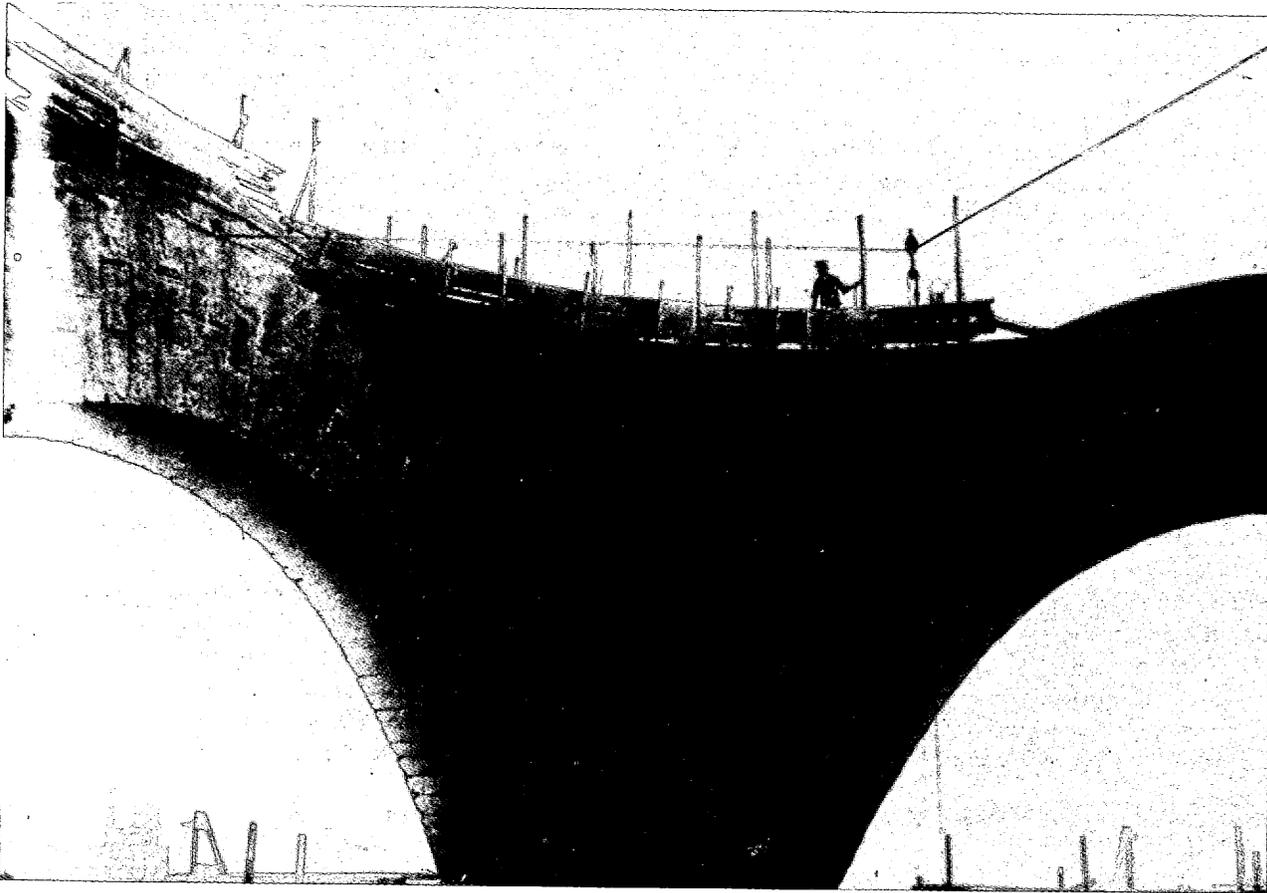


Foto 10.
Cúpula de
Saint John the
Divine en
construcción.

hesividad" de los materiales subrayando el monolitismo de las bóvedas.

Por otro lado, seguramente empujado por el convencimiento de la debilidad de sus justificaciones recurre para convencer a sus colegas a ensayos, como por otro lado ya había hecho también el Conde d'Espie.

ALGUNOS EPÍGONOS DE GUASTAVINO: CANDELA, MOYA Y DIESTE

Luis Moya Blanco es en España el último gran constructor de bóvedas tabicadas y difusor del sistema constructivo a través del libro del mismo título publicado en 1947. Moya es un extraordinario conocedor de la historia de la arquitectura y de la construcción que utiliza las bóvedas tabicadas en gran parte de sus obras. En unas utiliza formas que podríamos calificar como tradicionales, bóvedas de cañón, de aristas, cúpulas y otras de mayor originalidad combinando los arcos de ladrillo con las bóvedas tabicadas o recurriendo a paraboloides hiperbólicos. En general las bóvedas están construidas sencillamente con piezas cerámicas tomadas con yeso y mortero de cemento, recurriendo a la utilización de armaduras en

la capilla del colegio del Niño Jesús.

Mucho más compleja técnica es la utilización que hace del sistema tradicional de bóvedas tabicadas el ingeniero uruguayo Eladio Dieste desde los años 50, uniendo las técnicas tradicionales con las armaduras sometidas a una tensión previa, es decir utilizando técnicas y usos provenientes del mundo del hormigón armado y pretensado. Mediante esta técnica lleva a cabo extraordinarias obras como son la casa Berlingieri, la iglesia de la Atlántida o multitud de naves que alcanzan una extensión de 150.000 m² y que nos habla de lo enormemente competitivo que resultaba este sistema constructivo.

Por el mismo camino y por esas mismas fechas se orienta alguna obra de Torroja como son las iglesias de los Pirineos y el depósito de

Guastavino divide las construcciones en dos tipos fundamentales, "construcción mecánica o por gravedad y construcción cohesiva o por asimilación. La primera se basa en la resistencia de cualquier sólido a la acción de la gravedad cuando es contrarrestado por otro sólido... La segunda tiene por fundamento las propiedades de cohesión y asimilación de distintos materiales..."

Fedala y el palacio de los deportes de Oviedo obra del ingeniero asturiano Ildefonso Sánchez del Río. En esos años y ante la carestía que suponían los encofrados en la construcción de las láminas de hormigón se pensó en la utilización de piezas cerámicas junto con las armaduras, como queda reflejado en un artículo de éste último publicado en la Revista de la IASS solicitado por el propio Torroja.

EL CONOCIMIENTO DE LA OBRA DE GUASTAVINO

Además de buena parte de sus obras que todavía podemos observar la obra llevada a cabo por la Guastavino Co. es hoy día accesible para los estudiosos en la Avery Library de la Universidad de Columbia en Nueva York, gracias a que el archivo de la misma fue adquirido para la misma por el Profesor G. Collins, como ya queda dicho. En el mismo se conserva una gran cantidad de material que permite un buen conocimiento de la actividad de la compañía.

La amplia documentación existente en el mismo está compuesta por muy variados materiales, desde piezas de cerámica, carteles, publicaciones, fotos y especialmente

planos y croquis. Aunque en el archivo aparecen planos de buena calidad con representación más detallada y exacta de los edificios, casi siempre obra de los arquitectos autores de los proyectos, el grueso del archivo consiste en croquis ejecutados en papeles de croquis y poca calidad gráfica, pues tenían como finalidad exclusivamente la de guiar la actividad de unos obreros que conocían ampliamente el sistema y que por lo tanto necesitaban muy pocos elementos para definir lo que tenían que construir.

El conocimiento sobre la obra de Guastavino es hoy día mucho más fácil gracias a la exposición y catálogo de la misma titulado *Las Bóvedas de Guastavino en América*, elaborados por el Instituto Juan de Herrera bajo la dirección respectivamente de Javier García-Gutiérrez Mosteiro y Santiago Huerta, donde se hace una buena recopilación, tanto gráfica como documental y teórica, sobre la obra de Guastavino.

En el Catálogo se incluyen además una serie de artículos de gran valor entre los que cabe destacar en primer lugar la magnífica bibliografía comentada sobre la obra de Guastavino y las bóvedas tabicadas y los artículos de Collins, Tarragó, Rosell, Mochi y el propio Santiago Huerta, en donde se presentan diversos aspectos sobre su obra. ■

Fotos: Cortesía de la Avery Library de la Universidad de Columbia. Manhattan, New York

BIBLIOGRAFÍA

- Huerta, Santiago (Ed.). *Las bóvedas de Guastavino en América*, Madrid, Instituto Juan de Herrera y Ministerio de Fomento, 2001
- Guastavino Moreno, Rafael. *Essay on the theory and history of cohesive construction, applied especially to the trambel vault*. 2ª ed. Boston, Ticknor and Co., 1893 (1ª ed. 1892)
- Agramunt Lacrux, Francisco. "La definitiva recuperación de Rafael Guastavino Moreno. El arquitecto valenciano de mayor proyección internacional del siglo XIX". *Archivo de Arte Valenciano* 78 (1997): 38-52
- Collins, George R. "The transfer of thin masonry vaulting from Spain to America". *Journal of the Society of Architectural Historians* 27 (1968): 176-201 (Traducido al castellano en el libro *Las bóvedas de Guastavino en América*)
- Dumm, William. "The principles of dome construction", *The Architectural Review* 23 (1908): 63-73; 108-112
- Etheredge, Carl E. *Guastavino Construction: the predecessor of thin shell concrete*. M.S. Thesis Dep. Civil Engineering, University Houston, 1971
- Link, Karin Murr. *Guastavino tile construction: History and restoration*. M.S. Thesis, University of Oregon, 1995