



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

La bóveda tabicada en la arquitectura de los siglos
XIX y XX.

“Tile Arch System” in the architecture of the 19th
and 20th centuries.

Autor

Henry Córdova Vera

Director

José Ignacio Palomero Cámara.

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2019

*La bóveda tabicada en la arquitectura
de los siglos XIX y XX*

*Autor: Henry Córdova Vera
Tutor: José Ignacio Palomero Cámara*

*Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad de Zaragoza*

Resumen

La bóveda tabicada es uno de los elementos constructivos más antiguos de la arquitectura. Aunque no podemos datar su origen, sí sabemos que surge de la evolución y mezcla de tres sistemas tradicionales: romano, bizantino e islámico.

En la Península Ibérica por sus características históricas y geológicas, podemos encontrar el primer documento datable que toma constancia de la existencia de la técnica constructiva tabicada, el contrato de obra para la capilla de los Jofre (Valencia) fechado en el año 1382. Posteriormente, en 1639 se produjo la consolidación del método en la publicación *Arte y uso de Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679).

Durante los siglos XVII y XVIII, la bóveda tabicada se utilizó principalmente como sistema secundario, construyéndose sobre nervios de piedra o de ladrillo. No fue hasta mediados del siglo XIX, con el inicio de la revolución industrial catalana, cuando pasó a primer plano y empezaron a ejecutarse abovedamientos tabicados sin estructuras auxiliares. Durante la década de los 60, el mercado fabril evolucionó en Cataluña y con él la bóveda tabicada, llegando a realizarse obras tan espléndidas como la fábrica Batlló Hermanos en 1868 de Rafael Guastavino Moreno (1842-1908), quien además fue el encargado de expandir la técnica a Estados Unidos a finales de siglo y durante la primera mitad del siguiente.

A inicios del siglo XX tuvo lugar la madurez del Modernismo catalán, siendo el más claro exponente de esta arquitectura Antonio Gaudí Cornet (1852-1926). Este movimiento tomó la bóveda tabicada como elemento representativo de su estilo, surgiendo así el término bóveda catalana. Tras la Guerra Civil Española, el sistema adquiere protagonismo debido a la gran precariedad que sufría el país y complicaba el empleo de técnicas modernas. Ante esta inestabilidad se produjo una gran emigración hacia tierras americanas. Los técnicos y arquitectos que viajaron en busca de nuevas oportunidades llevaron el sistema tabicado a los países de Latinoamérica, donde logró afianzarse. En estos nuevos territorios y bajo una mirada social, el método se desarrolló sobre todo en las cuatro últimas décadas, con las técnicas de Eladio Dieste (1917-2000), Eduardo Sacriste (1905-1999) y Carlos González Lobo (1939-).

Se considera importante compilar y estudiar los acontecimientos más destacados del abovedamiento tabicado producidos en los dos últimos siglos, ya que una de las principales finalidades de la tesis es comprender la adaptación del elemento a las diferentes configuraciones temporales. Además, también se busca enfatizar y reivindicar el sistema tabicado como uno de los más antiguos y vigentes en la arquitectura. De esta manera, entendiendo los motivos de su éxito y analizando la situación actual, se deducirán cuáles podrían ser sus posibles aplicaciones en el futuro.

Índice

Consideraciones previas y objetivos.	11
Metodología, fuentes y organización.	11
I. Antecedentes.	
1.1 Sistema romano: armaduras de ladrillo.	14
1.2 Sistema bizantino: bóvedas sin cimbra.	16
1.3 Sistema Islámico: yeso y ladrillo.	16
1.4 El origen de la bóveda tabicada en España.	17
II. Configuración.	
2.1 Configuración constructiva.	22
2.1.1 Material cerámico.	22
2.1.2 Material conglomerante.	23
2.1.3 Proceso constructivo.	23
2.1.3.1 Sencillado.	24
2.1.3.2 Doblado.	24
2.1.3.3 Relleno de enjutas.	24
2.2 Configuración estructural.	26
2.2.1 Fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679).	26
2.2.2 Conde D´Espie (1709-1792).	27
2.2.3 Manuel Fornés y Gurrea (1777-1856).	28
2.2.4 Rafael Guastavino Moreno (1842-1908).	28
2.2.5 Análisis matemáticos.	31
III. La bóveda tabicada en el siglo XIX.	
3.1 Siglos XIV-XVIII.	34
3.2 Siglo XIX.	38
3.2.1 Maestros de obra (1800-1840).	38
3.2.2 Renovación arquitectónica catalana (1840-1900).	39
3.2.2.1 Elías Rogent Amat (1821-1897).	40
3.2.2.2 Joan Torras Guardiola (1827-1910).	42
3.2.2.3 Rafael Guastavino Moreno (1842-1908).	43
3.2.2.3.1 Barcelona.	43
3.2.2.3.2 Estados Unidos.	50

IV. La bóveda tabicada en el siglo XX.	
4.1 Guastavino Company (1900-1960).	62
4.2 Modernismo catalán (1888-1920).	71
4.2.1 Lluís Doménech Montaner (1850-1923).	72
4.2.2 Josep Puig Cadafalch (1867-1957).	74
4.2.3 Antonio Gaudí Cornet (1852-1926).	75
4.2.4 Joan Rubió Bellver (1871-1952).	78
4.2.5 Josep María Jujol (1879-1949).	78
4.2.6 Lluís Muncunill Parellada (1868-1931).	80
4.2.7 César Martinell Brunet (1888-1973).	84
4.3 Movimiento Moderno español (1920-1940).	86
4.3.1 GATEPAC. Grupo Este.	87
4.3.2 GATEPAC. Grupo Centro.	91
4.4 Arquitectura de Posguerra (1940-1960).	92
4.4.1 Luis Moya Blanco (1904-1990).	92
4.4.2 Carlos de Miguel González (1904-1986).	98
4.4.3 Ignacio Bosch Reitz (1910-1985).	99
4.4.4 Francisco de Asís Cabrero Torres-Quevedo (1912-2005).	100
4.4.5 Rafael Aburto Renobales (1913-2014).	108
4.4.6 Miguel Fisac Serna (1913-2006).	112
4.4.7 Fernando Higuera Díaz (1930-2008).	114
4.5 Alemania (1940-1970).	116
4.6 Le Corbusier (1950-1960).	119
4.7 América del Sur (1960-2000).	122
4.7.1 Cuba (1960-1970).	122
4.7.2 Uruguay (1960-70).	132
4.7.3 Argentina (1960-1980).	138
4.7.4 México (1970-2000).	140
V. Conclusiones.	146
Anexo	150
Bibliografía	154
Procedencia de imágenes	158

Consideraciones previas y objetivos

La realización del siguiente trabajo surgió tras descubrir la figura de Rafael Guastavino en el documental de Radio Televisión Española *Imprescindibles: El arquitecto de Nueva York (Rafael Guastavino)*.

Tras observar el audiovisual y descubrir, no sólo el nombre de Guastavino, sino también el sistema tabicado, decidí hacer de éste mi tema de Trabajo Final de Grado. En los posteriores meses, la investigación me condujo a concretar el estudio principal: el desarrollo del sistema durante el siglo XIX y XX.

El objetivo del presente ensayo es descubrir las circunstancias dadas para el desarrollo de los abovedamientos tabicados en diferentes épocas y localizar las coincidencias que puedan existir en los distintos marcos temporales y espaciales, para comprender el éxito del sistema en la historia.

Metodología, fuentes y organización.

Para el desarrollo del siguiente ensayo se han tomado como libros principales: *Las bóvedas de Guastavino en América* (2000) y *Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural* (2014). La información aportada por estas dos ediciones ha sido completada con otras obras y tesis, que han servido para crear el marco general del trabajo. Para el desarrollo más específico, ya sea de una época o de un arquitecto, se han utilizado en la mayoría artículos de investigación especializados, como los desarrollados en los *Congresos Nacionales de Historia de la Construcción*, recogidos en sus actas. Todas las fuentes de información consultadas para el desarrollo de la tesis se pueden consultar en la bibliografía.

Se organiza en 4 capítulos, agrupados de dos en dos. El primer grupo, formado por los dos primeros apartados, sirven de planteamiento para el desarrollo del tema en los dos últimos.

El primer capítulo plantea los antecedentes históricos y una búsqueda del origen de la bóveda tabicada, con la finalidad de entender cómo se produjo su desarrollo, especialmente en la Península Ibérica.

Por su parte, el segundo apartado expone los conceptos teóricos y prácticos del sistema. Para ello, se explica el proceso constructivo y el funcionamiento mecánico del elemento, permitiéndonos comprender sus posteriores evoluciones en el tiempo.

Finalmente, los dos últimos capítulos centran el desarrollo del Trabajo Fin de Grado. De esta manera, el tercero investiga las aplicaciones y variantes más destacadas de la bóveda tabicada en el siglo XIX, mientras que el último hace lo propio con el siglo XX.

I ANTECEDENTES

En este primer capítulo buscaremos el origen de la bóveda tabicada, entendiéndolo como el resultado de la evolución y relación de diferentes sistemas entre sí. Pese a que no podemos datar un inicio de su uso, tomando como referencia la obra construida, sí que podemos utilizar los datos proporcionados por los documentos históricos para hacer una aproximación, como veremos en el desarrollo de este apartado.

Mediante el estudio de los antecedentes históricos se puede entender cuáles fueron las culturas que dieron origen a este sistema constructivo. Al ser la bóveda tabicada un sistema que se desarrolla primordialmente en la costa mediterránea, es lógico pensar que la técnica surgió del cruce entre las diferentes culturas de los grandes imperios que confluían en la zona: el romano, el bizantino y el islámico.¹

1.1 Sistema romano: armaduras de ladrillo.

Las bóvedas romanas, se construían con hormigón, por lo que era necesario unas cimbras que dieran forma y que sujetaran el material hasta que fraguara. Debido a la escasez de madera, en los reinos del imperio romano, se emplearon armaduras de ladrillo, que aportaban rigidez al encofrado y a la vez permitían reducir el tamaño de las cimbras.²

Los romanos eran plenamente conscientes de las ventajas que ofrecía el ladrillo colocado en plano, ya que conseguían un vertido homogéneo del hormigón, y un encofrado más liviano, reduciendo los esfuerzos que debía soportar la cimbra. Cabe destacar que, en ningún momento, tuvieron en cuenta las láminas de ladrillo como un elemento estructural, para ellos era un encofrado perdido.³

Este sistema empleaba dos hojas de ladrillos: la primera realizada con piezas de gran formato, de 60 x 60 x 4 ó 5 cm, en la segunda capa se emplean ladrillos más pequeños de 20 x 20 x 4 ó 5 cm. Las hojas se unían con mortero

Fig. 1 Dibujo de Choisy, representando las cimbras de las bóvedas romanas.

Fig. 2 Dibujo de Choisy, representando un encofrado con apoyo de ladrillos verticales.

Fig. 3 Vista en detalle de una armadura cerámica en las Termas de Caracalla, en Roma del 212-217 d.C.

Fig. 4 Termas de Caracalla, en Roma del 212-217 d.C.

1.- Redondo Martínez, E., "La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo", p. 11.

2.- *Ibid.*, p. 12.

3.- Editorial del Baúl de arquitectura: <https://bauldearquitectura.wordpress.com/2014/12/28/construyendo-la-grandeza-de-un-imperio-las-bovedas-de-hormigon-romanas-i/>

de yeso y se colocaban a tapajuntas [Fig. 1]. Generalmente la segunda capa no se colocaba entera, se hacía por partes, asegurando la protección de las juntas de la primera hoja. También disponían algunos ladrillos de canto para garantizar un mejor agarre con el hormigón [Fig. 2]. Uno de los edificios más importantes construido con este sistema fueron las Termas de Caracalla [Figs. 3-4] construidas entre 212 y 217 d.C.⁴

No podemos considerar el sistema romano como un origen de la bóveda tabicada, ya que para ellos las láminas cerámicas eran simplemente un paso más en la ejecución, en ningún momento se plantearon la capacidad autoportante de las armaduras cerámicas. La gran aportación del sistema romano fue la utilización de los ladrillos en plano. El sistema siguió expandiéndose por todo el territorio, dando lugar años después a la *la volte a la volterrana o volte a fogli*.⁵

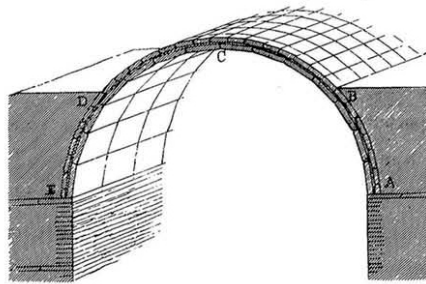


Fig. 1

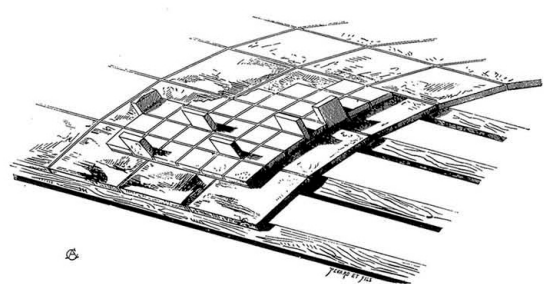


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

4.- Redondo Martínez, E., "La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo", p. 13.

5.- Este tipo de bóvedas se desarrollaron sobre todo en Italia, durante la época renacentista. Existen grandes similitudes entre este tipo de bóvedas y las bóvedas tabicadas españolas. *Ibíd.*, p. 14.

1.2 Sistema bizantino: bóvedas sin cimbra.

El principal objetivo de los arquitectos bizantinos era conseguir un abaratamiento total de los sistemas auxiliares, en la construcción de una bóveda, para ello crearon una técnica completamente auto-portante utilizando ladrillos de canto con un poco de inclinación [Fig. 5]. Con esta disposición, se conseguía mayor superficie de agarre, y menor carga generada por el peso propio de cada pieza, de tal manera que el desplazamiento vertical de los ladrillos era mínimo, pudiendo construir bóvedas en al aire.⁶

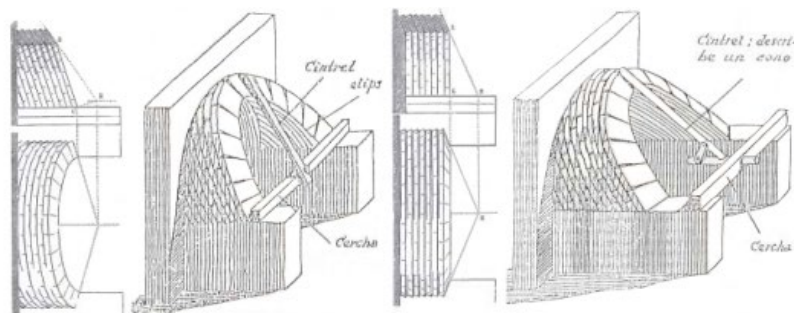


Fig. 5

Fig. 5 Dibujo de Choisy, representando la construcción de una bóveda sin cimbra.

1.3 Sistema Islámico: yeso y ladrillo.

En el imperio sasánida 226-651 d.C., el yeso se empleó en la mayoría de las construcciones, pasando a los Omeyyas que lo utilizaban en Siria, durante el califato de Damasco 661-750. En este último periodo, el empleo del yeso se popularizó en la Península Ibérica y en el norte de África, utilizándose como conglomerante de ladrillo o de piedra.

En España confluyen tres características principales, que favorecen el surgimiento de la bóveda tabicada. Por un lado, el sistema romano, que introduce el ladrillo colocado en plano; por otro la cultura bizantina, que aporta la construcción de bóvedas sin cimbras y, por último, la cultura islámica que introduce el yeso como conglomerante de ladrillo y piedra. Es lógico pensar que gracias a la unión de estas culturas surge el sistema tabicado. Un claro ejemplo de éste pensamiento, es la Torre de Romilla [Fig. 6-7], en Granada, construida en el imperio nazarí en el siglo XIV.⁷

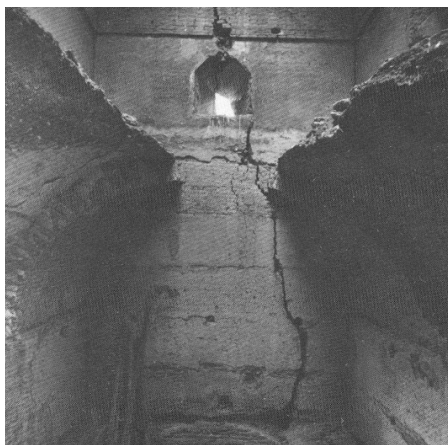


Fig. 6



Fig. 7

Fig. 6 Resquicios de bóvedas en la Torre Romilla de Granada.

Fig. 7 Arranque y marcas de las bóvedas de escaleras en la Torre Romilla de Granada.

6.- *Ibíd.*, p. 15.

7.- *Ibíd.*, p. 19.

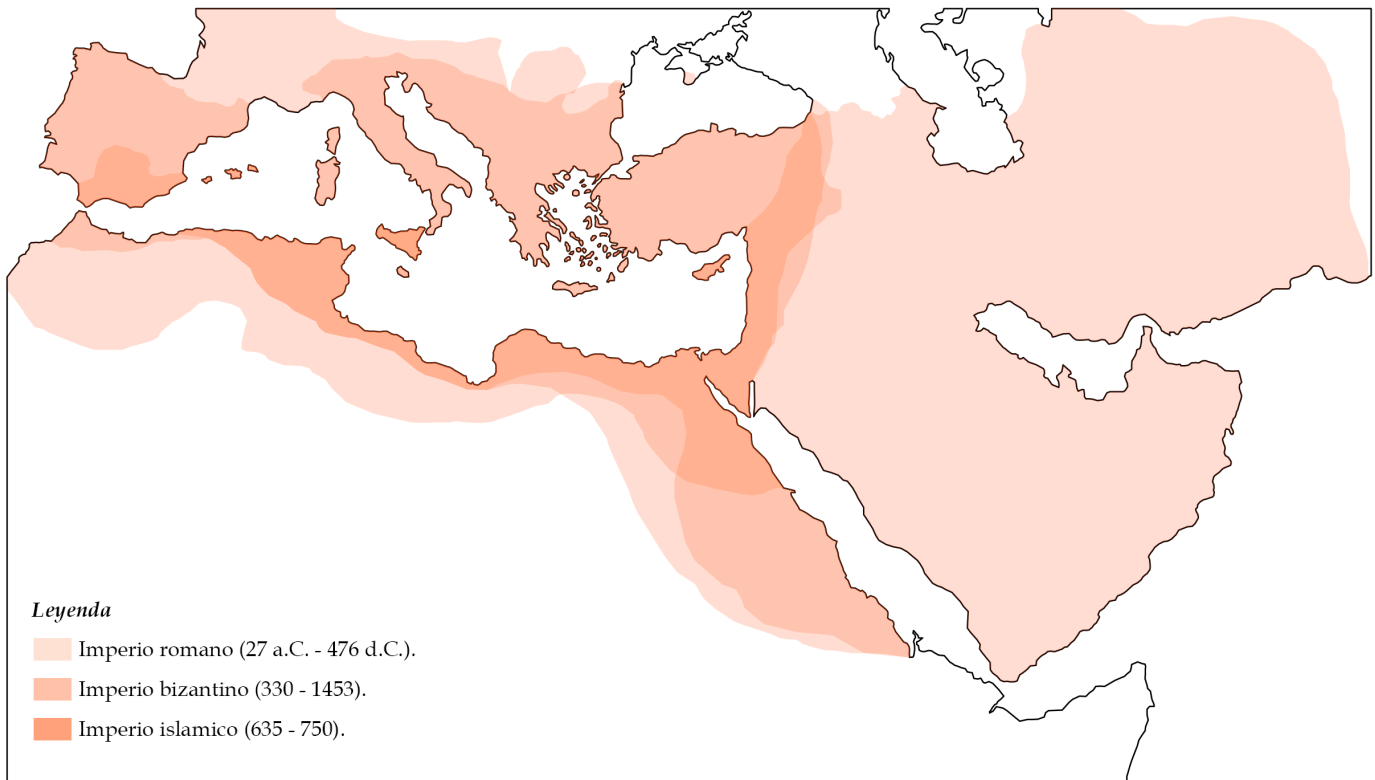


Fig. 8

1.4 El origen de la bóveda tabicada en España.

Fig. 8 Mapa de Europa con la representación de los imperios: romano, bizantino e islámico.

Si observamos los mapas de los tres imperios ya mencionados, podemos ver como España y el sur de Italia (principalmente Sicilia) son las regiones donde confluyeron estas culturas [Fig. 8]. La importancia de este hecho radica en que podemos deducir que el origen de la bóveda tabicada se localiza en una de estas dos zonas.

Los estudios han encontrado bóvedas tabicadas en ambos territorios, ya que las circunstancias son similares. No obstante, hay pequeñas peculiaridades que dan a España mayor peso como región origen de la bóveda tabicada.

Una de las mayores diferencias entre España y Sicilia es precisamente el tiempo que duró el imperio islámico en cada territorio. En la Península Ibérica éste permaneció 800 años, tiempo suficiente para propagar su cultura constructiva, basada en el yeso y el ladrillo. En Sicilia, sin embargo, sólo estuvo durante 250 años. Como resultado podemos ver diferencias entre las dos bóvedas tabicadas. Las construidas en Italia poseen un relleno mayor, lo que demuestra que el sistema no se llegó a consolidar como un sistema auto-portante como sí lo hizo en España.⁸

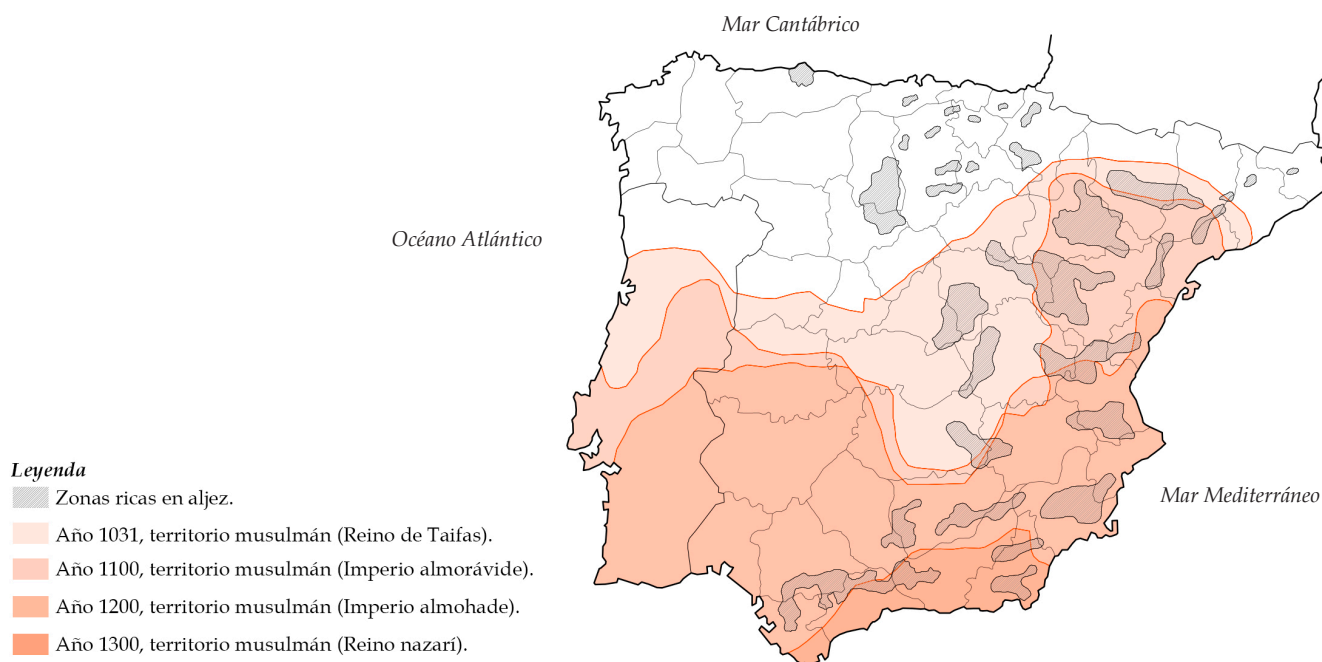
Lo cierto es que fue en España donde el sistema alcanzó su máximo desarrollo. Durante los 800 años, la construcción de ladrillo y yeso se expandió por todo el territorio, mezclándose con las construcciones sin cimbra, provenientes de oriente. Como resultado de la mezcla de estas técnicas, surge la bóveda tabicada.⁹

8.- *Ibíd.*, p 22.

9.- *Ibíd.*

Se ha asumido que el origen o la gran expansión del sistema se produjo esencialmente en la parte oriental de la Península Ibérica, ya que es ahí donde podemos encontrar la mayor cantidad de aljez,¹⁰ material indispensable para la ejecución de esta técnica. Además, se trata de la zona más en contacto con el Mar Mediterráneo y la que presentaba un mayor dominio árabe en la Península Ibérica [Fig. 9]. Tras la Reconquista (722-1492), este territorio continúa utilizando la arquitectura tabicada, gracias a la presencia de los mudéjares y posteriormente a los moriscos.¹¹

Fig. 9



Como se ha explicado anteriormente la bóveda tabicada surge como evolución de varios sistemas en una misma región. Dado que es complicado encontrar cuál fue la primera que se construyó, se recurre a los documentos históricos para encontrar la construcción más antigua, datada, que emplee esta técnica.

Fig. 9 Mapa de la Península Ibérica con la representación de las zonas ricas en aljez y los diferentes periodos musulmanes.

Sobre el hecho de cuál sería el documento más antiguo surgen dos hipótesis. La primera de Philippe Araguas (1951-),¹² el cual defiende como primer documento, el contrato de obra firmado por Juan Franch (maestro de obras), en 1382, para la construcción de la capilla de los Jofre [Figs. 10-11], anexa al claustro del convento de Santo Domingo de Valencia. La otra hipótesis la propone George Collins (1917-1993),¹³ que toma como primer

10.- El aljez también denominado piedra de yeso se encuentra en forma de roca sedimentaria mono-mineral, de esta roca es de donde se extrae el yeso.

11.- Redondo Martínez, E., "La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo", p. 23.

12.- Philippe Araguas (1951-) historiador de arte, miembro de la Facultad de Historia del Arte y Arqueología en la Universidad de Burdeos-Montaigne. Merece mención por su aportación al estudio del origen de la bóveda tabicada. Se pueden consultar sus publicaciones en el siguiente enlace <https://u-bordeaux3.academia.edu/PhilippeAraguas>.

13.- George R. Collins (1917-1993) historiador de arte, catedrático de la Universidad de Columbia. Se especializó en la obra de Antonio Gaudí, convirtiéndose en uno de los mayores historiadores del modernismo catalán. Parks, J., traducido por López Manzanares, G., "George R. Collins (1917-1993)", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 155.

documento, la carta escrita por el Rey Martín I (1356-1410), el Humano (hijo del Rey Pedro IV, el Ceremonioso), en 1407, donde se habla sobre la construcción de la Capilla Real en la Catedral de Barcelona.¹⁴



Fig. 10 Vista interior del claustro del convento de Santo Domingo (1382).

Fig. 11 Vista en detalle de una esquina del claustro del convento de Santo Domingo (1382).



Fig. 11

Es lógico pensar que, por antigüedad, el documento tomado como referencia para datar el origen de la bóveda tabicada será el más antiguo. Por ello cuando hablamos del inicio de la bóveda tabicada se alude al año 1382.¹⁵

Además, esta decisión se ve respaldada por la carta del Rey Pedro IV (1319-1387), el Ceremonioso, datada el 22 de junio de 1382, dirigida al merino de Zaragoza. En este documento le insta a visitar las obras del Palacio Real de Valencia, para observar una nueva forma de trabajar con el ladrillo y el yeso, en palabras del Rey:

“[...] una manera de trabajar con el yeso y el ladrillo más provechosa, más ligera y de poco peso.”

Citado en Fortea Luna, M., “Origen de la bóveda tabicada.”, en Eds. Huerta, S., Marín, R., Soler, R., Zaragoza, A., “Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 21-24 octubre 2009.”, p. 493.

El siguiente documento donde se vuelve hacer mención de la bóveda tabicada, sería la anteriormente mencionada carta de 1407 que escribe el Rey Martín I, el Humano, donde se habla de la construcción de la Capilla Real en la Catedral de Barcelona. Se trata de una bóveda tabicada, con capacidad resistente, que queda oculta por un falso techo de yeso.¹⁶ Tras la reforma de 1880, ésta quedó destruida y de ella tan solo quedan pequeñas marcas que nos indican que se trataba de una bóveda semicircular y rebajada.¹⁷

14.- Fortea Luna, M., “Origen de la bóveda tabicada.”, en Eds. Huerta, S., Marín, R., Soler, R., Zaragoza, A., “Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 21-24 octubre 2009.”, p. 492-493.

15.- Redondo Martínez, E., “La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.”, p.26.

16.- Truño, A., “Construcción de bóvedas tabicadas.”, p. xix.

17.- Redondo Martínez, E., “La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.”, p. 27.

Otro de los documentos que merece ser citado, y al que haremos mención más de una vez por su importancia en la historia de la bóveda tabicada, es el tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679)¹⁸ *Arte y uso de Arquitectura* publicado en dos partes: la primera en 1639 y la segunda en 1665. Este tratado es el primero en el que se hace referencia a las bóvedas tabicadas como un sistema más dentro de los tradicionales.¹⁹

Como conclusión, hay que dejar claro que los documentos, aquí tratados, no demuestran un origen rotundo de la bóveda tabicada, sino que simplemente nos ayudan a datar un comienzo de la técnica constructiva. Esto se debe tener presente en todo momento, ya que se han encontrado bóvedas tabicadas anteriores a los documentos, pero como hemos mencionado antes, es imposible utilizar las obras construidas para datar el origen de la técnica.

18.- Fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679) fue fraile de la Orden de Agustinos Recoletos y arquitecto de la corte española durante el siglo XVII, llegando a construir 16 iglesias y capillas. *Ibíd.*, p. 52. y en el siguiente enlace https://es.wikipedia.org/wiki/Fray_Lorenzo_de_San_Nicol%C3%A1s

19.- Truño, A., *Construcción de bóvedas tabicadas.*, p. xxi.

II

Configuración

En este segundo capítulo haremos un desarrollo del proceso constructivo y el funcionamiento mecánico de la bóveda tabicada. Estas dos cuestiones son fundamentales para entender el impacto que tuvo este elemento en la historia.

Para comprender lo que es una bóveda tabicada, debemos empezar por su sistema constructivo, que se ve caracterizado por la supresión de las cimbras y la utilización de la rasilla en plano. En la segunda parte de este apartado nos centraremos en el comportamiento estructural, comprendiendo el motivo de su excelente rendimiento con tanta esbeltez.

2.1 Configuración constructiva.

En la construcción de una bóveda tabicada intervienen dos componentes esenciales; el yeso (conglomerante) y la rasilla. Es por ello que antes de empezar con el proceso constructivo, hablaremos de los materiales mencionados.

2.1.1 Material cerámico.

Los materiales cerámicos son los más antiguos, ya sean secados al sol o cocidos. A lo largo de la historia estos han ido cambiando tanto de forma como de nombre dependiendo de la zona en la que se desarrollen. Sin embargo, una de las características que se mantiene común a todos, es su proporción rectangular.¹

En la construcción de una bóveda tabicada se emplean rasillas,² que son ladrillos finos macizos, que pesan entorno al 1.20 kg/cm², y cuyas dimensiones aproximadamente son 29 x 14.5 x 1.5 cm [Figs. 1-2].³

1.- Redondo Martínez, E., ``La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.´´, p.48.

2.- El nombre de rasilla es común en Castilla, en el Levante y en Cataluña se las conoce como *rajolas*, y en Aragón como *rejolas*. *Ibíd.*, p.49.

3.- Truño, A., ``Construcción de bóvedas tabicadas.´´, p. 5.

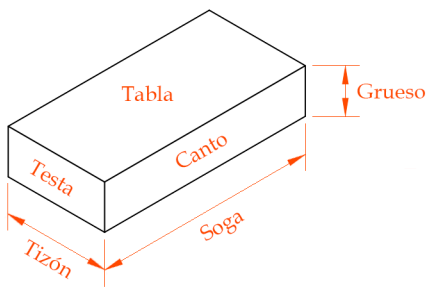


Fig. 1

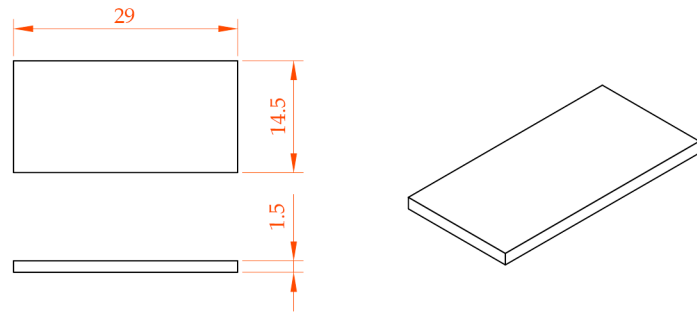


Fig. 2

Fig. 1 Partes de un ladrillo

Fig. 2 Dimensiones de una rasilla, dadas en cm.

Uno de los motivos por el que se utiliza rasillas y no otro tipo de ladrillo, en la construcción de una bóveda tabicada, es por la ligereza del elemento. El escaso peso de la rasilla le permite mantenerse sujeta en el aire, simplemente con ayuda del conglomerante.⁴

2.1.2 Material conglomerante.

Al igual que el ladrillo, el yeso es uno de los materiales de construcción más antiguos del mundo y ya se empleaba en el Antiguo Egipto donde el aljez abunda en el delta del Nilo.⁵

La función del conglomerante en la construcción de una bóveda tabicada, es conseguir una rápida fijación de la rasilla, gracias a su corto tiempo de fraguado.

Hay que decir que, frente a la sencillez de su funcionalidad en la construcción de una bóveda, conseguir la consistencia adecuada del conglomerante es uno de los pasos más importantes durante la construcción de una abovedamiento. La mezcla debe presentar la consistencia suficiente, para asegurar un fraguado rápido, y a la vez ofrecer tiempo suficiente para manipular y colocar la rasilla en su sitio.⁶

2.1.3 Proceso constructivo

Generalmente las bóvedas tabicadas se construían con equipos de dos albañiles: uno de ellos se encargaba de realizar la mezcla de conglomerado y de untar la rasilla por sus cantos, así como de colocar el mortero para recibir el doblado [Fig. 3]; mientras el otro albañil se encargaba de colocar las rasillas, y de dar forma a la bóveda [Fig. 4].⁷

4.- Gulli, R., traducido por Gil Crespo, I., "Arte y técnica de la construcción tabicada.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 59.

5.- Redondo Martínez, E., "La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.", p.50.

6.- Truño, A., "Construcción de bóvedas tabicadas.", p. 6.

7.- *Ibid.*, p. 7.

2.1.3.1 Sencillado.

En primer lugar, se debe ejecutar la primera lámina o hoja. Este proceso comienza con el replanteo o marcado de la bóveda en los testers, que sirve de guía para dar forma al sencillado [Fig. 5]. En el caso de no existir testers, el albañil se apoyará en elementos auxiliares⁸ para ir construyendo el abovedamiento con la forma deseada.⁹

La primera hilada está cogida con pasta de yeso, construyéndose desde los laterales al centro como si de un arco de dovelas se tratase [Fig. 6]. Para este proceso las rasillas deben estar casi secas,¹⁰ de forma que pesen menos y sean más fáciles de sujetar.

La construcción de la primera lámina es sumamente importante, pues es aquí donde se define la bóveda tabicada, no solo su forma sino también el aspecto del intradós. Si se quiere dejar vista la bóveda, antes de empezar la construcción se debe definir el aparejo a usar, seleccionar las mejores piezas cerámicas, y llevar a cabo una ejecución perfecta del sencillado.¹¹

2.1.3.2 Doblado.

Tras la construcción de los tres primeros arcos consecutivos del sencillado, se procede a ejecutar el doblado; se trata del segundo tendido o lámina que se superpone a la primera.¹² Primero, se vierte un manto de conglomerante sobre la primera lámina, y se procede a ejecutar el doblado. De esta manera, se irán construyendo el sencillado y el doblado a la vez [Fig. 7].¹³

Una de las condiciones, imprescindibles, que debe cumplir el doblado es conseguir una total discontinuidad de las juntas entre las diferentes láminas o gruesos,¹⁴ que componen la bóveda tabicada. Dicho de otra manera, las sucesivas capas deben colocarse a matajuntas o rompejuntas.⁴

2.1.3.3 Relleno de enjutas.

Para finalizar con el proceso constructivo es necesario rellenar las embocaduras, riñones o enjutas; que son los huecos que se crean entre la bóveda tabicada y los soportes laterales. Pese a ser el último paso, no hay que olvidarse que tiene gran presencia en el comportamiento mecánico de la bóveda, ya que ayudan a contrarrestar los empujes laterales producidos por la bóveda, manteniendo una presión constante a lo largo de la sección [Fig. 8].

8.- Generalmente los elementos auxiliares eran tabiques provisionales donde apoyar el primer arco, o bien cerchas ligeras de madera que aseguraban la geometría de la bóveda por el intradós. *Ibíd.*, p. 8.

9.- *Ibíd.*, p. xiii.

10.- Por norma general en las construcciones con ladrillos se recomienda sumergir las piezas en agua antes de ser colocadas en obra, la finalidad es conseguir un nivel de humedad homogéneo tanto del ladrillo como del conglomerante, mejorando así la calidad de la obra. Otro de los motivos por los que se humedecen los ladrillos es para evitar que, por succión, se reduzca la humedad del conglomerante, estropeando el fraguado de este. La información esta extraída del siguiente enlace <https://blogingenieria.com/ingenieria-civil/mojar-ladrillos-construir/>

11.- Truño, A., *Construcción de bóvedas tabicadas.*, p. xiv.

12.- *Ibíd.*, p. xv.

13.- La capa de conglomerante que se coloca sobre el sencillado, tiene un espesor con relación entorno al 0.5 y 1 del espesor de la rasilla. Por otro lado, la separación máxima entre el borde del doblado y la superficie límite del sencillado no debe exceder los 60 cm, que es la medida aproximada de un brazo. Gulli, R., *Arte y técnica de la construcción tabicada.*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América.*, p. 60.

14.- Truño, A., *Construcción de bóvedas tabicadas.*, p. xvi.



Fig. 3



Fig. 4

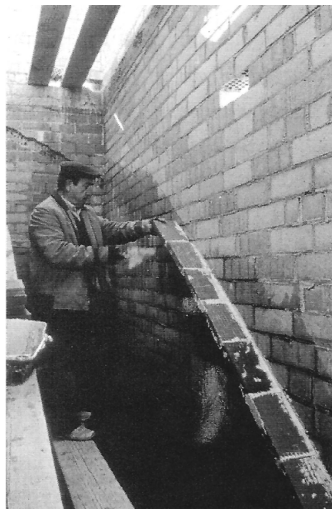


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

Fig. 3 Enlardado o untado de una rasilla antes de su colocación.

Fig. 4 Colocación de la rasilla con ayuda de un golpe en la diagonal.

Fig. 5 Primer arco del sencillado con ayuda del marcado en el testero.

Fig. 6 Terminación de una hilada colocando la rasilla central, como si de un arco de dovelas se tratase.

Fig. 7 Construcción del sencillado y el doblado a la vez.

Fig. 8 En naranja el relleno de las enjutas y su acción de empuje, manteniendo una compresión constante en la sección.

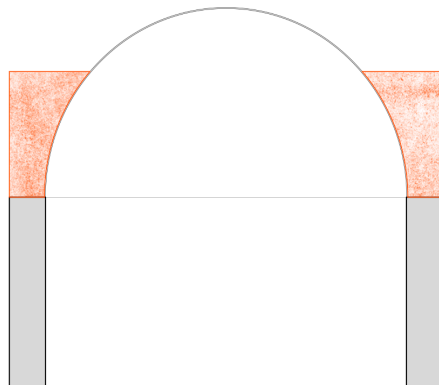
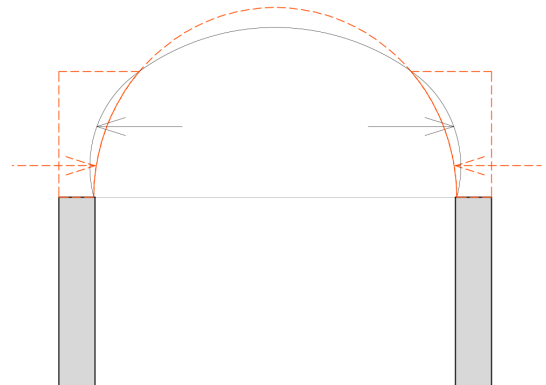


Fig. 8



Otro de los elementos que se deben mencionar son las lengüetas o muros perpendiculares a la directriz de la bóveda, cuya función es la de rigidizar el sistema, consiguiendo mayor estabilidad [Fig. 9].¹⁴

Generalmente, las lengüetas se colocan sobre bóvedas que soportaran suelos transitables, ya que así se consigue que los abovedamientos asimilen cargas asimétricas. En el caso de cúpulas o naves de iglesias, donde la bóveda está protegida por una cubierta, las lengüetas serían opcionales o en todo caso su construcción dependería de las dimensiones del abovedamiento [Fig. 10].¹⁵

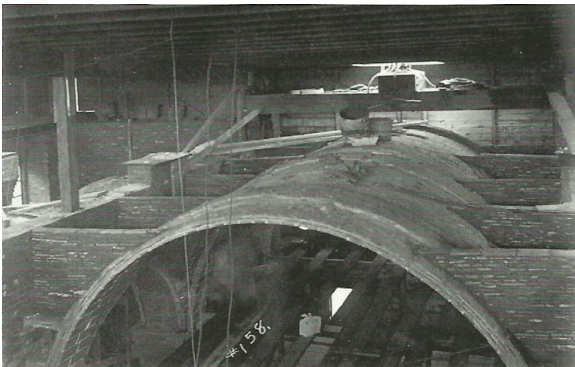


Fig. 9

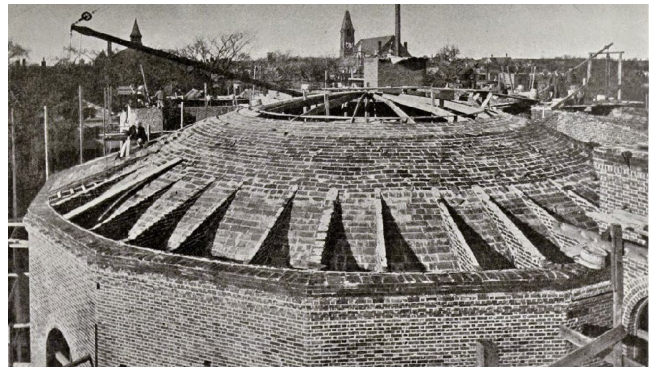


Fig. 10

2.2 Configuración estructural.

Igual de importante que el sistema constructivo, es entender el comportamiento mecánico de la bóveda tabicada. En el siguiente apartado haremos un repaso breve de las teorías propuestas a lo largo de la historia, con el objetivo de comprender el funcionamiento estructural de las bóvedas de una manera clara.

2.2.1 Fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679).

En el siglo XVI las bóvedas tabicadas alcanzaron gran popularización gracias a su resistencia, rápida ejecución y ligereza. De esta forma, llegaron los primeros tratados que reconocieron el sistema, así como las primeras hipótesis en torno al funcionamiento estructural de éste tipo de bóveda.¹⁶

El primer tratado en escribir acerca de la bóveda tabicada fue *Arte y Uso de Arquitectura* (1639-1665) de Fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679), el cual ya mencionamos en el capítulo anterior.

Este escrito describe la construcción de diferentes tipos de bóvedas, con tres materiales diferentes: rosca de ladrillo, piedra y tabicada [Fig. 11].¹⁷ Fray Lorenzo no hace ninguna distinción entre los tres materiales, pero sí que es consciente de que las bóvedas tabicadas, por su ligereza, generan menos empuje que las construidas con los otros dos materiales. Como consecuencia, los muros que reciben los empujes son más ligeros [Tabla 1].

Fig. 9 Lengüetas sobre un bóveda tabicada, en la Biblioteca Pública de Boston (1890).

Fig. 10 Lengüetas en la cúpula del *East Boston High School* construida por la Guastavino Company en 1899.

15.- Guastavino, R., *Escritos sobre la construcción cohesiva.*, p. xx.

16.- Huerta, S., *La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América.*, p. 88.

17.- Fray Lorenzo entiende que las bóvedas tabicadas son de yeso y así las llama en su ensayo: *«[...] de tres materiales se hacen bóvedas, que es de yeso tabicado, de rosca de ladrillo y de cantería.»*. Redondo Martínez, E., *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.*, p.51.

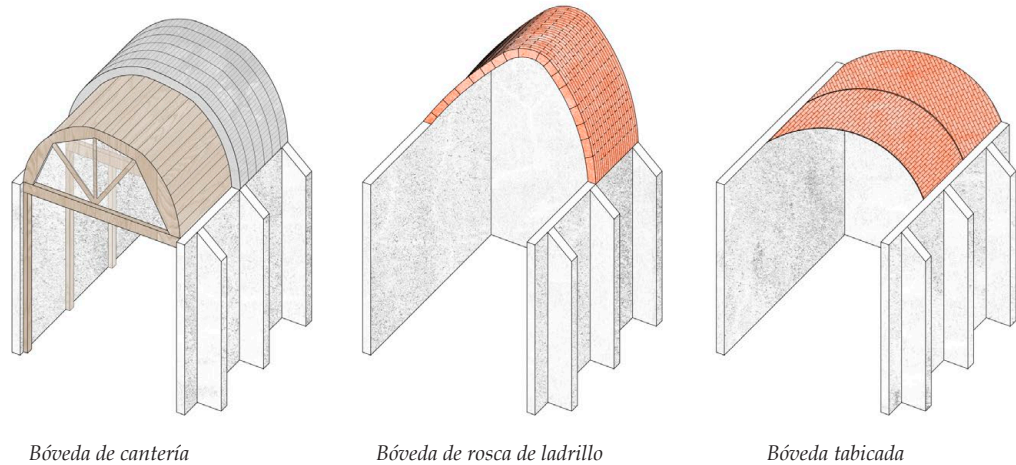


Fig. 11 Tipos de bóvedas según su materialidad y su técnica.

Fig. 11

Configuración	Muro continuo	Muro + Contrafuertes
Dovelas	$L/3$	$L/6 + L/3$
Rosca de ladrillo	$L/4$	$L/7 + L/3$
Tabicada	$L/5$	$L/8 + L/4$

Tabla. 1 Publicado en Huerta, S., "La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 89.

El tratado de Fray Lorenzo es muy importante, no solo por ser el primero en reconocer el sistema tabicado, también lo es desde un punto de vista estructural, ya que sin hacer ensayos propone un comportamiento mecánico muy cercano a la realidad, simplemente basándose en los sistemas tradicionales de bóvedas.¹⁶

2.2.2 Conde D'Espie (1709-1792).

En 1700 el sistema tabicado se había introducido de lleno en Francia y adquirió una enorme fama gracias a su ligereza. Fue entonces cuando El Conde D'Espie (1709-1792)¹⁸ se interesó por el sistema. No obstante, el interés que habían despertado las bóvedas tabicadas en el conde, fue también por su gran resistencia al fuego, prueba de ello es el tratado que publicó en 1754 cuyo nombre fue *Manière de rendre toutes sortes d'édifices incombustibles, ou Traité sur la construction des voûtes, faites avec des briques et du plâtre, dites voûtes plates, et d'un toit de brique, sans charpente, appelé comble briqueté*, en su traducción al español *Manera de construir toda suerte de edificios incombustibles, o Tratado de la construcción de bóvedas, hechas con ladrillo y yeso, llamadas bóvedas planas, y de un tejado de ladrillo, sin madera, llamado comble briquete*. La traducción la realizó Joaquín de Sotomayor en 1776.¹⁹

El conde D'Espie planteó un comportamiento monolítico de la bóveda tabicada. Esto hubiera supuesto una gran novedad, ya que implicaría la ausencia de empujes laterales sobre los soportes. Aunque la hipótesis anterior es falsa, D'Espie la justificaba al comparar el comportamiento de

18.- Félix Francoise d'Espie (1708-1792) originario de Toulouse. Le llamaron las capacidades ignífugas de las bóvedas tabicadas, es por ello que decide estudiarlas. *Ibid.*, p.68.

19.- Huerta, S., "La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 89.

las bóvedas tabicadas con otros sistemas abovedados. Bien es cierto que, al comparar los diferentes sistemas, el tabicado tiene unos empujes casi despreciables, pero no nulos.

Otra de las justificaciones que aportó para apoyar su teoría, son diferentes ensayos donde se abren huecos, en las bóvedas, con ayuda de un martillo y al comprobar que no se derrumbaban, se entendía que la bóveda trabaja como un único elemento. Las bóvedas que sí colapsaron, D'Espie las justificó como un fallo en la construcción.²⁰

2.2.3 Manuel Fornés y Gurrea (1777-1856).

La siguiente aportación a la teoría del comportamiento mecánico de las bóvedas tabicadas la hizo en 1841, Manuel Fornés y Gurrea (1777-1856),²¹ en su tratado titulado *Observaciones sobre la Práctica del Arte de Edificar*, que se reeditó en 1847.

En el tratado se describe con todo detalle la ejecución del sistema. En cuanto a su comportamiento mecánico defiende las ideas de Fray Lorenzo, entendiendo que las bóvedas empujan y que los esfuerzos generados son menores. Pero aquí es donde el escrito propone su visión particular, ya que combina los conceptos, del empuje con la idea del monolitismo de D'Espie. Al principio define el empuje de las bóvedas como el resultado de varios factores como son la luz a salvar, la distancia de rebaje y el grueso de la bóveda. Más adelante, defiende que una vez construidas, el cuerpo de la bóveda trabaja como un único elemento y que sus empujes solo dependen del peso propio de la bóveda.²²

2.2.4 Rafael Guastavino Moreno (1842-1908).

En 1892 se recopilaron una serie de artículos y conferencias, sobre el comportamiento mecánico de las bóvedas tabicadas, dadas por Rafael Guastavino Moreno (1842-1908).²³ El libro se tituló *Essay on The theory and history of cohesive construction, applied especially to The timbrel arch*. En su traducción al español se titula *Ensayo sobre la teoría e historia de la construcción cohesiva, con particular atención a la bóveda tabicada*.²⁴

Ante la necesidad de proponer una teoría que explique el comportamiento estructural de una bóveda tabicada, Rafael Guastavino propuso la teoría

20.- *Ibíd.*, p. 90.

21.- Manuel Fornés y Gurrea (1777-1856) originario de Valencia. Desde 1800 fue miembro en la Academia de Nobles Artes de San Carlos. No solo es conocido por sus dos tratados (1841, 1846), sino también por la remodelación del templo del Santísimo Cristo del Salvador de Valencia. La información se puede consultar en los siguientes enlaces: post de García Méndez, N., *Tratadista del siglo XIX: Manuel Fornés y Gurrea*. <https://tratadistas.wordpress.com/2018/04/19/tratadista-del-siglo-xix-manuel-fornes-y-gurrea/>; y en https://es.wikipedia.org/wiki/Manuel_Forn%C3%A9s_y_Gurrea

22.- Huerta, S., *La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América*, p. 91.

23.- Rafael Guastavino Moreno (1842-1909) nace en Valencia. En 1871 consigue su título de Maestro de Obras por la Escuela de Barcelona. Diez años después emigra a Estados Unidos donde realizara sus obras más importantes, bajo el nombre de su empresa Guastavino Company. Rosell Colomina, J., *Rafael Guastavino Moreno. Ingenio en la arquitectura del siglo XIX*.

24.- Huerta, S., *La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América*, p. 92.

de la construcción cohesiva,²⁵ entendiéndose que el comportamiento de las bóvedas tabicadas reside, en la unión de los diferentes elementos que la componen. Para Guastavino la cohesión entre las partes es la garantía del funcionamiento estructural de la bóveda. Para defender esta teoría, diferencia los sistemas estructurales en dos tipos [Fig. 12]: construcción mecánica y construcción cohesiva:

“Se pueden considerar dos tipos generales de construcción: la construcción mecánica o construcción por gravedad y la construcción cohesiva, o por asimilación.

La primera se basa en la resistencia de cualquier sólido a la acción de la gravedad cuando es contrarrestada por otro sólido. De este conjunto de fuerzas, más o menos opuestas entre sí, resulta el equilibrio de la masa total, sin tener en cuenta el poder cohesivo del material existente entre los sólidos.

La segunda tiene por fundamentos las propiedades de cohesión y asimilación de distintos materiales que, por una transformación más o menos rápida, imitan el proceso de formación de conglomerantes en la Naturaleza.”

Moreno Guastavino, R., *“Essay on The theory and history of cohesive construction, applied especially to The timber arch.”*, p. 44. Publicado en Huerta, S., *“La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 93.

Otra de las diferencias que aporta Guastavino sobre el comportamiento de la bóveda tabicada, reside en el proceso constructivo:

“Podemos dar otra definición más precisa y extensa para ambos sistemas, estableciendo que el primer sistema, es aquel en el que todos los elementos pueden separarse uno a uno y después recomponerse de la misma forma o similar. A este tipo pertenecen las pirámides de Egipto y los templos griego, etc. En la construcción cohesiva, por el contrario, no se pueden separar los componentes sin destruir la masa en su integridad.”

Moreno Guastavino, R., *“Essay on The theory and history of cohesive construction, applied especially to The timber arch.”*, p. 45. Publicado en Huerta, S., *“La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 93.

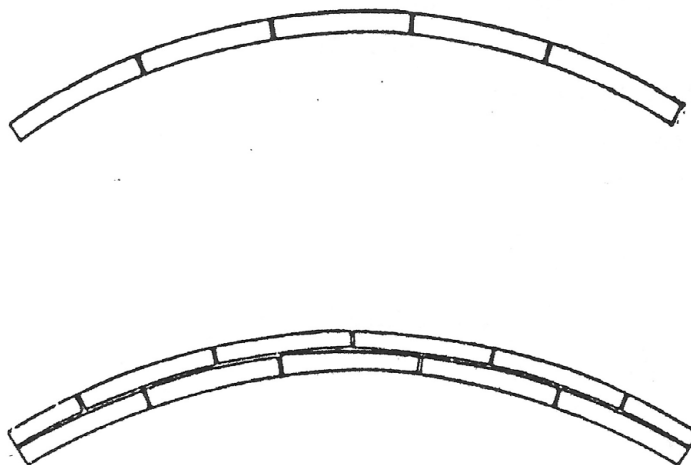


Fig. 12 Arco mecánico (arriba), arco cohesivo (abajo).

Fig. 12

25.- A su llegada a Nueva York tuvo la necesidad de crear un sistema teórico apoyado con diferentes ensayos, ya que en Estados Unidos surge mucho escepticismo entorno a la resistencia que podía proporcionar el sistema tabicado. *Ibíd.*, p. 92.

En contraposición a otros tratados, Guastavino realizó varias pruebas mecánicas, sobre bóvedas tabicadas, donde comprobó la existencia de empujes [Fig. 13-16]. Pese a esto, su ensayo defiende el comportamiento monolítico de la bóveda tabicada. Seguramente respalde esta postura por considerar que los empujes son tan pequeños que se pueden despreciar. Él lo explica de la siguiente manera:

“Tampoco estamos considerando aquí una cúpula de dovelas, sino una simple cúpula de fundición que trabaja como una pieza única.”

Moreno Guastavino, R., *“Essay on The theory and history of cohesive construction, applied especially to The timbered arch.”*, p. 72. Publicado en Huerta, S., *“La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 97.



Fig. 13

Fig. 13 Fotografía de uno de los ensayos hechos por Guastavino en América.



Fig. 14

Fig. 14 Fotografía de la bóveda sometida al ensayo de fuego y carga de 1897.



Fig. 15

Fig. 15 Prueba de fuego; el abovedamiento se sometió durante 4 horas a una temperatura constante de 1000 °C (1897).

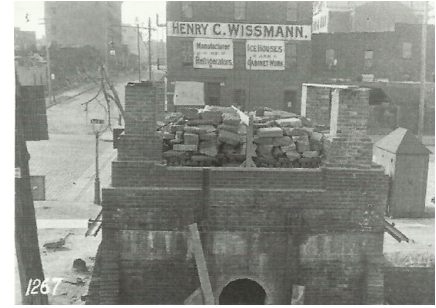


Fig. 16

Fig. 16 Prueba de carga; la bóveda alcanzó una carga 2 929 Kg/m², después de haberse sometido al ensayo de fuego (1897).

La teoría que propone Guastavino es muy contradictoria, sobre todo teniendo en cuenta que se opone con su obra construida. En la sección constructiva de sus abovedamientos siempre coloca zunchos o vigas, cuya función es oponerse al empuje de la bóveda. Esto entra en contradicción directa frente a la idea del monolitismo que propone en su tratado.²⁶

Debemos tener en consideración que Guastavino era un experto en la construcción de bóvedas tabicadas, por lo que era consciente en todo momento que lo más determinante para una bóveda era la forma, ya que los empujes no dependen del material, pero sí de la morfología del abovedamiento.²⁷

2.2.5 Análisis matemáticos

Tras las teorías propuestas por Guastavino surgen los primeros análisis elásticos de las bóvedas tabicadas. Hay que destacar el trabajo de Domènech i Montaner (1850-1923),²⁸ ya que es el primero en considerar la capacidad de resistencia a flexión que tienen este tipo de bóvedas. Para él, esta propiedad es la única explicación de su comportamiento, dado que gracias a ella se consiguen anular los empujes horizontales.

“El secreto mecánico de la construcción de estas bóvedas...está en no limitar el cálculo de los mismos a la resistencia al esfuerzo de compresión de los materiales empleados, sino aprovechar también las resistencias a la tensión y al esfuerzo transversal que ofrecen nuestros ladrillos auxiliados por los morteros de cal o cemento.”

Citado en Huerta, S., *“La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América”*, p. 102.

Años más tarde, Domènech hizo análisis con arcos tabicados y cargas uniformes. Entendiendo que la forma de la bóveda determina el comportamiento de ésta, es decir, si la línea de fuerza está contenida en la forma de la bóveda, su comportamiento será perfecto ya que solo trabajará a compresión.²⁹

26.- *Ibíd.*, p. 97.

27.- *Ibíd.*, p. 99.

28.- Lluís Domènech i Montaner (1850-1923) nace en Barcelona. Fue un gran arquitecto y físico-matemático. Pionero en buscar una arquitectura nacional catalana, siendo uno de los impulsores del modernismo catalán. Mentor de arquitectos como, Gaudí, Puig i Cadafalch, Jujol entre otros. La información se puede consultar en los siguientes enlaces: post de Nuñez i Navarro., *“Uno de los grandes arquitectos del Modernismo.”* <http://www.casalleomorera.com/es/domenech-i-montaner-1/vida-1/>. Su biografía completa en el siguiente pdf, ofrecido por la casa museo Lluís Domènech i Montaner <http://casamuseu.canetdemar.org/2.castella/3.1.biografia/pdf/biografia.pdf>.

29.- Huerta, S., *“La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 103.

Con el paso del tiempo y con la incorporación de nuevas técnicas de cálculos estructurales, se ha intentado averiguar el comportamiento de las bóvedas tabicadas aplicando métodos elástico-cohesivos, o llevando a cabo simulaciones de carga con Métodos de Elementos Finitos. Sin embargo, surge un problema con estos métodos, ya que son incapaces de reconocer la composición heterogénea del sistema tabicado, por lo que los resultados no terminan de ser del todo fiables.³⁰

En la actualidad la teoría que mejor determina el comportamiento de las bóvedas tabicadas son *los Principios del Análisis Límite de las Fábricas*, teoría realizada por Jacques Heyman (1925-)³¹ y que sistematiza los principios de las antiguas teorías del siglo XVIII y XIX. Los principios de Heyman se recogen en las siguientes 3 hipótesis:

- La fábrica presenta una resistencia a compresión infinita.
- La fábrica tiene una resistencia a tracción nula.
- El fallo por desplazamiento es imposible.

El profesor Heyman acompaña, *los Principios del Análisis Límite de las Fábricas*, con el *Teorema Fundamental de la Seguridad*, que aplicado a los elementos cerámicos se entiende como:

"[...] si es posible dibujar una línea de empujes en equilibrio con las cargas contenidas dentro de la estructura, no se hundirá"

Citado en Huerta, S., *La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América*, p. 107.

De esta manera, podemos entender la seguridad estructural de los abovedamientos, como la seguridad a la estabilidad o el equilibrio. Esto significa que la capacidad portante de la bóveda, independientemente del material o de la técnica constructiva empleada, va a estar definida por la geometría de la misma.³²

30.- *Ibíd.*, 105.

31.- Jacques Heyman (1925-) ingeniero británico. Fue miembro de la universidad de Cambridge donde ejerció como jefe de departamento desde 1983 hasta el año 1992. Son conocidos sus estudios acerca de las estructuras de fábrica. La información se puede consultar en los siguientes enlaces; <http://www-g.eng.cam.ac.uk/125/noflash/1975-2000/heyman.html> y en https://es.wikipedia.org/wiki/Jacques_Heyman

32.- Huerta, S., *La mecánica de la bóveda tabicada en su contexto histórico: la aportación de los Guastavino.*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América.*, p. 108.

III

La bóveda tabicada en el siglo XIX

3.1 Siglos XIV-XVIII

Desde el siglo XIV hasta inicios del siglo XIX, el sistema tabicado ha ido evolucionando y adquiriendo peso con el tiempo.

Entre los siglos XIV y XVI la técnica se utilizó generalmente como plemento entre nervios de ladrillo o de piedra. Dentro de este período merece la pena destacar La Cartuja de Valldecris [Fig. 1-3], ubicada en la villa de Altura en la provincia de Castellón. El proyecto fue edificado a comienzos del siglo XV y la construcción de la totalidad del conjunto se realizó con bóvedas tabicadas entre nervios de piedra, que actualmente se conservan en algunas estancias de la cartuja. Otro proyecto que merece ser mencionado es el Claustro del Hospital de Santa Cruz, situado en Barcelona y construido en 1471. De la misma forma que en la Cartuja de Valldecris, aquí las bóvedas se convierten en plementos entre los nervios.¹

A partir del siglo XVI, las bóvedas empiezan a ganar protagonismo debido al cambio de estilo arquitectónico. Se estaban dejando de lado los nervios apuntalados y bóvedas de crucería típicas del gótico, para empezar a utilizarse los arcos de medio punto y las bóvedas vaídas del renacimiento. No obstante, y pese a las ventajas que traía consigo el sistema tabicado al espacio renacentista, se seguían utilizando nervios en los abovedamientos. La Lonja de Zaragoza construida en 1551, es uno de los ejemplos más claros donde se puede ver el nuevo estilo implementado con bóvedas tabicadas [Fig. 4-5].²

En el siglo XVII y gracias a la publicación del tratado de Fray Lorenzo (1639), la bóveda tabicada cobra importancia y empieza a utilizarse como un sistema constructivo, dejando de ser un plemento y convirtiéndose ella misma en estructura. También comenzó a utilizarse como un falso techo para cambiar el estilo interior de las iglesias. Esto se puede observar en los Santos Juanes de Valencia, en la cual se construye en 1693 una bóveda tabicada en cascada, compuesta por 3 partes. La central se ubica debajo

1.- Redondo Martínez, E., *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo*, p. 29, 31.

2.- *Ibíd.*, p. 34, 40.

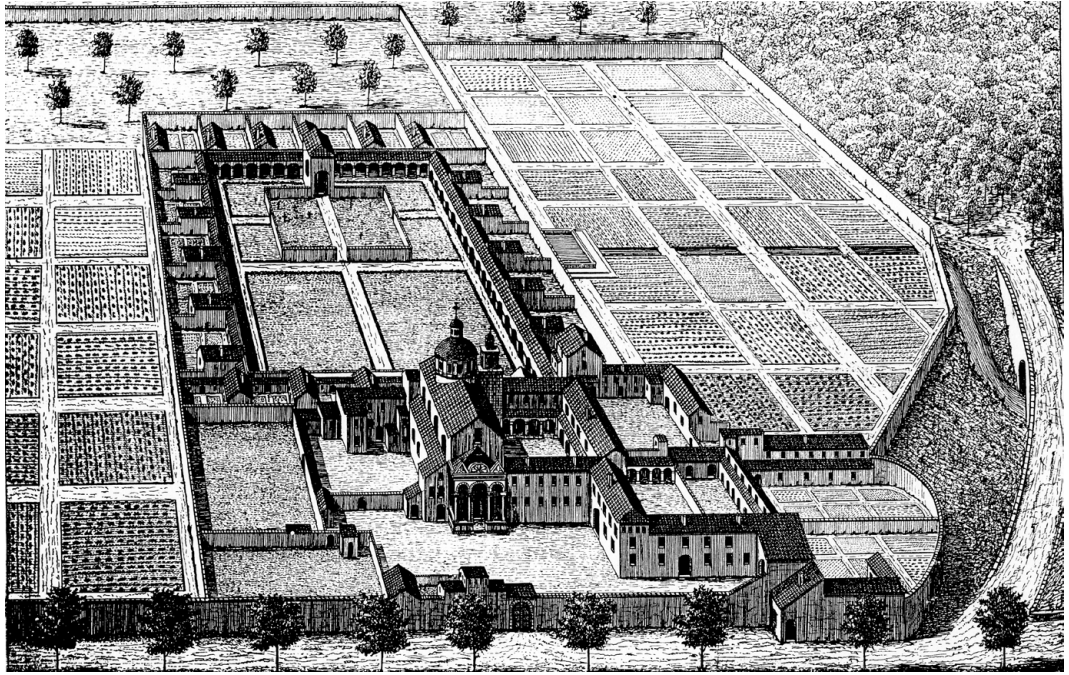


Fig. 1

Fig. 1 Vista de pájaro del conjunto de la Cartuja de Valldecrust.

Fig. 2 Vista interior de las ruinas conservadas en la Cartuja de Valldecrust.



Fig. 2

Fig. 3 Vista interior de las ruinas conservadas en la Cartuja de Valldecrust.



Fig. 3

Fig. 4 Vista interior de la Lonja de Zaragoza (1551).

Fig. 5 Sección transversal de la Lonja de Zaragoza. (1551)



Fig. 4

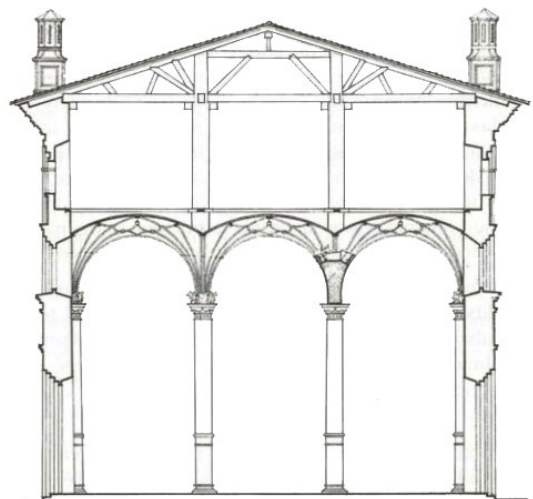


Fig. 5

del arco apuntado al que oculta, adaptándose a su forma; mientras que las otras dos partes nacen de los laterales de la pieza central y cubren el resto del espacio de forma transversal. Finalmente, el acabado de las bóvedas se realiza con decorados barrocos, consiguiendo así transformar el estilo gótico interior del espacio eclesiástico [Fig. 6-7].³

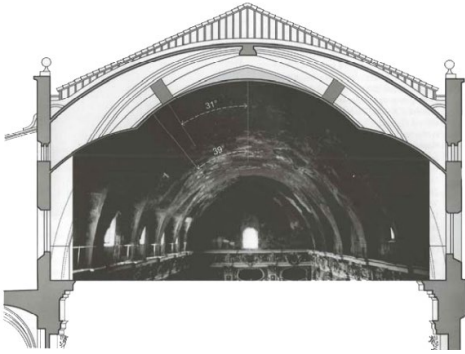


Fig. 6



Fig. 7

Fig. 6 Sección transversal de la Iglesia de los Santos Juanes tras la construcción de la bóveda tabicada (1693).

Fig. 7 Vista interior de la Iglesia de los Santos Juanes tras la construcción de la bóveda tabicada (1693).

Durante el siglo XVIII, la bóveda tabicada se terminó consolidando en territorio catalán gracias a los ingenieros militares, que con el cambio de siglo buscaban la unión de la ciencia y el arte. Para ello, muchos de ellos se formaban en disciplinas teórico-prácticas como: topografía, geografía, ingeniería de caminos, urbanismo, construcción y arquitectura entre otras profesiones.⁴

Los ingenieros militares llegaron a controlar en torno al 66% de las obras construidas en Cataluña⁴ y en todas ellas utilizaron bóvedas tabicadas, por las ventajas que les ofrecía el sistema. De esta época podemos destacar dos proyectos, la Universidad de Cervera (1717-1804) [Fig. 8] y el Castillo de San Fernando (1753) en Figueras [Fig. 9-10]. En ambos se utilizan las bóvedas tabicadas para componer el espacio interior. Sin embargo, debido a su mayor extensión, en el castillo de San Fernando se lleva a cabo un uso más diverso de la técnica, combinando tipologías de bóvedas en dependencia del espacio a cubrir.⁵

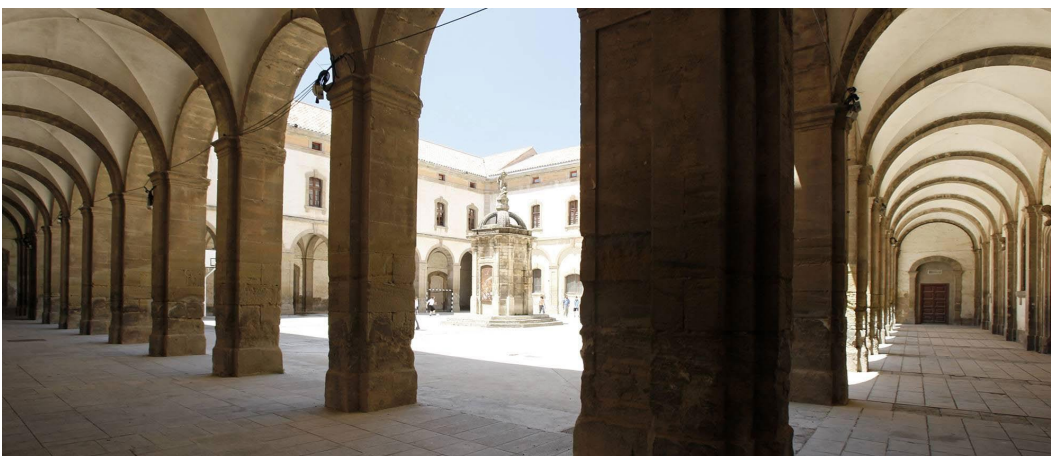


Fig. 8

Fig. 8 Vista interior del claustro de la Universidad de Cervera (1717-1804).

3.- *Ibíd.*, p. 37.

4.- Tarragó, S., "Las variaciones históricas de la bóveda tabicada.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 224.

5.- *Ibíd.*, p. 225.

Fig. 9 Corredor del Castillo de San Fernando en Figueras (1753).



Fig. 9

Fig. 10 Interior de las caballerizas en el Castillo de San Fernando en Figueras (1753).



Fig. 10

La bóveda tabicada no solo terminó por consolidarse en el siglo XVIII, también se expandió hacia otras fronteras. En 1740 se construyó el Castillo de Bizy en *Vernon* (Francia), mediante la utilización de este sistema. La construcción la llevó a cabo el Duque de *Belle-Isle* (1684-1761), el cual pudo haber tenido algún contacto con dicho sistema en la región de Rosellón. Catorce años después de la construcción del Castillo de Bizy, en 1754 se publica el tratado del conde *D'Espie*, afirmando así el conocimiento del sistema en el territorio francés.⁶

Otro de los territorios a donde se expandió esta técnica constructiva fue Sudamérica. En 1792 viajó una expedición de misioneros a la Nueva Granada (actualmente Colombia), dentro de la cuál se encontraba Joseph Pascual Domingo de Petrés (1759-1811). Éste último tenía una formación como albañil que aprendió de su padre en Valencia. En el nuevo continente realizó numerosas construcciones con la ayuda del sistema tabicado. Dentro de ellas destacan el Observatorio Astronómico de Santa Fe [Fig. 11-12], erigido en 1803 y la Catedral Primada de 1792, ambos edificios construidos en Bogotá.⁷

Fig. 11 Vista interior de las escaleras en el Observatorio Astronómico de Santa Fe (1803).



Fig. 11

Fig. 12 Vista exterior del Observatorio Astronómico de Santa Fe (1803).



Fig. 12

6.- En 1659 la corona española sede a la corona francesa una región del norte de Cataluña, donde pudieron encontrarse construcciones que implementaban el sistema tabicado. Truño, A., "Construcción de bóvedas tabicadas.", p. xxiii.

7.- Aparte de la formación como albañil, Domingo de Petrés también poseía un tomo de la segunda edición del tratado de Fray Lorenzo, con la que viajó a Nueva Granada. Ochsendorf, J., "Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.", p. 22.

3.2 Siglo XIX

En 1790 se crea la Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid, tras lo cual los ingenieros militares pierden protagonismo, ya que sólo se les autoriza a trabajar en obras estrictamente militares. A raíz de este acontecimiento la imagen del maestro de obras pasa a un primer plano⁴ continuando con el trabajo realizado anteriormente por los ingenieros.⁸

3.2.1 Maestros de obra (1800-1840)

Durante el siglo XIX dichos maestros crearon un sistema constructivo perfectamente organizado y basado en la cerámica, utilizando exclusivamente ladrillos, rasillas y baldosas. De esta forma, se generó una arquitectura homogénea durante el siglo XIX, que servirá como telón de fondo para el modernismo que se desarrollará a comienzos del siglo XX.⁸

Del sistema constructivo desarrollado por los maestros de obra durante el siglo XIX, debemos destacar las soluciones que aportaron a la caja de escaleras, ya que dentro de la construcción de un edificio la parte más complicada a solucionar con bóvedas tabicadas es el recorrido de la comunicación vertical. Desarrollaron dos métodos: el primero realiza una escalera de tramos independientes, dispuestos a montacaballo; mientras que el segundo se resuelve con tramos continuos y rellenos en las esquinas apechinadas, que se generan en la unión de las dos esquinas de empotramiento [Fig. 13].⁸

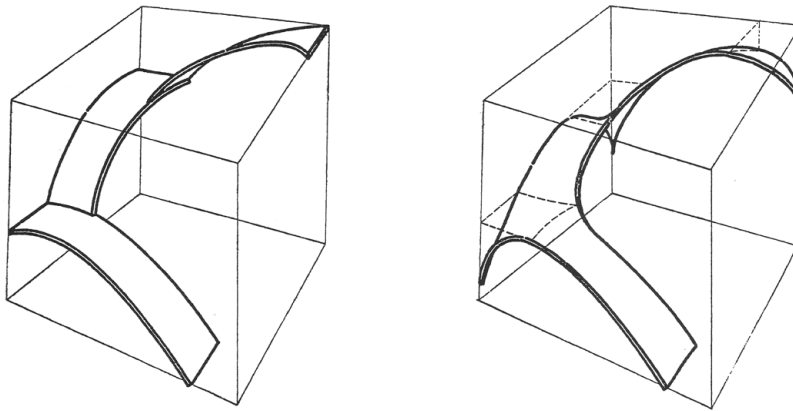


Fig. 13

Fig. 13 Escalera resuelta con tramos a montacaballo (izquierda). Escalera resuelta con estramos continuos y esquinas apechinadas (derecha).

Un claro ejemplo de la arquitectura que se estaba desarrollando en el ámbito urbano, es la Casa de la Caridad [Fig. 14] de Barcelona, construida en 1823, y donde se resuelven las dos primeras plantas con bóvedas tabicadas apoyadas en los muros laterales y en un pilar central, consiguiendo así un espacio más amplio y diáfano. Dentro de la arquitectura rural el sistema también se introdujo de forma permanente durante el siglo XIX. En este caso, las plantas bajas de las masías generalmente se cubrían con bóvedas tabicadas, este es el caso de la masía de Can Arús [Fig. 15-16] construida en 1854 en Llobregat.⁹

8.- Tarragó, S., "Las variaciones históricas de la bóveda tabicada.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 226.

9.- Truño, A., "Construcción de bóvedas tabicadas.", p. xxxii-xxxiii.



Fig. 14 Fotografía de la Casa de la Caridad (1823) en derribo.

Fig. 15 Solera de rasilla sobre bóvedas portantes en la Masía Can Arús (1854).



Fig. 15

Fig. 16 Fotografía interior de la Masía Can Arús (1854).



Fig. 16

Fig. 14

3.2.2 Renovación arquitectónica catalana (1840-1900)

La Revolución Industrial, que ya había empezado en la segunda mitad del siglo XVIII y estaba cambiando la arquitectura en el resto de países, no llegaría a España hasta 1832, fecha en la que se inicia la revolución industrial española.¹⁰ La primera ciudad en mostrar el auge español fue Cataluña, que ya había iniciado su particular camino en el siglo XVIII.¹¹

En la región catalana se dan las condiciones óptimas para el desarrollo de la bóveda tabicada en las fábricas. Por un lado, la industria que se desarrolla es la textil, la cual no demanda grandes espacios ni maquinaria excesivamente pesada, únicamente requiere la creación de un espacio bien iluminado. En segundo lugar, la técnica tabicada es perfectamente conocida por los albañiles, convirtiendo su mano de obra en la más barato. Por último, surge a finales del siglo XIX el Modernismo, que utiliza la bóveda tabicada como un rasgo propio. Este movimiento nace desde el principio ligado al nacionalismo catalán, por lo que en muchos textos se empieza a cambiar el nombre a la "bóveda tabicada" por "bóveda catalana". Sin embargo, no será hasta el siglo XX cuando se desarrollen las construcciones modernistas más significativas.¹²

Las fábricas textiles catalanas tienen generalmente un mismo orden estructural: 7 metros entre hileras de columnas y 3.5 metros entre columnas de la misma hilera. Además, entre las columnas se colocaban vigas de madera

10.- Existen varios motivos por los que la revolución industrial en España es tardía: el primero motivo son las guerras napoleónicas (1808-1814); el segundo de ellos es la pérdida de las colonias americanas (1809-1824); y último es la precariedad por la que pasa el país creando un parón en el desarrollo. Redondo Martínez, E., "La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.", p. 179, y en el siguiente enlace https://es.wikipedia.org/wiki/Imperio_esp%C3%B1ol.

11.- Redondo Martínez, E., "La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.", p. 179.

12.- *Ibíd.*, p. 188-189.

con bóvedas de ladrillo atirantadas. Con el paso del tiempo, las fabricas demandaron espacios cada vez más diáfanos, por lo que la construcción tuvo que adaptarse a estas nuevas necesidades, como respuesta se produjo un cambio en la altura interior. A principios del siglo XIX las fabricas se levantaban con 3 ó 5 pisos sobre rasante, aunque poco a poco la altura fue disminuyendo con el fin de reducir cargas y eliminar columnas. A finales del siglo surge la fábrica tipo nave. Se trata de un espacio de una sola altura, que se expande horizontalmente con una clara linealidad, y solía ubicarse a las afueras de la ciudad.¹³

Al principio la bóveda tabicada se utilizaba como un sistema secundario de cubrimiento, pero a mediados del siglo XIX, adquirió un valor propio y se fue convirtiendo en un sistema integral. Una de las primeras fábricas en utilizar un sistema de bóvedas tabicadas apoyado directamente sobre pilares fue la Fábrica La Blanca de 1855 en Manresa [Fig. 17-18].¹⁴

En la década de los 60, se produjo una creciente actividad constructiva en Barcelona gracias al derribo de las murallas de la vieja ciudad, que se preparaba para expandirse con el proyecto de ordenación urbana de Ildefonso Cerdá (1815-1876).¹⁵ En esta nueva Barcelona se pusieron grandes expectativas en unas técnicas de construcción más modernas, rápidas y baratas.

La renovación arquitectónica venía de la mano de los nuevos maestros de obras que salían de la universidad. Entre los impulsores de la nueva Barcelona se encontraban Elías Rogent, una de las figuras más relevantes del panorama arquitectónico de la segunda mitad del siglo XIX, Joan Torras, que poseía el apodo de el “Eiffel catalán” por su gran conocimiento en la construcción de hierro, y por ultimo último Rafael Guastavino, que con su magnífico uso de la bóveda tabicada renovó el estilo de la arquitectura industrial catalana.^{16 17}

3.2.2.1 Elías Rogent Amat (1821-1897)

Elías Rogent (1821-1897) originario de Barcelona, obtuvo el título de arquitecto en 1851 por la Real Academia de San Fernando de Madrid y en 1871 fue nombrado director de la Escuela Provincial de Arquitectura de Barcelona.¹⁸ Dentro de su obra construida debemos destacar su proyecto más ambicioso, la Universidad Literaria (1871) de Barcelona [Fig. 19-23]. Dicha institución se proyecta en dos manzanas del ensanche creando un

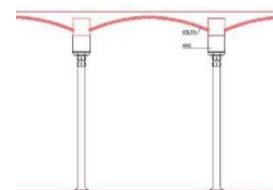


Fig. 17



Fig. 18

Fig. 17 Sección de la fábrica La Blanca (1855).

Fig. 18 Fotografía detalle del encuentro de la bóveda tabicada con el pilar, en la fábrica La Blanca (1855).

13.- *Ibíd.*, p. 185.

14.- *Ibíd.*, p. 192.

15.- Ildefonso Cerda Suñer (1815-1876) nace en Centellas, municipio de Barcelona. En 1835 se traslada a Madrid a estudiar en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, obteniendo su título en 1841. Su proyecto más destacado es el Plan Cerdá (el ensanche de Barcelona) realizado en 1860. Se puede consultar la información en la página oficial del instituto Cerdá en el siguiente enlace <https://www.icerda.org/es/ildefons-cerda/p/3>

16.- Rosell Colomina, J., “Rafael Guastavino Moreno Ingenio en la arquitectura del siglo XIX.”, en Ed. Huerta, S., “Las bóvedas de Guastavino en América.”, p. 203-204.

17.- Joan Torras junto Elías Rogent fueron profesores de los futuros arquitectos del modernismo como: Gaudí, Guastavino, Domènech i Montanes, Puig i Cadafalch entre otros. Redondo Martínez, E., “La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.”, p. 169-170. Ochsendorf, J., “Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.”, p. 19. Y en el post del ayuntamiento de Portbou titulado “Joan Torras y Guardiola.” que se puede consultar en el siguiente enlace <http://www.portbou.cat/coneix/personatges-destacats/joan-torras-i-guardiola/>

18.- Lacuesta Contreras, R., “La historia de la arquitectura catalana explicada por arquitectos.”, en Ed. Academia del Partal., “Papeles del Partal: revista de restauración monumental.”, 2015, núm. 7, p. 15.

solar de 246 x 113 m, de los cuales el proyecto se construirá en un rectángulo de 84 x 129 m.¹⁹ Constructivamente se trata de un proyecto robusto que utiliza técnicas tradicionales. Los sótanos están cubiertos por bóvedas de ladrillo a sardinel con un canto de 25 cm y las fachadas exteriores son de mampostería con revestimiento de cantería, mientras que el techo del piso bajo está hecho de bóvedas tabicadas, con gruesos variables que van de 5 a 3 roscas dependiendo de la luz que éstas deban cubrir.²⁰ La popularidad de sus obras, le llevo a ser el director de la Exposición Universal de Barcelona de 1888, la cual se convirtió en el punto de partida del modernismo catalán.²¹



Fig. 19

Fig. 19 Fachada de la Universidad Literaria (1871).

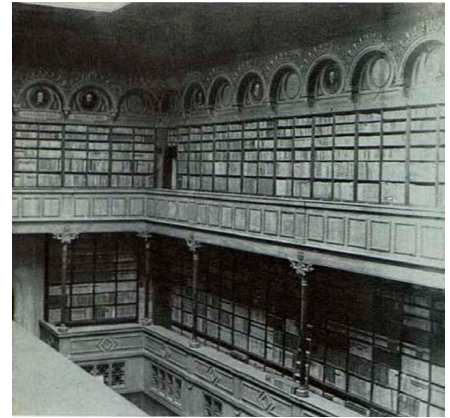


Fig. 20

Fig. 20 Vista interior de la Biblioteca en la Universidad Literaria (1871).

Fig. 21 Patio de la Facultad de Ciencias, en la Universidad Literaria (1871).

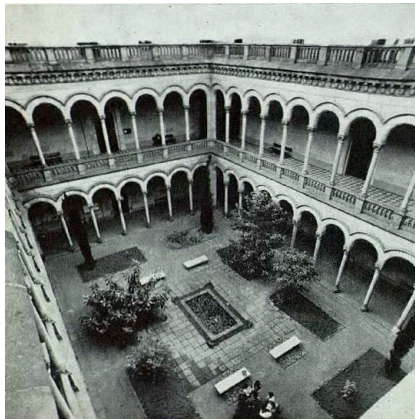


Fig. 21

Fig. 22 Vista interior del Paraninfo de la Universidad Literaria (1871).

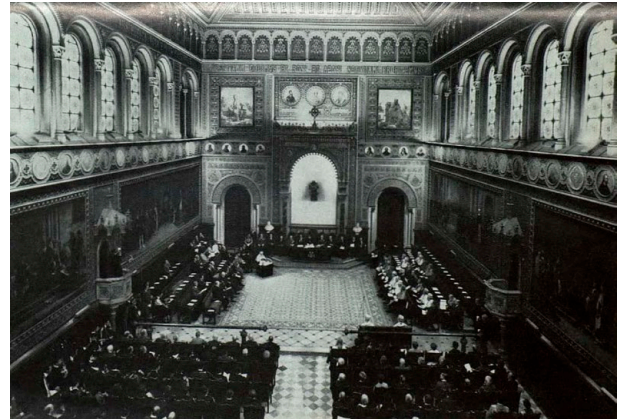


Fig. 22

Fig. 23 Fotografía de la planta baja en construcción de la Universidad Literaria (1871).



Fig. 23

19.- Universidad de Barcelona., ``Anuario del curso 1969-1970.'', p. 10.

20.- *Ibíd.*, p. 17-18.

21.- Redondo Martínez, E., ``La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.'', p. 195.

3.2.2.2 Joan Torras Guardiola (1827-1910)

Joan Torras (1827-1910) nace en Barcelona, se graduó en Madrid en la Escuela Especial de Arquitectura en 1854 y se especializó en cálculo de estructuras metálicas. Destaca la continua utilización del mismo esquema estructural: cerchas metálicas para la estructura principal y bóvedas tabicadas cilíndricas para la secundaria. Gracias a ello pudo construir espacios tan grandes como la granja de vacas La Ricarda (1901), ubicada en Llobregat [Fig. 24-25]. Uno de sus proyectos más importantes son las naves de Calderería [Fig. 26], realizado con bóvedas tabicadas de una luz de 5,65 m y 14 m de longitud y con una flecha de 50 cm, construida con dos hojas de rasilla y una de ladrillo.²² Otro proyecto que merece ser mencionado son las naves de Herrería [Fig. 27], las cuales salvan una luz total de 6 m con un espesor de 3 gruesos y con una flecha de 55 cm. En este edificio las bóvedas tabicadas están atirantadas cada 2.10 metros y apoyan sobre unas cerchas de 19 metros de longitud.¹⁴

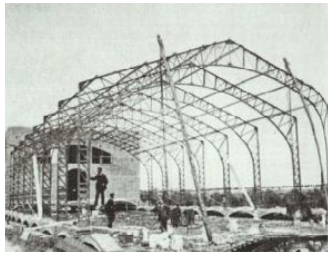


Fig. 24

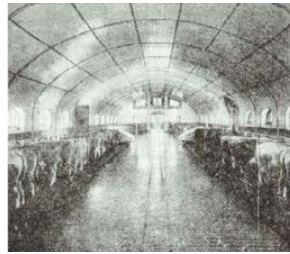


Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27

Fig. 24 Fotografía de la estructura metálica en construcción en la granja La Ricarda (1901).

Fig. 25 Vista interior de la granja La Ricarda (1901).

Fig. 26 Vista interior de la cubierta en las naves de Calderería.

Fig. 27 Vista exterior de las naves de Herrería.

22.- *Ibíd.*, p. 172.

3.2.2.3 Rafael Guastavino Moreno (1842-1908)

Rafael Guastavino Moreno (1842-1908) nace en Valencia. Su pasión por la arquitectura le viene impuesto por su familia materna, concretamente por su abuelo Manuel Moreno, albañil de profesión, que despierta en Rafael Guastavino el gusto por la construcción y concretamente por la bóveda tabicada, la cual ya había conocido en las construcciones vernáculas de Torreblanca²³ (municipio de la Comunidad Valenciana) [Fig. 28-29]. Durante su adolescencia trabajó como ayudante en el despacho de Josep Nadal, arquitecto inspector de obras públicas. Tras la muerte de éste, decidió trasladarse en 1861 a Barcelona para iniciar sus estudios en la Escuela Especial de Maestros de Obra, en la que obtuvo el título en 1871.²⁴

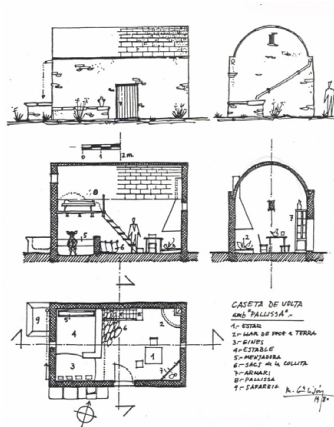


Fig. 28 Apuntes sobre la morfología de una caseta de volta.

Fig. 29 Vista exterior de una caseta de volta.

Fig. 28

Fig. 29

3.2.2.3.1 Barcelona

Durante su etapa en Barcelona, Guastavino tuvo que lidiar con nuevas técnicas y materiales que estaban llevando al olvido a la bóveda tabicada. El gran ingenio de Guastavino fue utilizar los nuevos materiales en una técnica tradicional, combinando la rasilla con el cemento Portland, que se empezaba a comercializar desde la década de los 50. El mortero proporcionaba gran resistencia a la bóveda en pocas horas, lo que hizo que se cambiase la concepción de fragilidad que se tenía de la bóveda tabicada, cualidad asociada al uso del yeso como conglomerante.²⁵

En sus comienzos Guastavino proyectó varias viviendas donde utilizó la bóveda tabicada de forma integral en el proyecto. No obstante, donde más repercusión tuvo su obra fue en la construcción industrial. Con la realización de una bóveda tabicada, en lugar de una de rosca, que era la que se utilizaba entonces en Inglaterra, pudo realizar suelos de obra que sustituían a los entarimados de madera, consiguiendo así un sistema incombustible y eliminando toda amenaza de fuego en el proyecto. Años después, el 75% de las construcciones en el parque fabril de Barcelona terminaron utilizando el

23.- Las casetes de volta son casas autóctonas de la región de Torreblanca, se construyen con muros de mampostería y se coronan con una bóveda de cañón tabicada, cuyo intradós se deja visto. Vegas, F., "Los orígenes valencianos en la obra de Guastavino.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 254.

24.- Rosell Colomina, J., "Rafael Guastavino Moreno Ingenio en la arquitectura del siglo XIX.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 201.

25.- *Ibid.*, p. 203-204.

sistema de bóvedas tabicadas, convirtiéndose las fábricas catalanas en un tipo genuino dentro de la arquitectura industrial.²⁶

Dentro del contexto al que nos estamos refiriendo, no podemos olvidarnos de la obra más representativa de Guastavino en Barcelona, la fábrica Batlló Hermanos (1868) en Manresa [Fig. 30-38]. El proyecto le fue otorgado por concurso en el año 1868, finalmente se construyó en 1875 bajo la dirección de obra del mismo Guastavino. La fábrica Batlló es quizás la obra más importante de su época en Barcelona, no solo por su calidad arquitectónica, sino también por lo que representó para él. Tras su construcción, el proyecto fue elogiado por su decoro y su rápido levantamiento, teniendo en cuenta las magnitudes del edificio que ocupaba cuatro manzanas del ensanche (una manzana ocupaba 113.3 m x 113.3 m). Todo ello impulsó la carrera de Guastavino, el cual todavía no poseía el título de maestro de obras.²⁷

Analizando con más profundidad la fábrica Batlló, debemos destacar también la gran chimenea de 61 metros de base octogonal, la cual va perdiendo sección conforme aumenta su altura y dibujando una curva hasta llegar al chapitel. El resto del proyecto está modulado y sustentado mediante pilares de hierro con unas luces de 3.7 x 5.2 m y sobre los cuales apoyan las bóvedas tabicadas cogidas con cemento. Esta combinación de materiales y técnicas tradicionales fue una de las características más importantes de la factoría. Si bien la chimenea fue considerada un logro estructural de la época, la sala subterránea se consideró un hito espacial creado por una retícula de bóvedas tabicadas, en cuyos centros se ubicaba un lucernario que permitía la entrada de una luz cenital y a la vez garantizaba una buena ventilación del espacio, favoreciendo el trabajo. Por primera vez se había pensado en la higiene del espacio, y así lo demostró Guastavino colocando lo más alejada posible la chimenea dentro del proyecto, expulsando los gases de la combustión lo más lejos posible de la zona de trabajo.²⁸

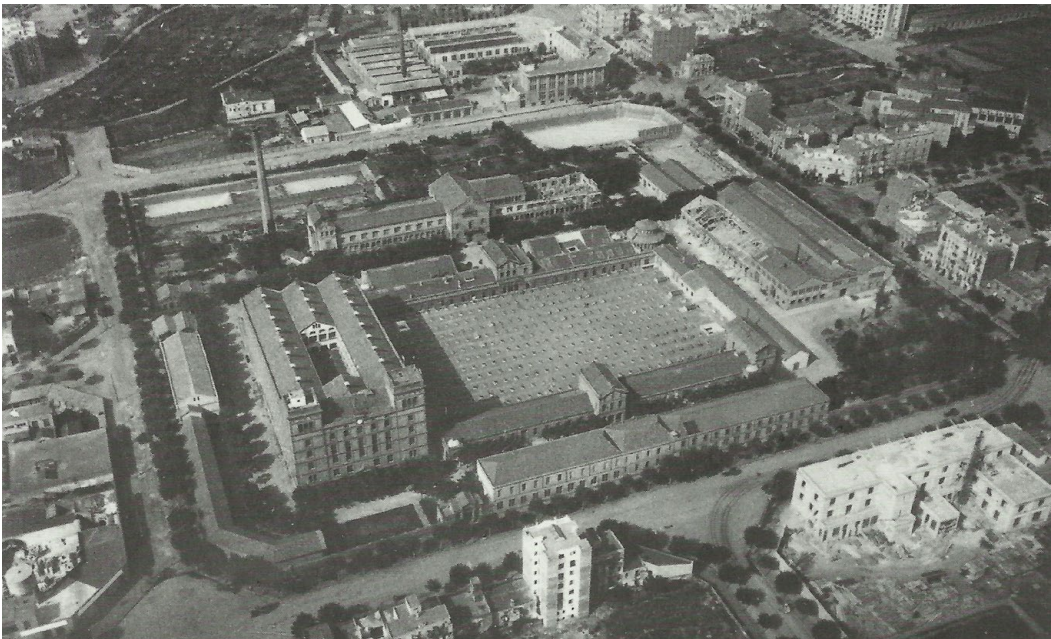


Fig. 30

Fig. 30 Vista de pájaro, donde se puede apreciar las dimensiones de la fábrica Batlló Hermanos (1868).

Fig. 31 Chimenea octogonal de ladrillo en la fábrica Batlló Hermanos (1868).

26.- *Ibíd.*, p. 204-205.

27.- Ochsendorf, J., "Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.", p. 26-27.

28.- *Ibíd.*, p. 31.

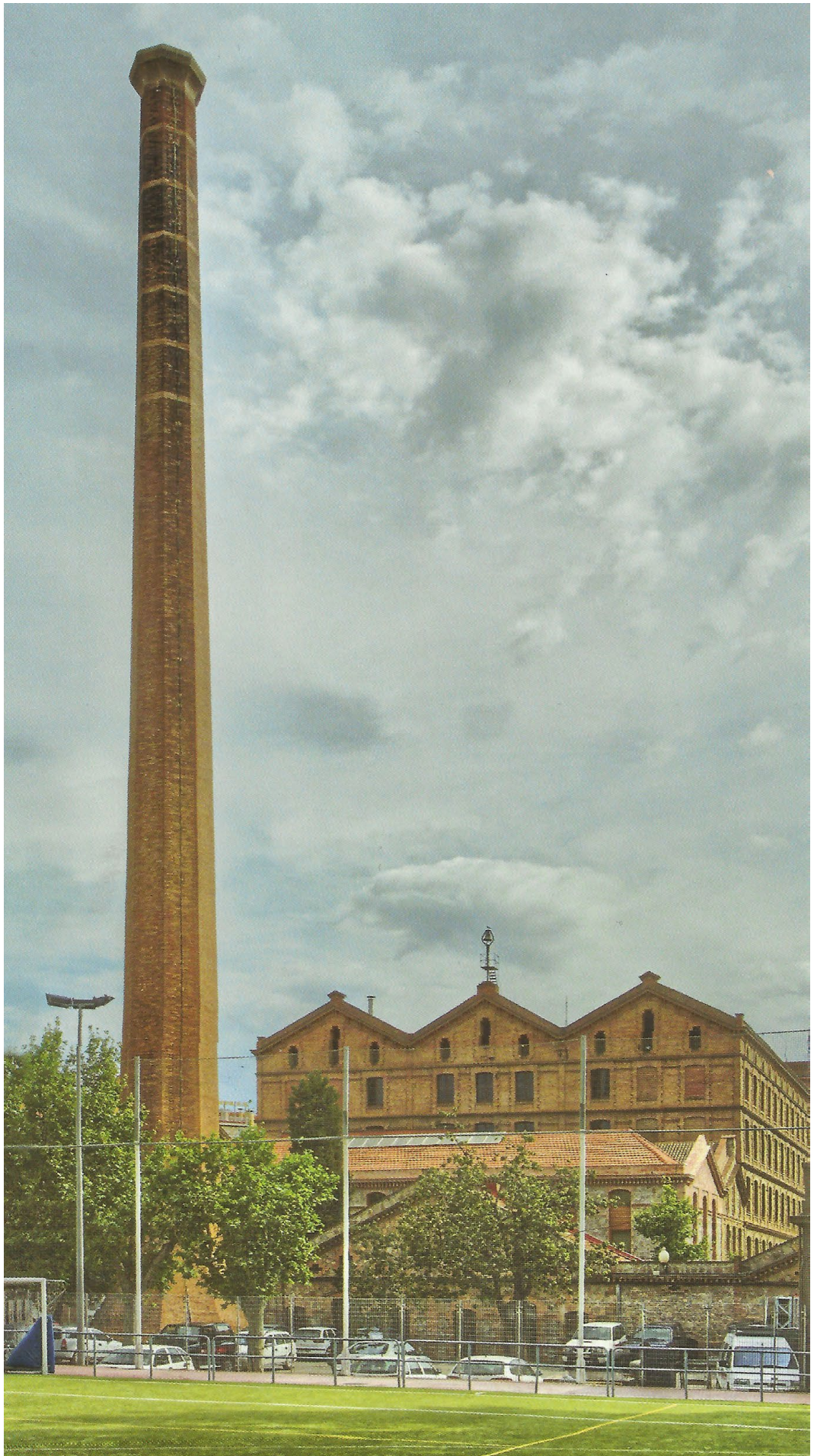


Fig. 31



Fig. 32



Fig. 33



Fig. 34

Fig. 32 Detalle de los acabados en las torres de la fachada de la fábrica Batlló Hermanos (1868).

Fig. 33 Detalle de la fachada lateral de la fábrica Batlló Hermanos (1868).

Fig. 34 Fachada principal de la fábrica Batlló Hermanos (1868).

Fig. 35 Escalera con tramos continuos de bóvedas tabicadas de la fábrica Batlló Hermanos (1868).

Fig. 36 Esquinas apechinnadas en la escalera de la fábrica Batlló Hermanos (1868).

Fig. 37 Fotografía de la cubierta de las salas subterráneas en la fábrica Batlló Hermanos (1868).

Fig. 38 Vista interior de la sala subterránea de la fábrica Batlló Hermanos (1868).

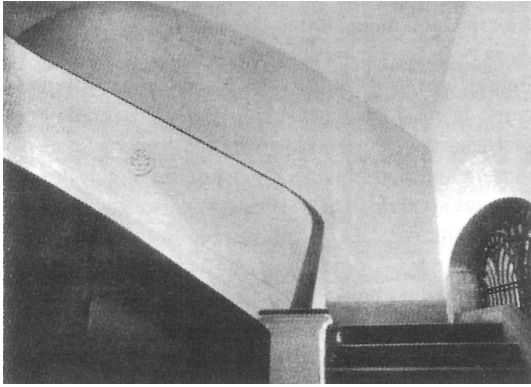


Fig. 35

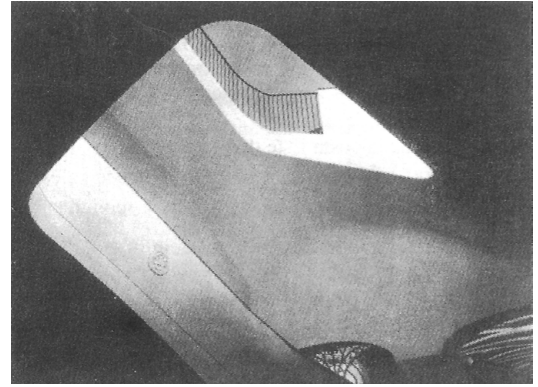


Fig. 36



Fig. 37



Fig. 38

Como hemos mencionado, tras conseguir el primer puesto en el concurso de la fábrica Batlló, Guastavino obtuvo un gran prestigio que se vió reflejado en diferentes exposiciones como en la de *Agricultura, la Industria y las Bellas Artes de Barcelona* de 1871, donde mostró varias de sus casas construidas. Todas aquellas publicadas en la exposición reflejaban dos características de Guastavino: su gusto por la bóveda tabicada, la cual se había utilizado en todos los forjados de éstas, así como el logro de una higiene continua en la casa gracias a una ventilación constante en el espacio. Para ello Guastavino propuso un tipo de construcción que él llamaba “tubular” y consistía en colocar tubos intercomunicados entre el suelo de albañilería y los muros de mampostería. De esta forma, se conseguía eliminar las humedades y todo aire viciado del lugar. En 1873 su renombre, le llevó a ser nombrado miembro del jurado en la elección de la fachada de la catedral de Barcelona. Posteriormente, en 1876 fue elegido para presentar sus proyectos en la Exposición del Centenario de Filadelfia, donde no solo presento sus proyectos, sino que también llevó una nueva propuesta titulada “*Mejora de la Salubridad en las Ciudades Industriales*” [Fig. 39], con la cual recibió una mención honorífica.²⁹

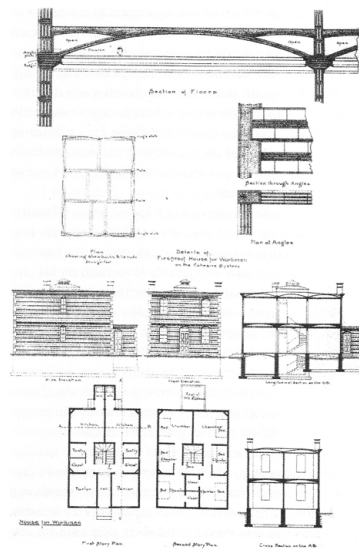


Fig. 39

Fig. 39 Parte de la propuesta presentada por Guastavino a la Exposición del Centenario de Filadelfia (1876).

Dentro de esta primera etapa de su vida, desarrollada en Barcelona, debemos destacar otra de sus obras, el Teatro de La Massa de 1881 [Fig. 40-44]. Este le fue otorgado en 1880, por la sociedad cultural local de Vilassar de Dalt. Guastavino se encontró por primera vez ante la oportunidad de construir un gran espacio público. El proyecto se pensó como un espacio lo más diáfano posible, creando una visión del escenario sin obstáculos. Para ello se coronó el espacio con una cúpula de 17 metros de luz, con una elevación central de 3 metros y un óculo de 4 metros de diámetro. La cáscara tiene un grosor de 5 centímetros, con 17 nervios radiales que alcanzan un espesor máximo de 10 centímetros. La cúpula central se apoya sobre 14 columnas de hierro, las cuales están apuntaladas por 13 bóvedas transversales sobre el anfiteatro. Con este proyecto Guastavino advirtió las posibilidades de la bóveda tabicada en la creación de grandes espacios públicos.³⁰

29.- *Ibíd.*, p. 37.

30.- *Ibíd.*, p. 38.



Fig. 40



Fig. 41

Fig. 40 Vista interior durante la construcción del Teatro de la Massa (1881).

Fig. 41 Vista interior durante la construcción del Teatro de la Massa (1881).

Fig. 42 Fotografía del encuentro entre el pilar de hierro y la cúpula en el Teatro de la Massa (1881).

Fig. 43 Detalle de las hileras circulares de la cúpula en el Teatro de la Massa (1881).

Fig. 44 Vista interior del Teatro de la Massa (1881).



Fig. 43

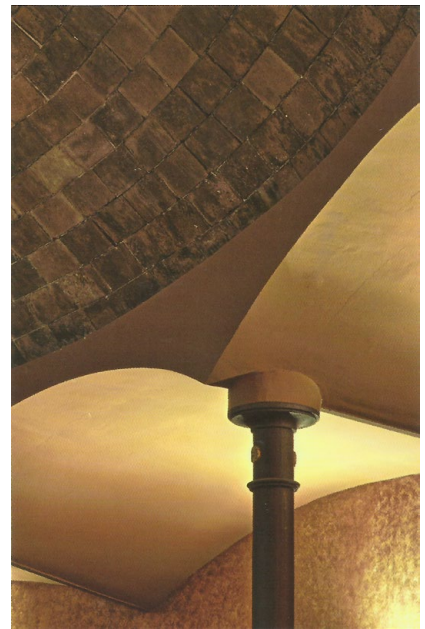


Fig. 42



Fig. 44

3.2.2.3.2 Estados Unidos.

En 1881, antes de finalizar la construcción del teatro de la Massa, Guastavino emigró a Nueva York, desde Marsella, con su hijo menor Rafael Guastavino Expósito, y la ama de llaves de casa con sus dos hijas.³¹

En marzo de ese mismo año, Guastavino se encontró en Nueva York una ciudad dispuesta a prosperar, en la que todo se estaba construyendo, y cuyo sistema constructivo era el tradicional *balloon frame* y *platform frame*. Eran técnicas sencillas realizadas en madera, cuyo inconveniente era la combustión.³² Tras el incendio de Chicago, el 10 de octubre de 1871, que arrasó 15 km² de la ciudad con un total de más de 19.000 edificios, se llevaron a cabo grandes investigaciones en nuevas técnicas constructivas que mejoraran la seguridad del edificio frente a los incendios.³³

Para terminar de comprender el contexto en el que se encuentra Guastavino en América debemos mencionar que en la década de los 70, se impone una vertiente estética en Estados Unidos, la *revival medieval*, implantada por Henry Hobson Richardson (1838-1886). Se caracterizaba por grandes bóvedas, las cuales estaban hechas de yeso o cartón piedra, y no cumplían ninguna función estructural ni constructiva, como se puede ver en la catedral de San Patricio en Nueva York, construida por James Renwick (1818-1895) en el año 1879 y que utilizaba para la cúpula tirantes de madera con un cubrimiento de yeso.³⁴

Durante los primeros cinco años, Guastavino intentó hacerse un hueco como arquitecto. En 1882 trabajó para la revista *The Decorator and Furnisher*, publicando una serie de dibujos donde se mostraban muebles de estilo historicista, así como perspectivas de espacios como salones y dormitorios, totalmente amueblados. Un año más tarde logró construir sus primeras casas en Nueva York, donde utilizó bóvedas tabicadas.³⁵ En 1885, Guastavino participó en dos concursos importantes: la Biblioteca Pública de Boston de 1885 y el *Arion Club* en Nueva York de 1887. En ninguno de los dos concursos sus diseños fueron elegidos, aunque en ambos terminó construyendo los elementos horizontales.³⁶

Tras fracasar en el concurso de la Biblioteca Pública de Boston, uno de sus promotores, Bernard Levy, le instó a patentar el sistema tabicado para construir forjados anti-incendios. Ese mismo año Rafael Guastavino presentó 3 patentes, y fundó la empresa *Guastavino fireproof Construction Company*, convirtiéndose en constructor especializado en forjados anti-incendios y dejando de lado el diseño integral de los espacios.³⁶

31.- Los grandes problemas económicos que tenía le obligaron a emigrar, buscando su futuro en otros países, además una posible aventura que tuvo Guastavino con la ama de llaves, pudo ser el motivo por el cual su mujer decidió abandonarlo y llevarse a los tres hijos mayores a Argentina. Ochsendorf, J., *Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.*, p. 42. Rosell Colomina, J., *Rafael Guastavino Moreno Ingenio en la arquitectura del siglo XIX.*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América.*, p. 206.

32.- Rosell Colomina, J., *Rafael Guastavino Moreno Ingenio en la arquitectura del siglo XIX.*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América.*, p. 206.

33.- Ochsendorf, J., *Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.*, p. 49.

34.- El empleo de bóvedas de yeso se debe a la poca practica que tienen de la construcción con piedra o ladrillo. Rosell Colomina, J., *Rafael Guastavino Moreno Ingenio en la arquitectura del siglo XIX.*, en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América.*, p. 206.

35.- Ochsendorf, J., *Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.*, p. 47.

36.- *Ibíd.*, p. 51.

Finalmente, y después del rechazo de todas las propuestas en el concurso para la Biblioteca Pública de Boston, se decidió conceder el proyecto al estudio McKim, Mead & White, donde los encargados de su diseño fueron de Charles McKim (1847-1909) y su equipo. Se concibió como un edificio cívico monumental capaz de llevar el arte y la cultura al gran público. El estilo de la biblioteca era clásico y se inspiraba en los palacios renacentistas italianos y en la biblioteca de Sainte-Genevieve de París, de Henri Labrouste (1801-1875).³⁷

McKim había pensado el interior del edificio con abovedamientos, con el fin de crear un espacio de majestuosidad para el pueblo. Al principio estos estaban pensados como falsos techos, realizados en yeso y colgados de unas vigas de hierro. Dada la concepción del proyecto, y debido a la necesidad de crear un cubrimiento resistente al fuego, los promotores pusieron en contacto a McKim con Guastavino. En 1889, éste último acude por primera vez a la obra, para calcular el coste del cubrimiento. Al ver las vigas de hierro, determina que es mejor sustituir las vigas y empezar de cero con el sistema Guastavino *Fireproof*, por ser más barato, versátil y rápido. En el siguiente fragmento, escrito el 28 de marzo de 1889, por el jefe de obras Edward R. Benton al arquitecto McKim, explica muy bien la situación:

"[El señor Guastavino] considera que es una lástima que no se haya podido aplicar su sistema en toda la planta baja, sin necesidad de ningún tipo de viga, solo con algunas jácenas. Dice que, si le damos todas las vigas de la planta baja, vende el hierro y nos la construye toda gratis... Nos hemos llevado una grata impresión del sistema... hemos decidido inmediatamente que vamos a utilizarlo."

Carta de Edward R. Benton a Charles F. McKim, 28 de marzo de 1889. Citada en Ochsendorf, J., *Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural*, p. 53.

Tras la contratación del sistema por parte de los promotores, Guastavino hizo gala de su técnica, del 15 de junio al 1 de julio de 1889, se habían retirado las vigas de hierro y se habían instalado un total de 465 m² de bóvedas en la biblioteca. Durante la construcción de éstas últimas, McKim y Guastavino decidieron no revocar el intradós de la bóveda, de tal manera que la rasilla quedara vista, formando parte de la decoración interior.^{38 39}

Guastavino diseñó y propuso una serie de aparejos, estos variaban de precio en función de la dificultad, y oscilaban entre los 26 y 34 centavos por pie cuadrado, lo que equivaldría aproximadamente a 0.1 m². Para lograr un acabado más estético utilizó rasillas vidriadas de tal manera que el aparejo del sencillo visto fuese más limpio y claro [Fig. 45-53].³⁸

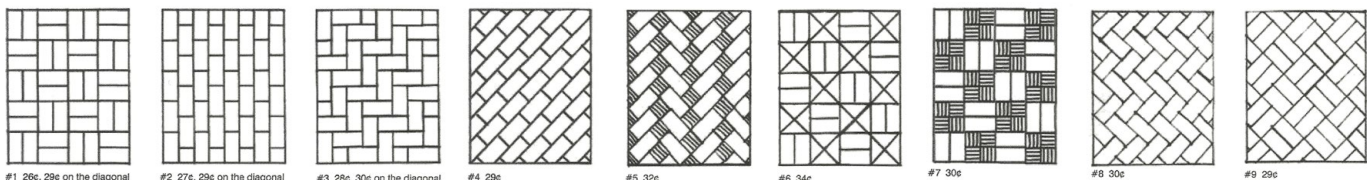


Fig. 45

Fig. 45 Aparejos propuestos por la Guastavino Company para la construcción de las bóvedas en la Biblioteca Pública de Boston (1889).

37.- *Ibid.*, p. 52.

38.- *Ibid.*, p. 55.

39.- Durante la ejecución del proyecto, McKim ordenó la construcción de una pequeña bóveda a modo de probeta para realizar comprobaciones de carga sobre ella. Guastavino decide construir una pequeña bóveda de 1.2 X 1.7 metros en planta, sobre la cual coloca una carga máxima de 5.500 kg, dando una carga admisible de 2.700 kg/m². La capacidad máxima que McKim requería en el proyecto era de 2.440 Kg por metro cuadrado, por lo que el sistema respondía a las demandas. *Ibid.*, p. 53.



Fig. 50

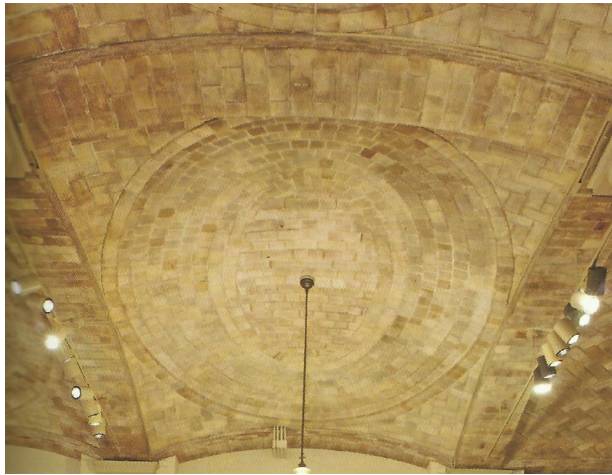


Fig. 51



Fig. 53

Fig. 46 Rafael Guastavino sobre un arco tabicado durante la construcción de la Biblioteca Pública de Boston (1889).

Fig. 47 Bóveda terminada en la planta de la Biblioteca Pública de Boston (1889).

Fig. 48 Ensayo de carga realizado durante la construcción de la Biblioteca Pública de Boston (1889).

Fig. 49 Vista interior de la Sala del Catálogo en la Biblioteca Pública de Boston (1889).

Fig. 50 Bóveda vista con aparejo de espina de pez en la Biblioteca Pública de Boston (1889).

Fig. 51 Bóveda oval vista en la Biblioteca Pública de Boston (1889).

Fig. 52 Vista interior de la bóveda de la cafetería en la Biblioteca Pública de Boston (1889).

Fig. 53 Detalle del casetón del abovedamiento de la cafetería en la Biblioteca Pública de Boston (1889).

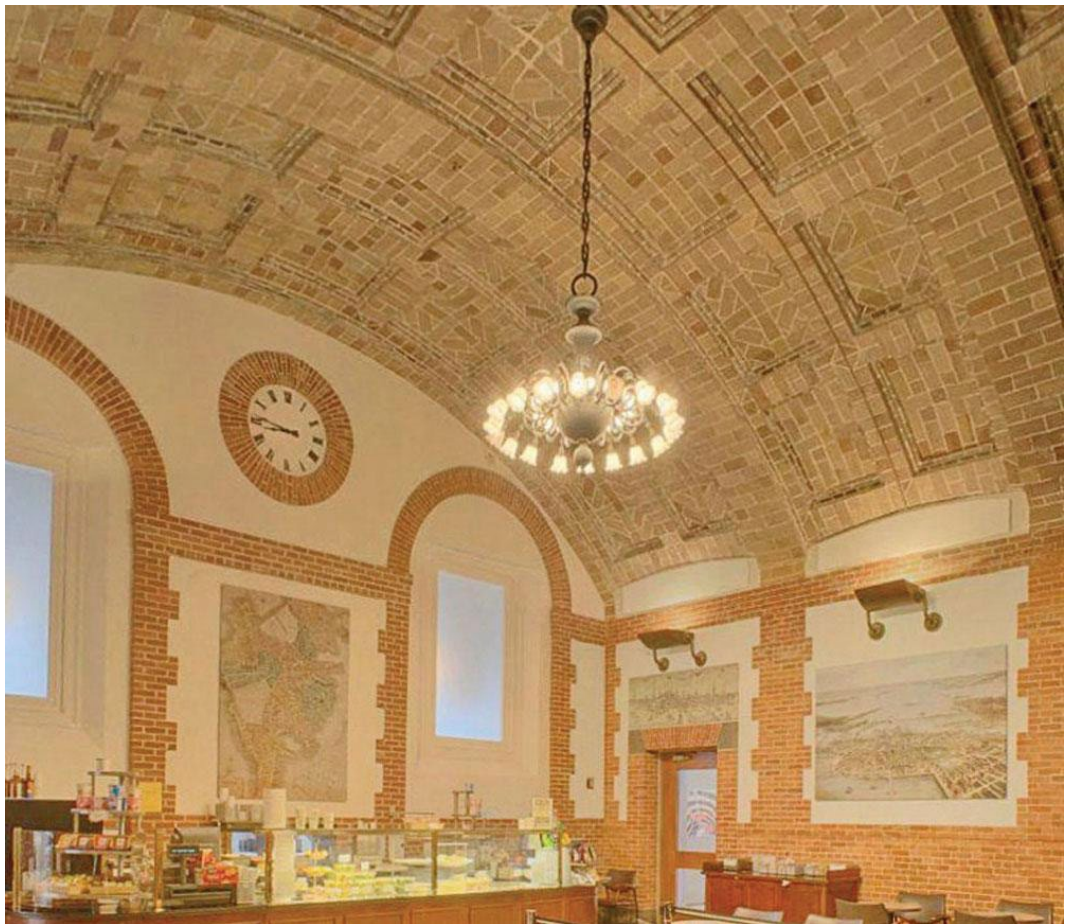


Fig. 52

Durante la construcción de la Biblioteca Pública de Boston, la *Society of the Arts del Massachusetts Institute of Technology* (Sociedad de arte del MIT), invitó a Guastavino a dar unas charlas acerca del funcionamiento y de la forma de construir los arcos que se estaban ejecutando por aquel entonces en dicha biblioteca. Guastavino dio dos charlas, una el 24 de octubre y la otra el 26 de noviembre, ambas el mismo año, en 1889. En 1895 decide publicar lo mencionado en ambas conferencias en un libro titulado *Essay on the Theory and History of Cohesive Construction Applied Especially to the Timbrel Vault* (*Ensayo sobre la teoría y la historia de la construcción cohesiva aplicada especialmente a la bóveda de panderete*). En dicho ensayo defiende un comportamiento monolítico de la bóveda tabicada, semejante al que respaldaba el conde *D'Espie*. Entendía que ésta carecía de empujes debido a su composición cohesiva, donde la unión de la rasilla con el mortero hacía que la bóveda se comportase como un cuerpo único absorbiendo las tensiones y, por consiguiente, anulando los empujes.⁴⁰

Sin embargo, debemos destacar que la teoría de Guastavino no se llegó a poner en práctica nunca, ya que las obras construidas por la compañía llevaban refuerzos que soportaban los empujes de las bóvedas, contradiciéndose así la práctica con la teoría.⁴¹ Esto demuestra que Guastavino era totalmente consciente del funcionamiento de la bóveda tabicada, como es de suponer, gracias a su formación como maestro de obras. No obstante, llama la atención la creación de una nueva teoría para explicar el funcionamiento mecánico de la bóveda tabicada. Quizás esta teoría buscaba acercar más la bóveda tabicada a la naturaleza,⁴² como un sistema racional y lógico que supera a sus dos competidores que son las estructuras de acero y las de hormigón. Guastavino explica, así como descubrió la cohesividad:

“En el interior de aquel majestuoso ejemplo de arquitectura natural comprendí cuán minúscula e insignificante era mi obra. Mientras me hallaba en aquella inmensa sala, cruzó mi mente el fugaz pensamiento de que... todo aquel espacio colosal estaba cubierto por una única pieza, que formaba una sólida masa de muros, cimientos y cubierta... todo compuesto por partículas dispuestas las unas sobre las otras, tal como las habían colocado la madre naturaleza... Aquella gruta era un ejemplo colosal de obra cohesiva. ¿Por qué no hemos construido basándonos en este sistema?”

Moreno Guastavino, R., *“Essay on The theory and history of cohesive construction, applied especially to The timbrel arch.”*, p. 13. Citado en Ochsendorf, J., *“Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.”*, p. 60.

En 1891 y tras asegurarse una buena obra en la Biblioteca Pública de Boston, Rafael Guastavino buscó más trabajos en colaboración con el estudio McKim, Mead & White, afianzando el sistema con uno de los estudios más importantes de la época.⁴³ Sin embargo, el gran crecimiento se produjo tras la Exposición Colombina de 1893, celebrada en Chicago [Fig. 54-55].⁴⁴

40.- *Ibíd.*, p. 58-60.

41.- *Ibíd.*, p. 61.

42.- Loren Méndez, M., *“Inventar un origen, renovar una tradición. La obra de Guastavino Co: Aspiraciones espirituales y bendito mercado americano.”*, en Eds. Marín, R. Soler, R. Zaragoza, A., *“Construyendo bóvedas tabicadas. Actas del Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas, Valencia 26.27 y 28 de mayo de 2011”*, p. 166.

43.- Ochsendorf, J., *“Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.”*, p. 65.

44.- La Exposición Colombina se realizó para conmemorar los 400 años de la llegada de Cristóbal Colón a América en 1492. La exhibición tuvo las puertas abiertas desde el 1 de mayo al 31 de octubre de 1893, quienes se encargaron de su diseño fueron los arquitectos Frederick Law Olmsted y el estudio Burham y Root. Martínez Moreno, J., *“La exposición mundial colombina de Chicago, 1893.”* en Boletín de la Real Academia Sevillana de Buenas Letras: Minervae Baeticae, núm. 16, p. 153-156.

Fig. 54 Ilustración de una vista aérea del conjunto de la Exposición Colombina (1893).

Fig. 55 Fotografía del edificio administrativo de la Exposición Colombina (1893).

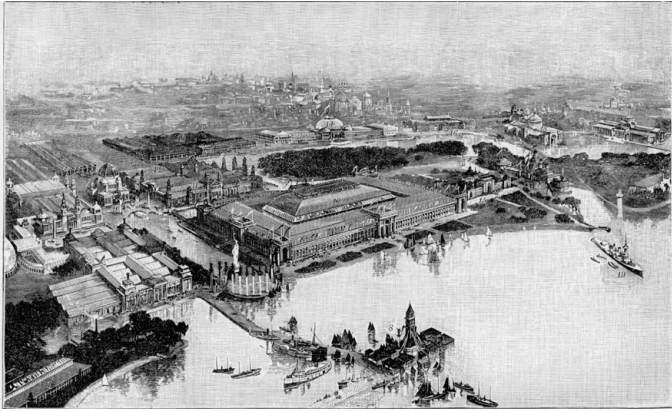


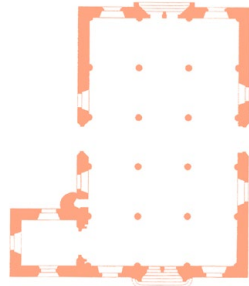
Fig. 54



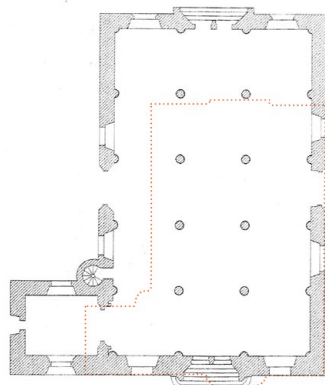
Fig. 55

El estilo arquitectónico que se tomó como representación de la exposición fue el *beaux-arts*, que seguía la mayoría de los arquitectos americanos de la última década del siglo XIX, ya que en general se habían formado en la *École des Beaux-Arts* de Francia.⁴⁵

El pabellón español fue una réplica a escala 4:3 de la Lonja de la Seda de Valencia [Fig. 56-57]. Con esta decisión se pretendía conmemorar el tipo de arquitectura de la época en la que se realizó el viaje de Colón a América (1492). El arquitecto encargado de realizar el pabellón fue Rafael Guastavino, el cual ya tenía una fama reconocida. Además, al ser dos de los miembros del comité que adjudicaba la obra naturales de Valencia, la idea de que Guastavino hubiera visitado en persona el edificio de su también ciudad natal y fuera capaz de replicar tal magnífica obra era un gran punto a su favor.⁴⁶



Pabellón de España en la exposición de Chicago



La Lonja de la Seda

Fig. 56 Planta de la Lonja de la Seda (abajo); planta del pabellón español en la Exposición de Chicago (arriba en naranja).

Fig. 57 Fotografía de la fachada del pabellón de España en la Exposición Colombina (1893).



Fig. 57

45.- Ochsendorf, J., "Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.", p. 71.

46.- *Ibíd.*, p. 72.

Guastavino aprovechó la exposición para demostrar las virtudes de la bóveda tabicada. Sin embargo, el pabellón no se construyó con ellas, sino que se hizo al igual que los otros pabellones con listones de madera y yeso.⁴⁷

Independientemente, la Exposición de Chicago reafirmó los estilos historicistas entre los arquitectos de la época. Tal fue el éxito que la mayoría de los edificios públicos de finales del siglo XIX reafirmaron su gusto por los estilos anteriores, y esta fue la gran oportunidad que tuvo la Guastavino Company, ya que era la única que garantizaba abovedamientos ignífugos gracias a sus patentes. Si bien para Guastavino esta fue una oportunidad de expansión y crecimiento, para otros arquitectos reacios a replicar estilos pasados fue una gran tragedia. Así es como lo explica Louis Sullivan (1856-1924), en las siguientes palabras.⁴⁸

“El virus de la Exposición Mundial, tras un período de incubación... Empezó a mostrar signos inequívocos de contagio. Se produjo un violento brote de clasicismo y renacentismo en el este, que lentamente se extendió hacia el oeste, contaminando todo lo que tocaba... Una vez el mercado quedó completamente saturado, se perdió por completo el sentido de la realidad. En su lugar, tomaron cuerpo ilusiones de profunda raigambre, alucinaciones, ausencia de reacción pupilar a la luz, desaparición del reflejo rotuliano –todo ello síntoma de meningitis cerebral progresiva, de atrofia cerebral. Y así es como la arquitectura murió en la tierra de los hombres libres y en el hogar de los valientes... El daño perpetuado por la Exposición Mundial perdurará medio siglo tras su celebración, si no más.”

Louis Sullivan, *“The Autobiography of an Idea.”*, 1924. Citado en Ochsendorf, J., *“Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.”*, p. 79.

Ocho semanas después de la inauguración de la Exposición Mundial de Chicago se celebró, el 5 de agosto, el Congreso del Instituto de Arquitectura de Estados Unidos, donde Guastavino pronunció su discurso con el título *“Construcción cohesiva: pasado, presente y futuro”*. Durante la lectura de éste Guastavino aprovechó para vender su sistema a los arquitectos presentes, haciendo alarde de obras que ya se habían construido, así como de aquellas que se estaban construyendo, como la Iglesia Central Congregacional de Providence (*Congregational de Providence*), edificada en 1893 en Rhode Island [Fig. 58-62]. Esta última estaba proyectada por el estudio Carrère y Hastings, los cuales habían utilizado un estilo neocolonial español, con dos imponentes campanarios, en fachada, tras los cuales se ubica la cúpula del crucero, con ventanas circulares, de 16.5 metros de diámetro y que sujeta una linterna de 21.8 toneladas.⁴⁹

Es interesante ver como se utilizan las bóvedas de cañón adyacentes como contrafuertes a los empujes provocados por la cúpula. Esto nos recuerda al sistema empleado años antes en el teatro la Massa.

Tras la Exposición de Chicago, Guastavino recibió varios encargos, el más importante de ellos fue el *Baltimore Estate* de Asheville, construido en Carolina del Norte en 1895. El proyecto lo realizó Richard Morris Hunt (1827-

Fig. 58 Fachada de la Iglesia Central Congregacional (1893).

Fig. 59 Vista interior de la entrada en la Iglesia Central Congregacional (1893).

Fig. 60 Detalle de la fenestración en la base de la cúpula en la Iglesia Central Congregacional (1893).

Fig. 61 Vista en detalle de la cúpula apoyada sobre las bóvedas de cañón en la Iglesia Central Congregacional (1893).

Fig. 62 Fotografía del interior del crucero en la Iglesia Central Congregacional (1893).

47.- *Ibíd.*, p. 74.

48.- *Ibíd.*, p. 78-79.

49.- *Ibíd.*, p. 74-75.

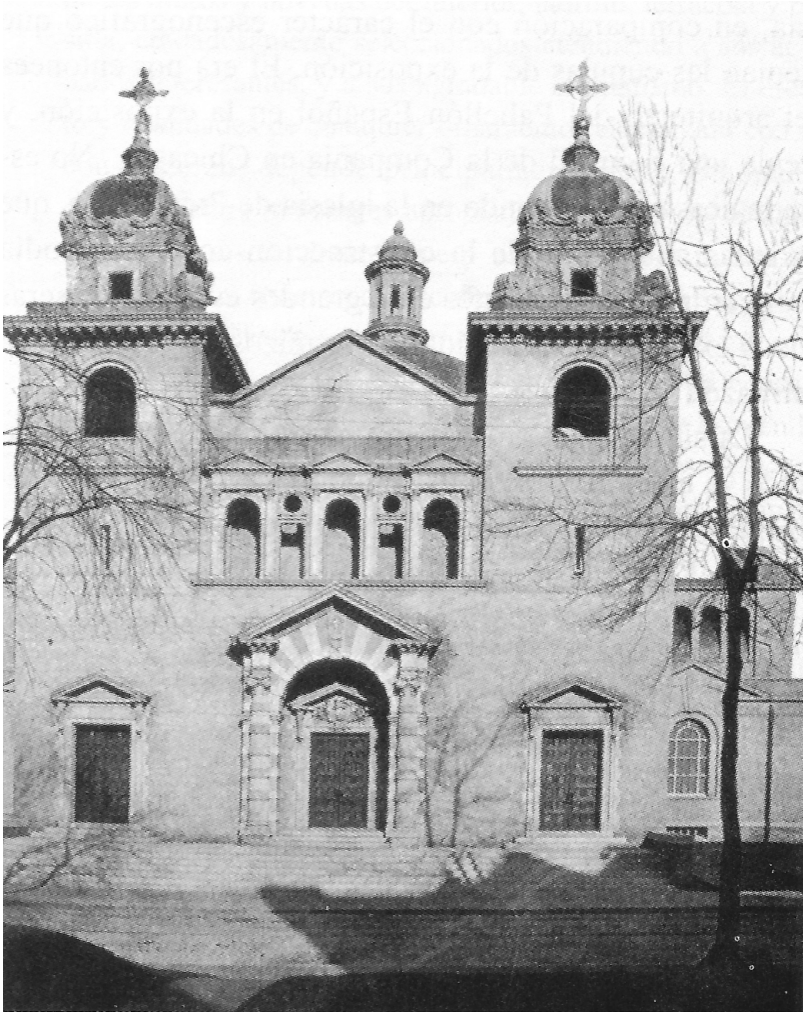


Fig. 58



Fig. 60



Fig. 59



Fig. 61



Fig. 62

1895), quien habría conocido a Guastavino en la Exposición Colombina, ya que Hunt fue el arquitecto del edificio administrativo de la Exposición.⁵⁰

El *Baltimore Estate* [Fig. 63-68] fue un símbolo del poder que ostentaba la aristocracia norteamericana. Se trata de una majestuosa mansión situada en una parcela de 3 240 hectáreas, donde los espacios verdes fueron proyectados por Law Olmsted (1822-1903).⁵¹

Si bien el proyecto se empieza a construir en 1889, no fue hasta 1894 cuando Guastavino fue contratado para realizar los abovedamientos. La confianza que se depositó sobre él fue muy grande, dándole total libertad en la proyección. Originalmente las bóvedas solo estaban pensadas para el vestíbulo y las galerías exteriores, pero Guastavino propuso prolongarla hasta las galerías del jardín de invierno, incluyendo una cúpula casi plana en cada esquina. Otra de las sugerencias de Guastavino fue el cubrimiento de la piscina con una bóveda tabicada, así como la creación de una imponente bóveda en el pabellón de entrada como guía hacia el vestíbulo, el cual se había cubierto de otras con el aparejo de espiga característico de la compañía y utilizando azulejos nacarados que reflejaban la luz.⁵¹

Pese a la gran importancia de la obra, hay que mencionar que en este proyecto las bóvedas funcionan como simples elementos decorativos ya que la estructura se resuelve con vigas de hierro, donde se sujeta la estructura secundaria.⁵¹

Finalmente, y durante la última década del siglo XIX, Rafael Guastavino pudo afianzar el sistema tabicado en Estados Unidos, como uno de los más eficientes y económicos del mercado. Sin embargo, todas sus campañas publicitarias dieron sus frutos durante las dos primeras décadas del siglo XX y continuaron hasta 1962, con Rafael Guastavino i Expósito a cargo de la compañía.

Fig. 63 Sección longitudinal de las bóvedas de la galería exterior en el *Baltimore Estate* (1895).

Fig. 64 Vista de las galerías exteriores del *Baltimore Estate* (1895).

50.- *Ibíd.*, p. 79.

51.- *Ibíd.*, p. 80.

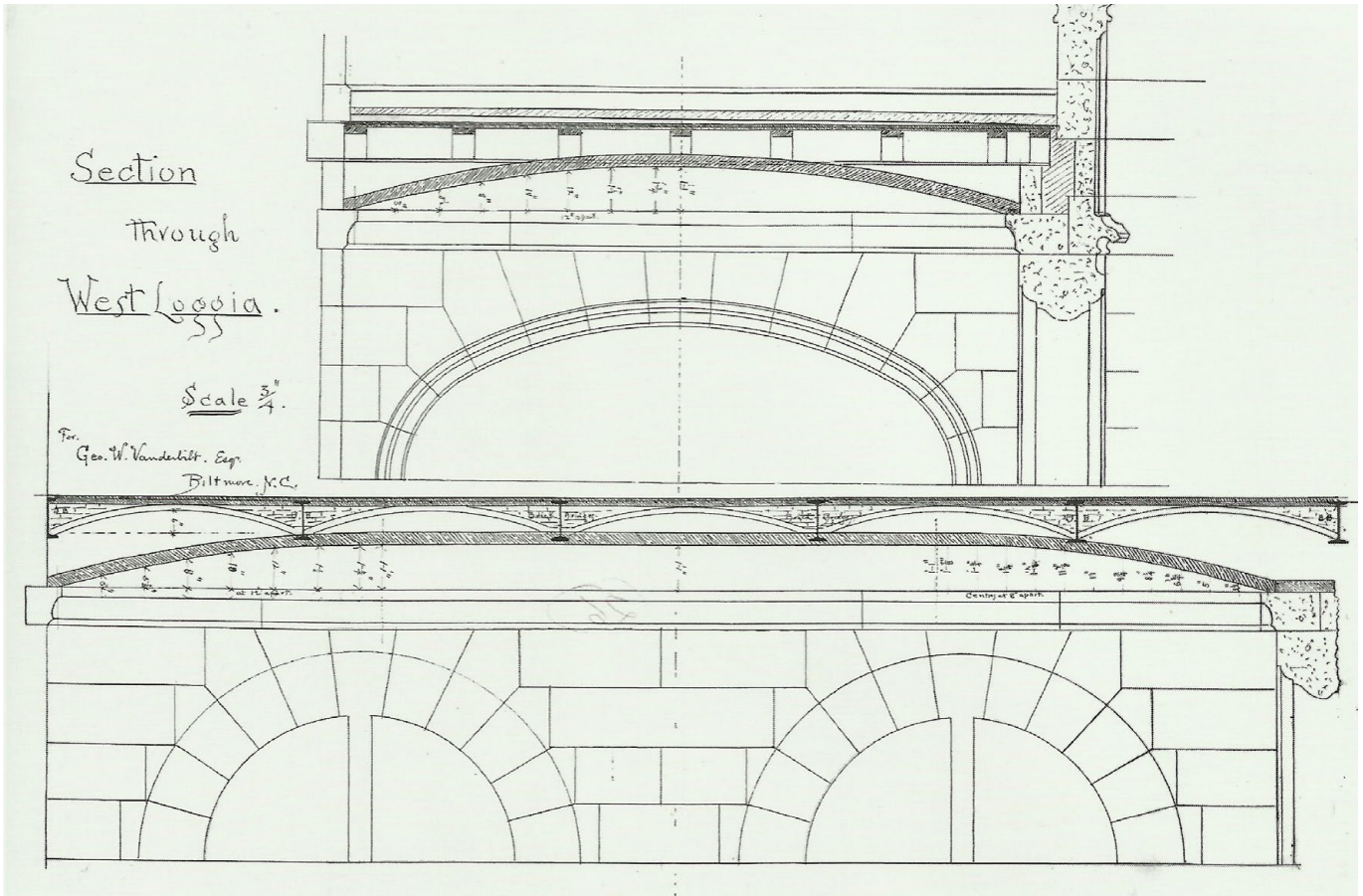


Fig. 63



Fig. 64

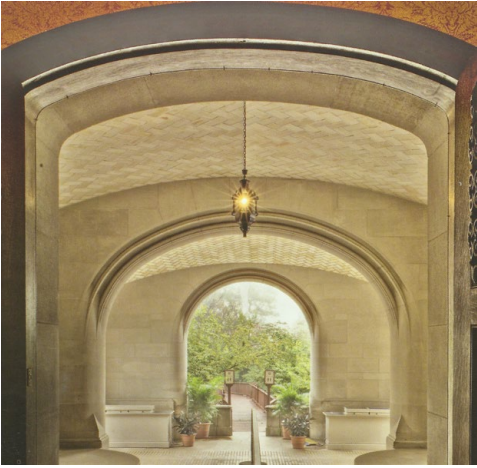


Fig. 65

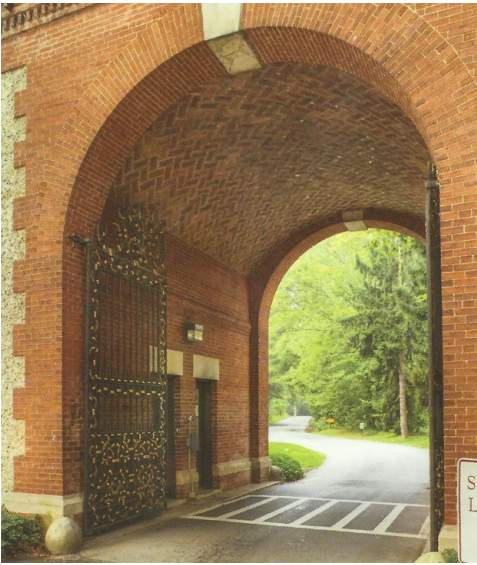


Fig. 66



Fig. 67



Fig. 68

Fig. 65 Bóveda con acabado de rasillas vidriadas en el acceso de los carruajes en el *Baltimore Estate* (1895).

Fig. 66 Pabellón de acceso principal del *Baltimore Estate* (1895).

Fig. 67 Fotografía interior del jardín de invierno del *Baltimore Estate* (1895).

Fig. 68 Vista interior de la piscina en el *Baltimore Estate* (1895).

IV

La bóveda tabicada en el siglo XX

Durante las dos últimas décadas del siglo XIX, el sistema tabicado traspasó fronteras y se afianzó en Estados Unidos tras la imagen de la Guastavino Company. Los trabajos de la compañía se prolongaron hasta su cierre en 1962.

En paralelo a las obras de Rafael Guastavino, en España la bóveda tabicada variaba su popularidad dependiendo del estilo en auge. Cronológicamente, en el modernismo catalán se convirtió en el elemento protagonista, pero su popularidad descendió en las décadas de los 30 con el purismo del Movimiento Moderno. Tras la Guerra Civil y dada la escasez de acero y hormigón, su uso creció dada la imposición que generaba la situación.

En la década de los 40, ante la situación bélica por la que pasaba Europa, tanto arquitectos como técnicos emigraron a América del Sur, y con ellos también el sistema tabicado. Los avances más importantes se produjeron en Uruguay, Argentina y México, donde la bóveda tabicada evolucionó a nuevas técnicas, que buscaban frenar el subdesarrollo en el que estaba sumergida Latinoamérica.

Los acontecimientos mencionados serán los que se desarrollen con más profundidad en este último capítulo, que se encarga de recoger los hechos más importantes de la bóveda tabicada durante el siglo XX.

4.1 La Guastavino Company (1900-1960)

Durante las dos primeras décadas del siglo XX, se impuso en Estados Unidos, el movimiento para embellecer las ciudades (*City Beautiful Movement*),¹ que buscaba controlar la economía y el crecimiento de las ciudades mediante la estética de las infraestructuras y edificios públicos. La Guastavino Company se vio enormemente beneficiada con este nuevo movimiento, ya que muchos de los proyectos se construyeron con las bóvedas cerámicas de la compañía. Dentro de las obras *cívicas* que desarrollaron los Guastavino, debemos mencionar tres proyectos, todos ellos ubicados en

Fig. 1 Constucción de la estación City Hall (1904).

Fig. 2 Fotografía interior de la estación City Hall (1904) en funcionamiento.

Fig. 3 Vista interior de la estación City Hall (1904).

Fig. 4 Vista interior del estado actual de la estación City Hall (1904).

1.- El termino *City Beautiful* fue acuñado por Charles Mulford Robinson (1869-1917), urbanista americano defendía que el arte cívico es capaz de transformar hasta los barrios más marginales de una ciudad. Ochsendorf, J., "Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.", p. 100.

Nueva York: la estación de metro de *City Hall* (1904), la arcada del puente *Queensboro* (1908), y la Estación Central de Ferrocarriles (1912).

La *City Hall* [Fig. 1-4] era la terminal de la primera línea de metro de Nueva York. Estaba proyectada por Heins y LaFarge, que buscando crear un espacio con vida emplearon para ello tragaluces, candelabros y varios elementos decorativos. El abovedamiento propuesto por Guastavino está compuesto por arcos tabicados que se van repitiendo en el espacio, adaptándose a los lucernarios y a la curva del proyecto. Las bóvedas se construyeron con aparejo en espiga, dotando al proyecto de complejidad y belleza.²



Fig. 1

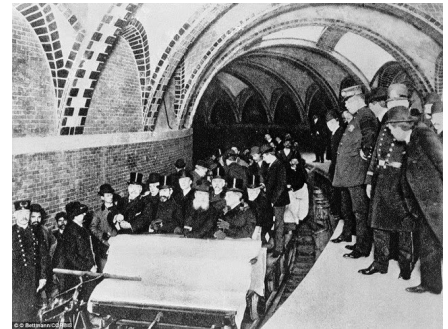


Fig. 2

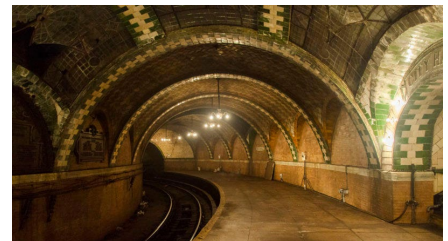


Fig. 3



Fig. 4

2.- *Ibid.*, p. 95.

La arcada del puente *Queensboro* [Fig. 5-7] se construyó para albergar un mercado público. El arquitecto Henry Hornbostel (1867-1961), responsable de la obra, pidió a la *Guastavino Company* el diseño de las bóvedas, bajo las vías del puente. En total se ejecutaron 36 bóvedas vaídas con un espesor de 11 cm. El proyecto se convirtió en el espacio público más sublime de la ciudad y una vez más la compañía hizo acopio de su saber hacer y resolvió las bóvedas con aparejo visto en espiga.³



Fig. 5

Fig. 5 Fotografía del estado original de la arcada del puente *Queensboro* (1908).

Fig. 6 Fotografía interior del estado actual de la arcada del puente *Queensboro* (1908).

Fig. 7 Fotografía interior del cerramiento de la arcada del puente *Queensboro* (1908).

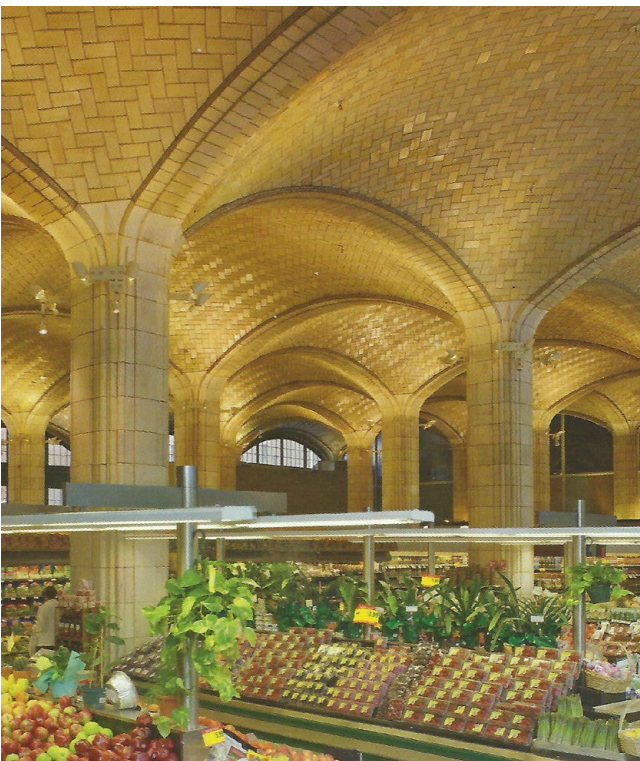


Fig. 6

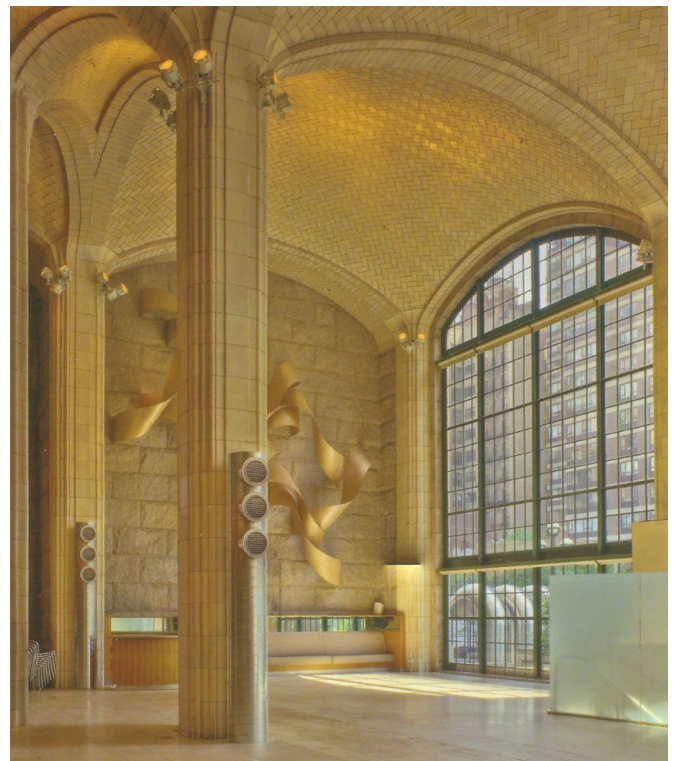


Fig. 7

3.- Disanto, C., "La restauración de las bóvedas cerámicas de Guastavino en el puente de Queensboro.", en *Loggia, Arquitectura & Restauración*. 2007, núm. 20, p. 47-49.

El proyecto de la Estación Central de Ferrocarriles [Fig. 8-9] se convirtió en un hito dentro de la arquitectura ferroviaria. La sala principal estaba cubierta por una bóveda de cañón con lunetos, de 84 m de largo por 37 m de ancho. El interior de ésta se terminó con un mural de Paul César Helleu (1859-1927). Dentro de la estación, en las salas subterráneas, se construyó el *Oyster Bar* [Fig. 10-11], espacio se techó con una yuxtaposición de bóvedas. Al contrario que en la sala principal, las bóvedas del bar quedaban vistas y se construyeron con aparejo en espina de pez y cerámica vidriada de un solo color. El espacio posee una gran belleza, aunque dada la dureza de la cerámica vidriada también presenta problemas de reverberación.⁴



Fig. 8

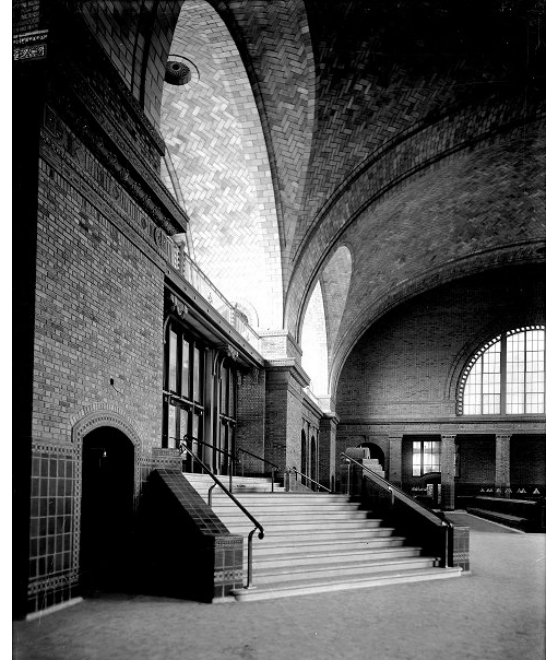


Fig. 9

Fig. 8 Fotografía interior de la Estación Central de Ferrocarriles (1912) con el abovedamiento visto.

Fig. 9 Fotografía interior de la Estación Central de Ferrocarriles (1912) con el abovedamiento visto.

Fig. 10 Vista interior del *Oyster Bar* (1912).

Fig. 11 Vista interior del *Oyster Bar* (1912).



Fig. 10

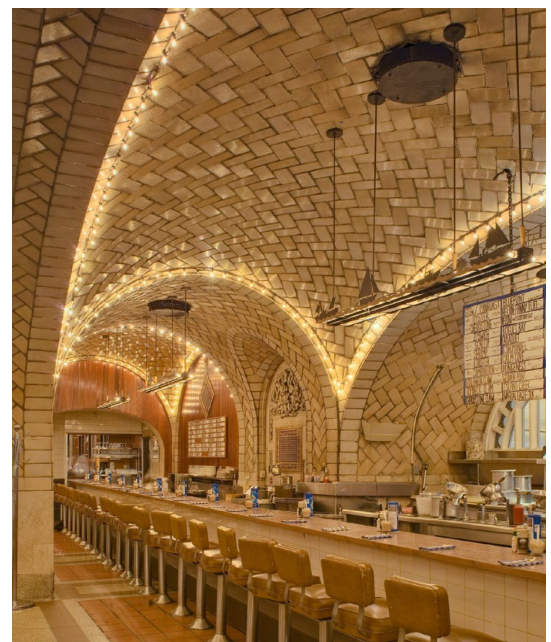


Fig. 11

4.- Ochsendorf, J., "Las bóvedas de Gutastavino: El arte de la rasilla estructural.", p. 152.

El mismo año en el que se construyeron las arcadas del puente Queensboro, se produce el fallecimiento de Rafael Guastavino Moreno (2 de febrero de 1908).⁵ A partir de este momento la empresa pasó a cargo de su hijo Rafael Guastavino Expósito (1873-1950),⁶ quien construye la obra más grande y emblemática de la compañía, la cúpula de la catedral de San Juan el Divino (1910) en Nueva York, de Heins y LaFarge.

La Guastavino Company ya había sido contratada en 1899, para la construcción de las bóvedas sobre las capillas, la cripta y el coro de la catedral.⁷ Pero es en 1909, tras la construcción de cuatro arcos torales de granito que servían de base para la coronación del crucero, cuando surgen problemas económicos y constructivos no previstos por el estudio. Ante los contratiempos presentados se vieron obligados a buscar una solución temporal.⁸

Dentro de las soluciones ofrecidas, se encontraba la Guastavino Company, que proponía el cubrimiento del espacio con una cúpula tabicada sencilla y de carácter austero. La construcción empezó en 1910, fue un reto técnico para la compañía, ya que nunca antes se habían enfrentado a una cúpula de 40 m de diámetro.⁹

El sistema empleado fue sencillo: para las pechinas se colocó un juego de cables en el centro de la cúpula, que permitía realizar el replanteo [Fig. 12-13]. Se pretendía continuar con este sistema para la parte superior de la obra, pero tras comprobar que los cables perdían tensión con el paso de los días, se optó por utilizar una técnica auxiliar. Desde el arranque, a partir de las pechinas, hasta la colmatación de la cúpula, se utilizaron camones de madera a modo de escuadra; primero se adaptaba uno de los camones a la forma de la cúpula, luego se rotaba el segundo camón hasta llegar a fijarlo con el andamio exterior y tras la construcción del tramo se soltaban los camones para volver a utilizarlos [Fig. 14].⁹

La cúpula de San Juan el Divino se puede dividir en dos partes: por un lado, las pechinas, pensadas como elementos permanentes ya que debían soportar la futura cúpula con chapitel; y por otro, el abovedamiento temporal, cuya destrucción debería ser sencilla. Las primeras se proyectaron con un total de nueve roscas y con elementos metálicos entre las diferentes capas, dando un grosor final de 30.5 cm y garantizando así la durabilidad del elemento. A medida que se aumentaba la altura de la construcción el número de roscas iba disminuyendo, y los elementos metálicos iban desapareciendo, hasta llegar a un total de tres hojas en la clave de la cúpula, con un grosor de 11.5 cm [Fig. 15-17]. La pérdida de sección en altura, tenía una doble función; generar menor empuje al tener menos peso en la clave, y por otro crear una cáscara delgada de fácil destrucción.¹⁰

5.- *Ibíd.*, p. 119.

6.- Rafael Guastavino Expósito (1873-1950) nace en Barcelona. En 1881 se traslada a Nueva York con su padre. Durante su adolescencia se interesa por las ciencias y la historia de la arquitectura. A comienzos del siglo XX y debido a los problemas de salud de su padre se hace cargo de la compañía. Tras sufrir varios problemas de salud en 1942 vendió la empresa. Bassegoda, J., "Rafael Guastavino Expósito (1873-1950)", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 17.

7.- Ochsendorf, J., "Las bóvedas de Gutastavino: El arte de la rasilla estructural.", p. 128.

8.- Ramazzotti, J., traducido por Valcarce Labrador, M^a T., "La cúpula para San Juan el Divino de Nueva York de Rafael Guastavino.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 188.

9.- *Ibíd.*, p. 189.

10.- *Ibíd.*, p. 192-193

Fig. 12 Esquema del replanteo en la cúpula de San Juan el Divino (1910).

Fig. 13 Sistema para controlar la geometría:

1. Alambres.
2. Cables de acero.
3. Chapa metálica.
4. Enlace articulado.
5. Tirante con contrapeso.
6. Contrapeso.

Fig. 14 Secuencia de uso de los camones en la construcción de la cúpula de San Juan el Divino (1910).

Fig. 15 Detalle constructivo de la cúpula de San Juan el Divino (1910).

Fig. 16 Fotografía durante el proceso constructivo de la cúpula de San Juan el Divino (1910).

Fig. 17 Fotografía durante el proceso constructivo de la cúpula de San Juan el Divino (1910).

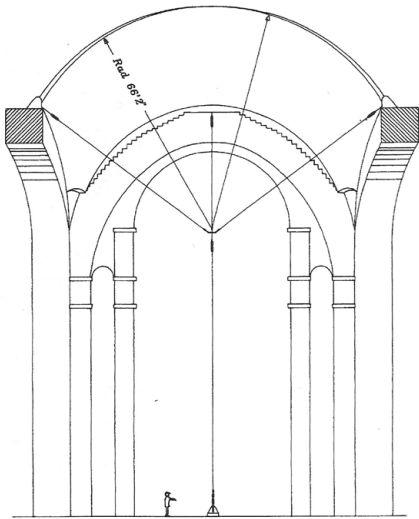


Fig. 12

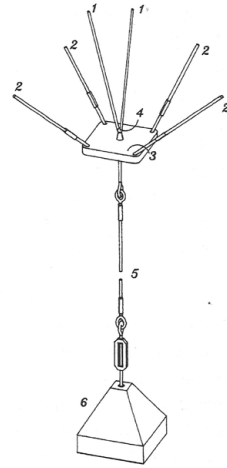


Fig. 13

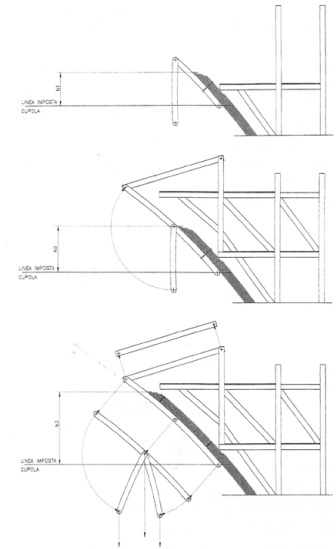


Fig. 14

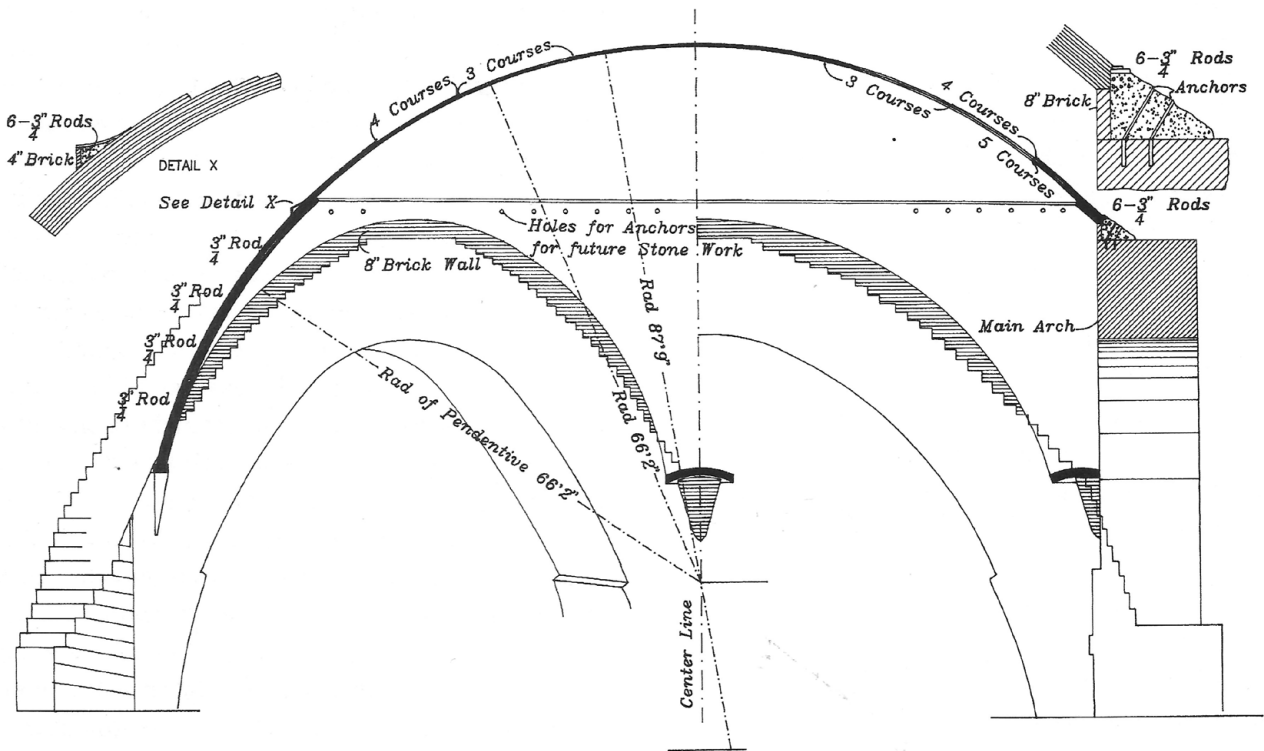


Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17

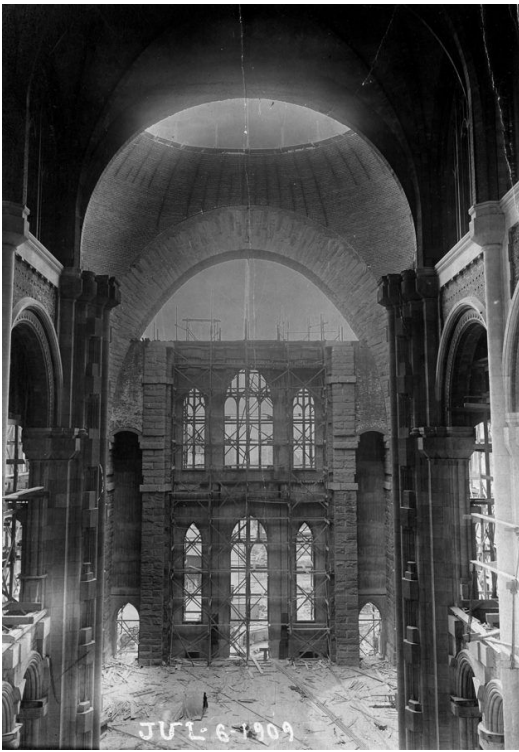


Fig. 18



Fig. 19

Fig. 18 Fotografía durante el proceso constructivo de la cúpula de San Juan el Divino (1910).

Fig. 19 Fotografía interior de la cúpula de San Juan el Divino (1910) terminada.

Fig. 20 Fotografía exterior de la cúpula de San Juan el Divino (1910) terminada.



Fig. 20

Tras finalizar la obra, Rafael Guastavino Expósito mostró el gran orgullo que tenía en el siguiente comunicado:

“La cúpula que se levantó en pocas semanas, se puede comparar favorablemente con las mayores del mundo en cuanto a su tamaño, siendo la más grande la del Panteón de Roma, con 43.3 metros de diámetro, le siguen San Pedro de Roma y el Duomo de Florencia, con 42.4 metros de diámetro; la cúpula de la mezquita de Santa Sofía, en Constantinopla, con 35 metros de diámetro, y la catedral de San Pablo en Londres con un total de 34 metros de diámetro.”

Guastavino Expósito, R., “Text of a lecture” publicado en Ochsendorf, J., “Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural”, p. 134.

La cúpula de San Juan el Divino [Fig. 18-20], se convirtió en uno de los emblemas del sistema tabicado. Para hacernos una idea del gran logro que fue su construcción, podemos compararla con la cúpula de Santa María de las Flores (1436), que es diez veces más pesada y para cuya construcción se tardó 14 años, frente a las 15 semanas de San Juan el Divino.¹¹

El éxito consagrado por la compañía se puede ver reflejado en un cartel publicitario que realizaron en 1915, donde se plasman las grandes obras realizadas por la Guastavino Company desde 1897 hasta 1911 [Fig. 21].⁷

Fig. 21 Cartel publicitario con las 15 cúpulas más importantes de la Guastavino Company hasta 1911 [Proyecto, Ubicación, Fecha, Luz en metros]:

1. Catedral de San Juan el Divino, Nueva York, 1908-1910, 40 m.
2. Museo Smithsonian, Washington, 1906-1910, 24 m.
3. Instituto de Artes y Ciencias, Brooklyn, 1901, 19.5 m.
4. Iglesia de San Francisco de Sales, Filadelfia, 1908-1911, 18.5 m.
5. Banco de Montreal, Canadá, 1903-1904, 21 m.
6. Iglesia de Santa Bárbara, Brooklyn, 1909, 13 m.
7. Compañía Girard Trust, Filadelfia, 1907, 30.8 m.
8. Universidad de Nueva York, Bronx, 1897, 17 m.
9. Monumento nacional a McKinley, 1905-1906, 17 m.
10. Capilla de San Pablo, Universidad de Columbia, 1905-1906, 15.8 m.
11. Sinagoga Rodef Sholdem, Pittsburgh, 1905-1908, 27.4 m.
12. Universidad de Virginia, Charlottesville, 1897, 21.3 m.
13. Casa de los elefantes, parque del Bronx, 1906-1910, 10.3 m.
14. Iglesia Presbiteriana de Madison Square, Nueva York, 1904, 14 m.
15. Biblioteca en memoria de J.J. Jermain, Sag Harbor, 1909, 9 m.



Fig. 21

11.- Ochsendorf, J., “Las bóvedas de Guastavino: El arte de la rasilla estructural.”, p. 138.

Tras hacerse cargo de la compañía Rafael Guastavino hijo, ésta siguió creciendo y aumentando su productividad. La Guastavino Company empezó una segunda etapa, se renovó e innovó en materiales. Durante esta época surge la cerámica acústica y la compañía crea en 1914 la piedra Rumford; se trata de rasillas con poros en las tablas, interconectados, que permiten absorber las reverberaciones. Dos años después, en 1916, saca al mercado la piedra Akoustolith, cuya producción era más barata que el sistema Rumford, e incorpora una porosidad graduada, característica indispensable para determinar la frecuencia a absorber.¹² En 1925 y tras el éxito de la cerámica acústica, patentó el mortero Akoustolith, cuyo objetivo fue comercializar un acabado acústico para la pequeña escala. El funcionamiento es similar al de la rasilla acústica, ya que después de aplicar la capa de mortero Akoustolith, se crea un acabado poroso, capaz de absorber las reverberaciones acústicas.¹³

Después de la II Guerra Mundial los estilos cambiaron, y las bóvedas de la Guastavino Company cayeron en decadencia. Se impuso el hormigón y el acero a la cerámica. La compañía sobrevivió gracias a las innovaciones acústicas, promovidas por Rafael Guastavino i Expósito. Sin embargo, este vendió la empresa en 1943 ante la caída del mercado. Finalmente, la compañía terminó cerrando en 1962 [Fig. 22].

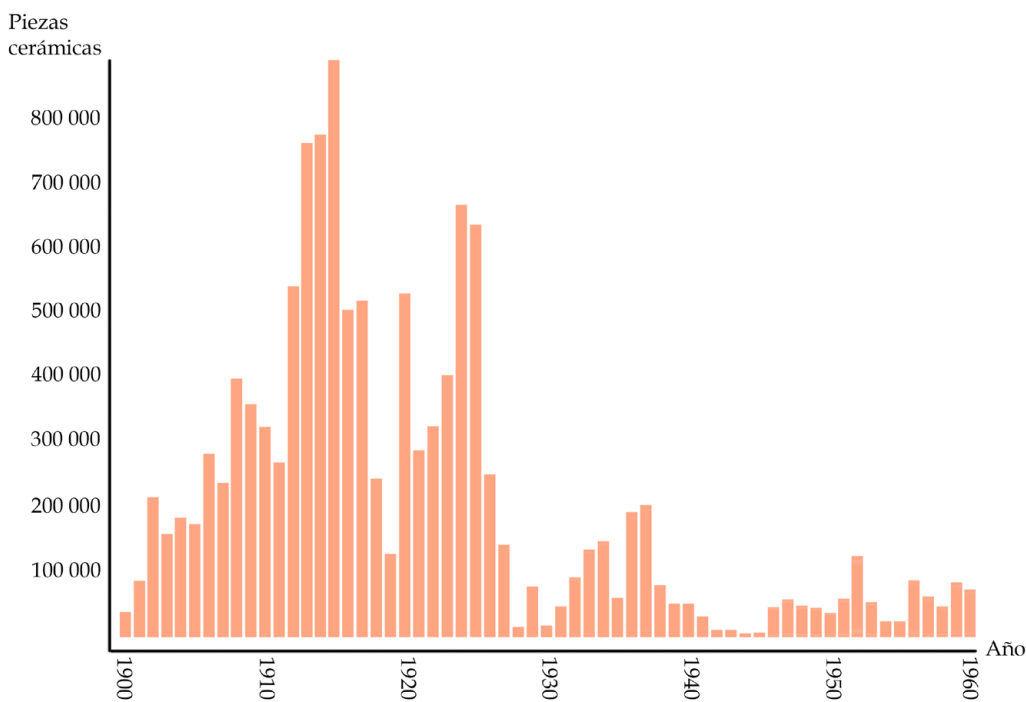


Fig. 22 Producción de cerámicas de la Guastavino Company entre 1901 hasta 1961.

Fig. 22 Información publicado en Ochsendorf, J., ``Las bóvedas de Gutastavino: El arte de la rasilla estructural.'', p. 161.

12.- La cerámica acústica estaba formada por arcilla, feldespato y tierra vegetal. Durante el proceso de cocido la tierra vegetal se quemaba creando los poros de las piezas Rumford. La cerámica Akoustolith seguía el mismo procedimiento constructivo, pero estaba compuesta de cemento Portland y arena, lo que le permitía controlar la porosidad de las piezas. Pounds, R., Raichel, D., Weaver, M., traducido por Navarro López, M., ``El mundo invisible de la construcción acústica de Guastavino: historia, desarrollo y producción.'', en Ed. Huerta, S., ``Las bóvedas de Guastavino en América.'', p. 181-182.

13.- Antes de aplicar el mortero Akoustolith sobre el enfoscado era necesario colocar una capa intermedia de cal hidratada y arena, de 2 mm, cuya única función era garantizar un buen agarre del mortero Akoustolith, el cuál se aplicaba sobre la capa intermedia con un grosor de 5 cm. Ibid., p. 183.

4.2 Modernismo catalán (1888-1920)

El modernismo comenzó con la Exposición Mundial de Barcelona de 1888 [Fig. 23-24], donde participaban 20 países y cuyo director fue Elías Rogent.¹⁴ La exposición mostró una arquitectura cromática, donde se enfatizaba el color y la textura del material, así como una ornamentación creativa.¹⁵ Fue precisamente la creatividad empleada en la exposición lo que más influyó en el modernismo catalán, ya que las primeras generaciones de arquitectos, salidos de la Escuela de Arquitectura de Barcelona, buscaban cambiar la imagen plana y monótona de la ciudad.¹⁶

Fig. 23 Cartel publicitario de la Exposición Universal de Barcelona (1888).

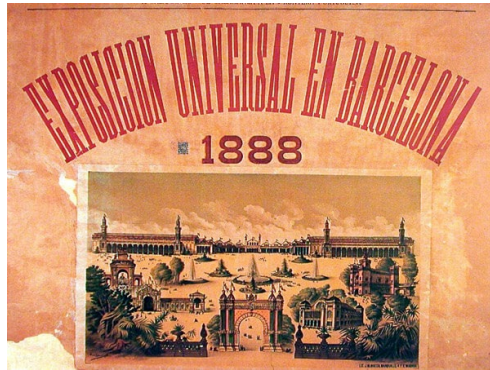


Fig. 23

Fig. 24 Cartel publicitario de la Exposición Universal de Barcelona (1888).

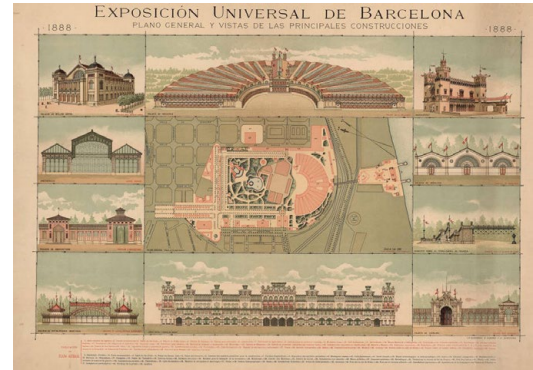


Fig. 24

El espíritu creativo de los nuevos arquitectos pronto se relacionó con los sentimientos políticos del independentismo catalán, convirtiéndose el Modernismo en un estilo nacionalista. Es interesante ver como en Cataluña este movimiento surge como un estilo ecléctico, que busca sus principios en la arquitectura medieval catalana y en los avances estilísticos que se están produciendo en el resto de Europa.¹⁷ Lluís Domènech i Montaner, del cual hablaremos más adelante, lo explica muy bien en su artículo publicado en 1878 *En busca de una Arquitectura Nacional*, donde expone los principios de la nueva arquitectura:

"[...] veremos y estudiemos asiduamente el pasado, busquemos con firme convicción lo que hoy tenemos que hacer y tengamos fe y valor para llevarlo a cabo.

Se nos dirá quizás que esto es una nueva forma de eclecticismo. Si procurar la práctica de todas las buenas doctrinas, que como buenas no pueden ser contradictorias, procedan de donde se quiera, es ser ecléctico, si asimilarse, como la planta del aire y del agua y de la tierra, los elementos que se necesitan para vivir una vida sana es hacer eclecticismo; si creer que todas las generaciones nos han dejado alguna cosa buena que aprender y quererlo estudiar y aplicarlo es caer en esta falta, nos declaramos convictos de eclecticismo."

Lluís Domènech i Montaner. "En busca de una arquitectura nacional", publicado en la *Renaixença*, 28 de febrero de 1878, p. 160

14.- La información se puede consultar en la página web de la Universidad de Barcelona, en el siguiente enlace <http://www.ub.edu/museuvirtual/visitavirtualEH/index.php/es/conoce-la-universidad-de-barcelona/la-ciudad-en-el-siglo-xix/la-ciudad-antigua-y-las-murallas/270-exposicion-universal-de-1888>

15.- Neumann, D., traducido por Navarro, M., "El sistema Guastavino en su contexto; historia y difusión de un método de abovedamiento revolucionario." en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 149.

16.- Tarragó, S., "Las variaciones históricas de la bóveda tabicada." en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 227-228.

17.- Dentro de los estilos que se encuentran en el modernismo catalán tenemos el neogótico, neomudéjar, floralismo del Art Nouveau y la Secession vienesa. *Ibid.*

Precisamente, de volver la mirada al pasado resurge el uso de la bóveda tabicada, la cual se adopta como elemento constructivo tradicional catalán. Su rápida construcción y libertad formal, hizo que se convirtiera en la técnica más empleada para cubrir espacios y con el paso del tiempo se transformó en un símbolo tanto estilístico para el modernismo como político para el independentismo.¹⁸ Tal fue la apropiación de la técnica que, en el Congreso Internacional de Arquitectura celebrado en Madrid en 1904, en el discurso de Puig i Cadafalch *Arquitectura catalan*, cambió el nombre “bóveda tabicada” por el hoy conocido como “bóveda catalana”.¹⁹

Las ideas estilísticas y fundamentos teóricos del modernismo catalán se generan a finales del siglo XIX. Sin embargo, el desarrollo arquitectónico se produce sobre todo en los primeros años del siglo XX, con la figura de tres arquitectos, Lluís Domènech i Montaner, Antonio Gaudí y Josep Puig i Cadafalch.¹⁵

4.2.1 Lluís Domènech Montaner (1850-1923)

Lluís Domènech Montaner (1850-1923), nacido en Barcelona, es uno de los referentes del modernismo catalán. Dejó claras las ideas de un nuevo estilo ecléctico en el artículo *En busca de una Arquitectura Nacional* publicado en 1878 y fue director de la Escuela de Arquitectura de Barcelona entre 1900 y 1919. Como arquitecto buscaba la continua relación del carácter catalán en la arquitectura medieval, con el empleo de los nuevos materiales. Dentro de su arquitectura debemos destacar su proyecto más emblemático, el Palacio de la Música Catalana (1908) ubicado en Barcelona [Fig. 25-30]. En el edificio se utiliza una estructura metálica, encargada de sujetar las bóvedas tabicadas, las cuales configuran el espacio y enriquecen la sección. La obra destaca por armonizar el espacio con una ornamentación exuberante que no se desliga del concepto espacial del proyecto. Esto se logra gracias a las bóvedas tabicadas, terminadas con azulejos vidriados.¹⁵

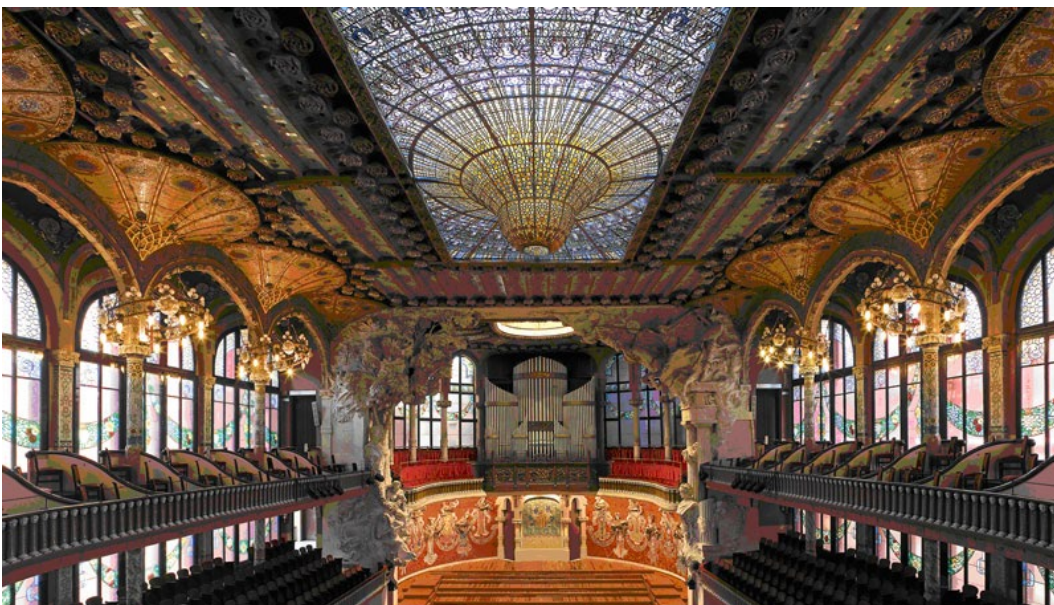


Fig. 25

18.- *Ibíd.*, p. 229.

19.- Rosell i Colomina, J., “Rafael Guastavino Moreno Ingenio en la arquitectura del siglo XIX” en Ed. Huerta, S., “Las bóvedas de Guastavino en América.”, p. 212.



Fig. 26

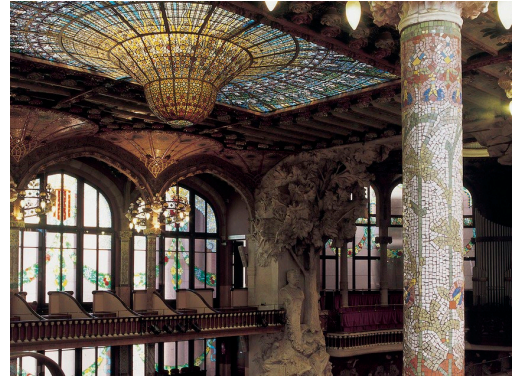


Fig. 28



Fig. 27

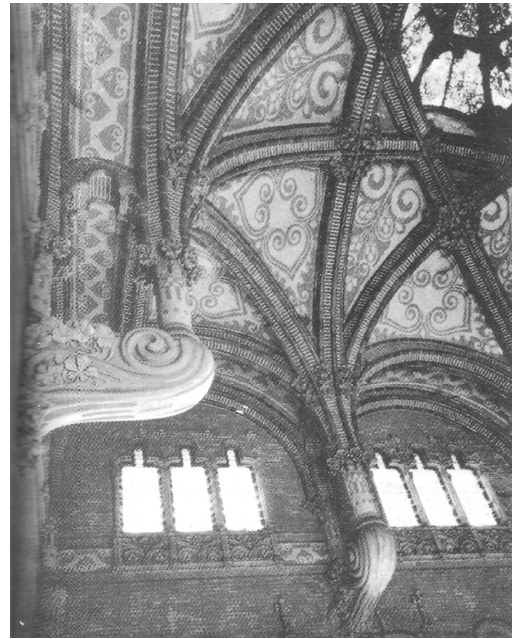


Fig. 29

Fig. 25 Vista de sala principal del Palacio de la Música Catalana (1908).

Fig. 26 Detalle de la escalera del Palacio de la Música Catalana (1908).

Fig. 27 Fotografía exterior del Palacio de la Música Catalana (1908).

Fig. 28 Detalle del abovedamiento en la sala principal del Palacio de la Música Catalana (1908).

Fig. 29 Detalle del abovedamiento del Palau de la Música Catalana (1908).

Fig. 30 Vista de la escalera del Palacio de la Música Catalana (1908).



Fig. 30

4.2.2 Josep Puig Cadafalch (1867-1957)

Josep Puig Cadafalch (1867-1957) nació en Mataró y estudió arquitectura en la Universidad de Barcelona, donde terminó convirtiéndose en el discípulo más importante de Domènech Montaner. Con una ideología independentista, fue quien más relacionó la técnica tabicada como un elemento nacional catalán. Justificaba su pensamiento desde la arquitectura medieval catalán, donde ya se empleaba la bóveda tabicada. Además, fue el primero en cambiar el nombre del elemento constructivo de "bóveda tabicada" a "bóveda catalana", en su discurso de 1904 para el Congreso Internacional de Arquitectura celebrado en Madrid, antes mencionado. Dentro de sus obras arquitectónicas, debemos destacar el conjunto de edificios que realizó para la productora de cava Codorníu [Fig. 31-34], en Sant Sadurní d'Anoia (1904). Allí utiliza como motivo central el arco parabólico para dar forma a la bóveda principal y a las dos naves laterales. Los abovedamientos del proyecto están realizados con dos gruesos: el sencillo y el doblado. Con esta actuación Puig Cadafalch recupera el espíritu del gótico catalán, en donde la solución estructural define la forma y el espacio del edificio.²⁰

Fig. 31 Fotografía exterior de la Masía Codorníu (1904).

Fig. 32 Fotografía exterior de la Masía Codorníu (1904).

Fig. 33 Vista interior de las salas subterráneas de la Masía Codorníu (1904).

Fig. 34 Vista interior de la Masía Codorníu (1904).



Fig. 31



Fig. 32



Fig. 33

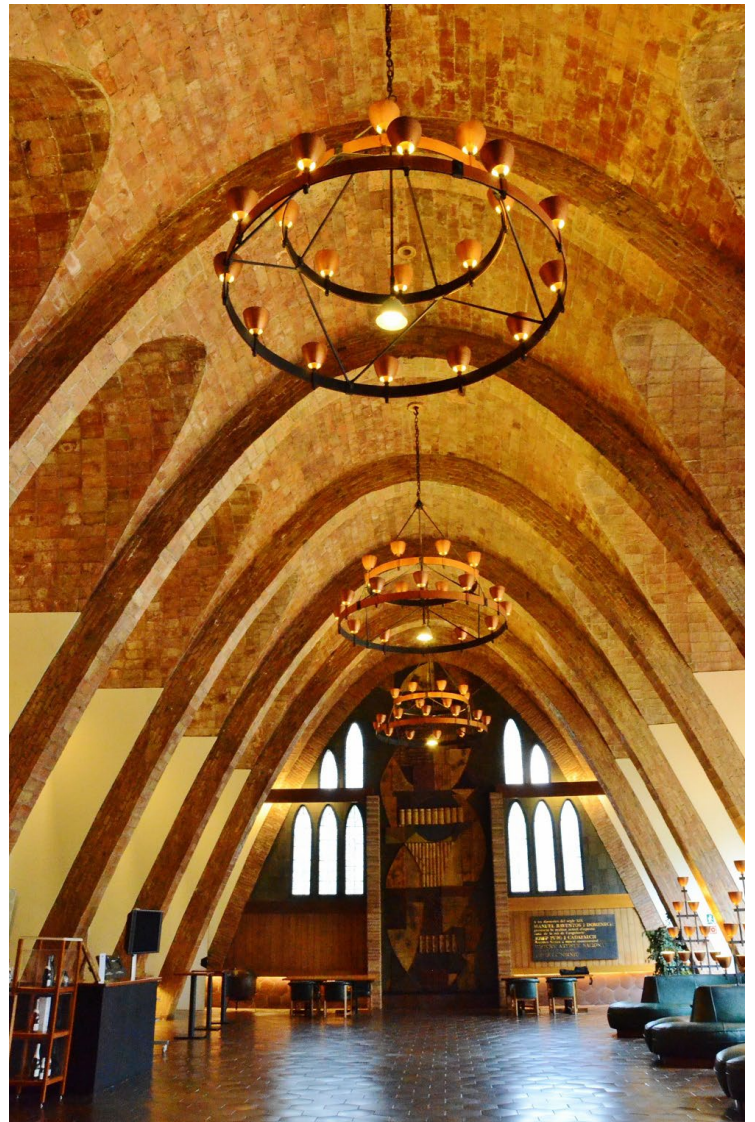


Fig. 34

20.- Neumann, D., traducido por Navarro, M., "El sistema Guastavino en su contexto; historia y difusión de un método de abovedamiento revolucionario." en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 149-150.

4.2.3 Antonio Gaudí Cornet (1852-1926)

Antonio Gaudí Cornet (1852-1926), nacido en Reus, se traslada en 1870 a Barcelona, para empezar sus estudios de arquitectura, que culmina en 1878, consiguiendo su título.²¹ Fue un arquitecto anti-clásico, con una mente sumamente imaginativa y un dominio extraordinario de la técnica y la construcción, que le permitió llevar acabo sus ideas. Formuló una arquitectura fantástica basada en el movimiento y en la perfecta armonía cromática, conseguida gracias a los sentidos:

“El sentido del tacto da la forma, pero no sitúa; el de la vista sitúa la forma y nos da su color y su medida. Después de estos cuatro viene la estabilidad y siguen las otras.”

Puig Boada, I., “Gaudí nos habla”, 1976, p. 44. Publicado en Ed. Huerta, S., “Las bóvedas de Guastavino en América”, p. 232.

Los primeros experimentos de Gaudí con la bóveda tabicada se pueden observar en las caballerizas del Palacio Güell (1887), donde utiliza arcos tabicados, sobre los cuales se apoyan las bóvedas. Pero será a principios del siglo XX, con el encargo del Parque Güell (1914), cuando alcanza su madurez creativa. El proyecto crea un recorrido continuo, donde la arquitectura busca una síntesis con la naturaleza mediante el movimiento y el color. Es interesante ver como Gaudí se adelanta a los tiempos y utiliza un sistema prefabricado de bóvedas tabicadas para construir toda la bancada y sus barandillas en la plaza principal, así como los almohadillados de la escalera de acceso, las cúpulas y jácenas ubicadas debajo de la plaza [Fig 35-36].²² Para finalizar la construcción se terminaba el recubrimiento de las bóvedas con piezas cerámicas y vidrios irregulares cogidos con cemento, sistema al que también se conoce como trencadís [Fig 37-40].²³

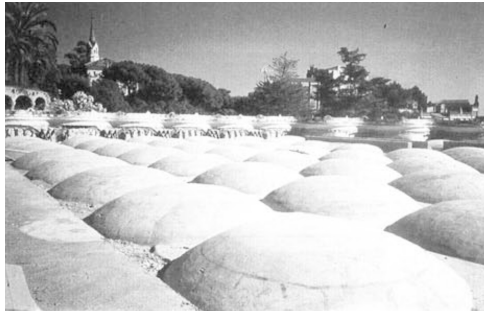


Fig. 35

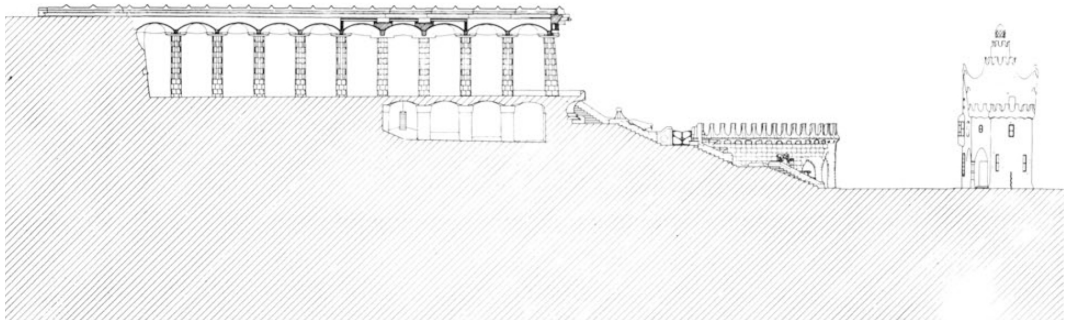


Fig. 36

Fig. 35 Fotografía de la construcción del Parque Güell (1914).

Fig. 36 Sección de la arcada y plaza del Parque Güell (1914).

21.- Información extraída de la web oficial de la Casa Batlló, se puede consultar en el siguiente enlace <https://www.casabatllo.es/antoni-gaudi/>

22.- Tarragó, S., “Las variaciones históricas de la bóveda tabicada.” en Ed. Huerta, S., “Las bóvedas de Guastavino en América.”, p. 231-232.

23.- Molist Porta, M., “Evaluación de la durabilidad de piezas de trencadís mediante ensayos no destructivos.”, p. 7.

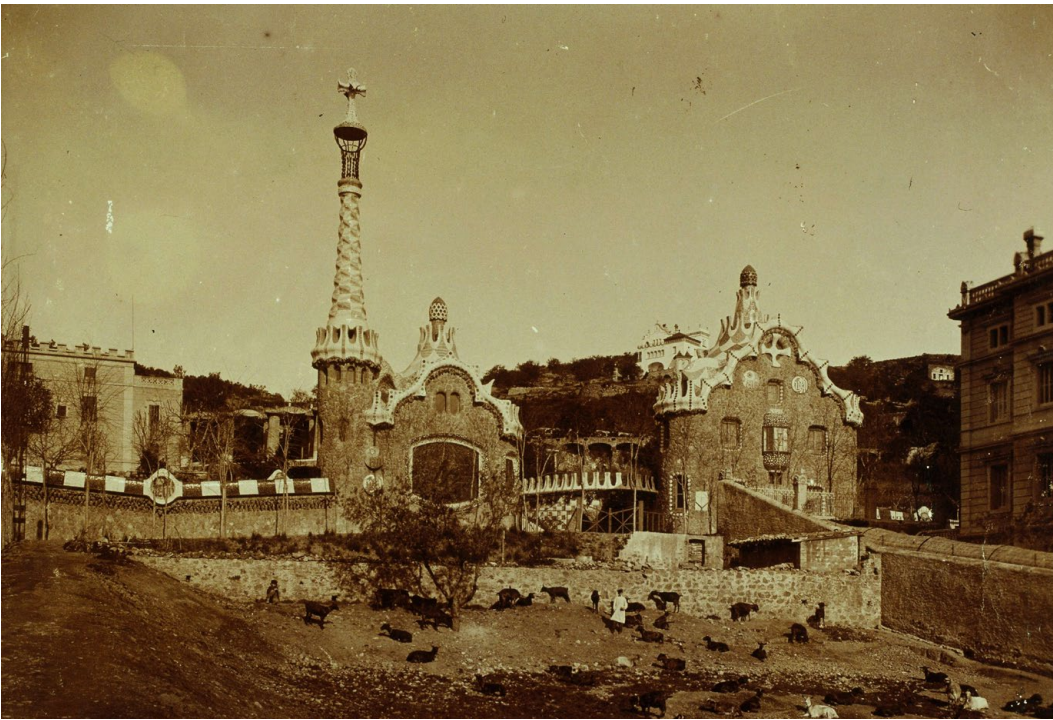


Fig. 37

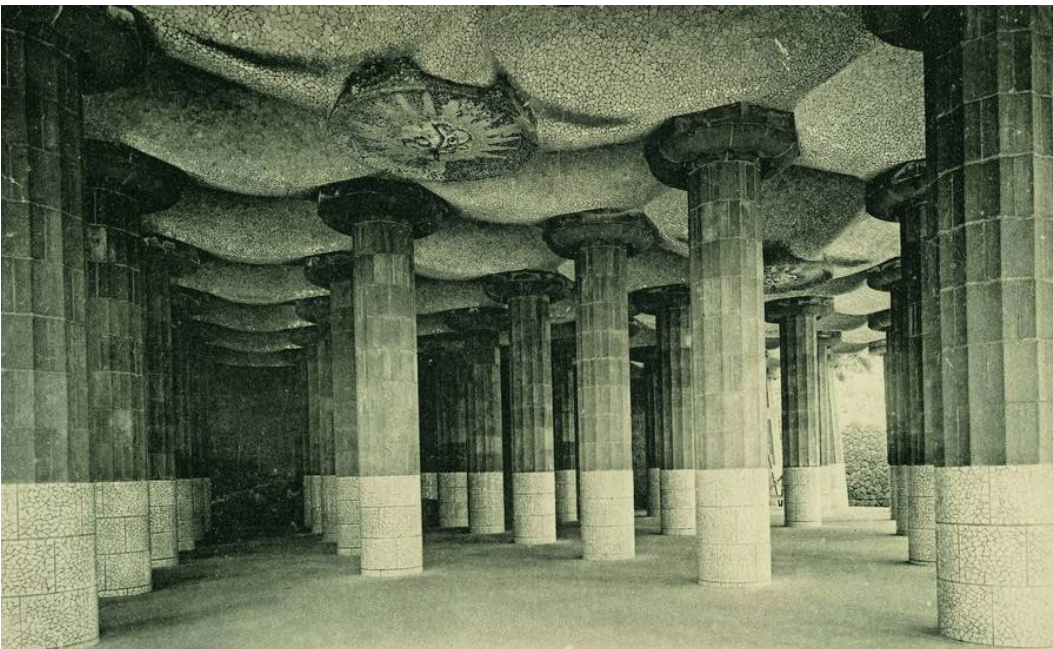


Fig. 38



Fig. 39



Fig. 40

Fig. 37 Fotografía del Parque Güell (1914).

Fig. 38 Vista interior de la arcada bajo la plaza del Parque Güell (1914).

Fig. 39 Fotografía en detalle del trencadís del Parque Güell (1914).

Fig. 40 Fotografía en detalle del trencadís del Parque Güell (1914).

Por último, debemos mencionar la Cripta de la Iglesia de la Colonia Güell (1914), donde Gaudí realiza por primera vez unas bóvedas tabicadas con forma de paraboloides hiperbólicos [Fig. 41-44]. Una vez más, con una inspiración naturalista que despierta en Gaudí una creatividad poética, crea un espacio orgánico, donde el movimiento del techo y los pilares que lo sujetan marcan un recorrido y unas pautas de circulación. El proyecto crea un espacio noble donde se dignifica la cerámica como material, igualándola a materiales de tan alto prestigio.²²

Gaudí destacó sobre los demás, por una arquitectura creativa, con formas curvas, en relación con la naturaleza, donde la materia se veía acompañada de una ornamentación policromática y en relieve, generando espacios y volúmenes en continuo movimiento.²⁴ La obra generada por Gaudí, se convirtió en un ejemplo para las nuevas generaciones de arquitectos modernistas como: Lluís Muncunill, Joan Rubió, Josep María Jujol y César Martinell entre otros. Además de ser un ejemplo para quienes podían disfrutar de su arquitectura a diario, lo fue también para arquitectos extranjeros de renombre como Le Corbusier.²⁴



Fig. 41



Fig. 42



Fig. 43

Fig. 41 Vista interior de la Cripta de la Iglesia de la Colonia Güell (1914).

Fig. 42 Vista interior de la Cripta de la Iglesia de la Colonia Güell (1914).

Fig. 43 Vista interior de la Cripta de la Iglesia de la Colonia Güell (1914).

Fig. 44 Fotografía del proceso constructivo de la Cripta de la Iglesia de la Colonia Güell (1914).



Fig. 44

24.- Tarragó, S., "Las variaciones históricas de la bóveda tabicada." en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 233

4.2.4 Joan Rubió Bellver (1871-1952)

Entre los arquitectos más destacados debemos mencionar a Joan Rubió Bellver (1871-1952), que al igual que Gaudí es originario de Reus y fue ayudante en su despacho. Construyó el Sanatorio Tibidabo (1903), proyecto que posee una organización radial [Fig. 45-49]. Está compuesto por un cilindro central rodeado de otros más pequeños, todo ellos coronados con una cubierta en forma de cono hecha con bóvedas tabicadas y con un acabo exterior de trencadís.^{24 25}

4.2.5 Josep María Jujol (1879-1949)

Josep María Jujol (1879-1949), originario de Tarragona, que al igual que con Joan Rubió, le une a Gaudí la colaboración en sus obras.²⁶ 13 Dentro de la arquitectura de Jujol debemos destacar la Torre de la Creu (1913), una residencia de verano ubicada en Sant Joan Despí [Fig 50-53], donde la arquitectura se contiene en cinco cilindros de diferentes escalas. Desde el exterior lo más llamativo son las cúpulas tabicadas que coronan dichas figuras de revolución, las cuales están terminadas con trencadís, aportando así el componente cromático al proyecto.²⁷



Fig. 45

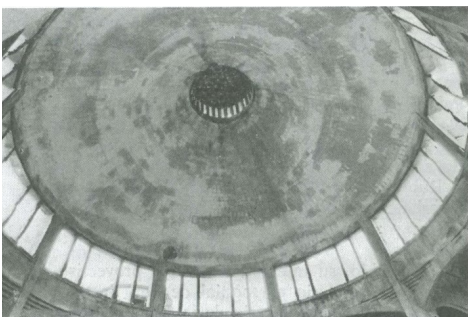


Fig. 46



Fig. 47

Fig. 45 Fotografía durante el proceso constructivo del Sanatorio Tibidabo (1903).

Fig. 46 Vista interior de la cúpula central del Sanatorio Tibidabo (1903).

Fig. 47 Vista exterior del Sanatorio Tibidabo (1903).

Fig. 48 Alzado del Sanatorio Tibidabo (1903).

Fig. 49 Sección del Sanatorio Tibidabo (1903)

Fig. 50 Fotografías del proceso constructivo de la Torre de la Creu (1913).

Fig. 51 Detalle del acabado de la chimenea de la Torre de la Creu (1913).

Fig. 52 Vista en detalle de la terraza de la Torre de la Creu (1913).

Fig. 53 Vista exterior de la Torre de la Creu (1913).

25.- La información se puede consultar en el siguiente blog; Roca, D(Arquitecto)., ``Pavelló de bugaderia del Sanatori Antituberculós.``, enlace <http://arquitectocurioso.blogspot.com/2016/10/arquitectura-desconeguda-pavello-de.html>

26.- La información se puede consultar en la web de ``España es Cultura`` promocionada por el Ministerio de Cultura y Deporte, en el siguiente enlace; http://www.xn-espaescultura-tnb.es/es/artistas_creadores/josep_maria_jujol.html

27.- La información se puede consultar en la web oficial de Cataluña, en el siguiente enlace; <http://www.catalunya.com/torre-de-la-creu-17-16003-483?language=es>

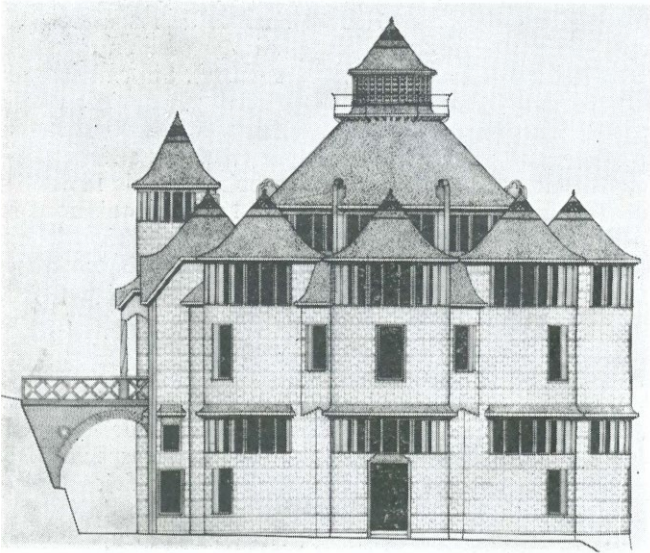


Fig. 48

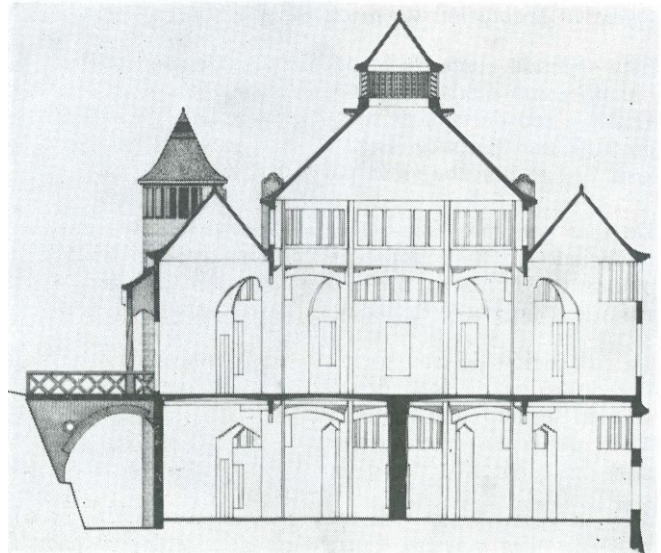


Fig. 49

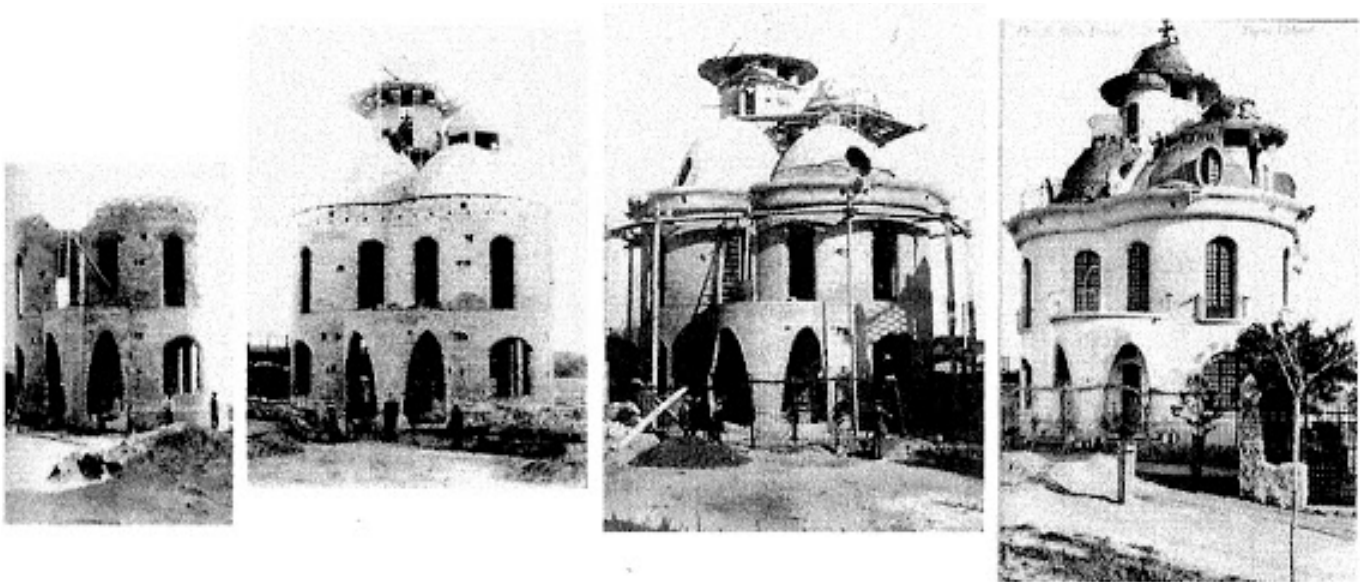


Fig. 50



Fig. 51



Fig. 52

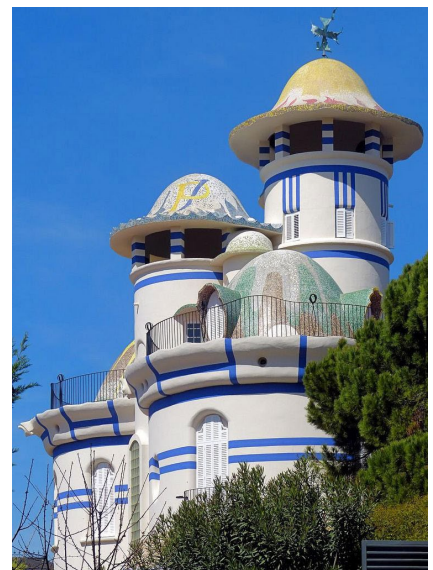


Fig. 53

Dentro de los arquitectos que se inspiraron en la extensa obra de Gaudí, debemos destacar por encima de los demás a dos de ellos: Lluís Muncunill y César Martinell. Su arquitectura se convirtió en historia de la bóveda tabicada, por la creatividad con la que trabajaron el sistema constructivo.

4.2.6 Lluís Muncunill Parellada (1868-1931)

Lluís Muncunill Parellada (1868-1931) nació en Fonollosa, un municipio de la provincia de Barcelona, aunque la mayor parte de su obra se construyó en Tarrasa.²⁸ El proyecto más cercano a la obra de Gaudí, es la Masía Freixa (1907), una fábrica textil transformada en residencia [Fig 54-55], donde se proyecta un pórtico de entrada mediante arcos parabólicos. Tanto las cubiertas como el interior se ven caracterizados, por la curva catenaria, pero al contrario que Gaudí, Muncunill no realiza juegos cromáticos.²⁹



Fig. 54



Fig. 55

Fig. 54 Fotografías exterior de la Masía Freixa (1907).

Fig. 55 Detalle de la puerta en la Masía Freixa (1907).

En 1908 construye la Sociedad General de Electricidad de Tarrasa [Fig. 56-59], en la que el ladrillo cobra más presencia. Se trata de un edificio de planta rectangular, coronado con siete bóvedas vaídas, de 12 m de luz, que se unen mediante unos arcos de ladrillo, los cuales las separan 15-20 cm. Al igual que en la Masía Freixa, la ornamentación es inexistente, la arquitectura se nutre del movimiento, tanto de la cubierta como de los huecos, los cuales están coronados con arcos tabicados, enfatizando y enriqueciendo la textura del edificio.³⁰ Sin embargo, el proyecto más emblemático de Muncunill será la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909), ubicada en Tarrasa [Fig 60-66]. Es un edificio industrial de 10.000 m², donde la cubierta se convierte en el elemento principal de toda la arquitectura. El edificio se cubre por bóvedas tabicadas campaniformes de doble curvatura de 8 x 8 m,²⁴ todas ellas inclinadas y orientadas al norte, generando una sección transversal con dientes de sierra. Pese a la cubierta en movimiento, el exterior es bastante anodino, situándose la potencia espacial en el interior de la sala principal, donde las bóvedas tabicadas se apoyan sobre esbeltos pilares de acero, creando un espacio amplio y libre. La luz que entra desde la cubierta se convierte en protagonista, generando diferentes ambientes dependiendo del punto de vista del observador.³¹

28.- La información se puede consultar en la web oficial del Ayuntamiento de Tarrasa, en el siguiente enlace; <https://www.tarrassa.cat/es/lluís-muncunill>

29.- Neumann, D., traducido por Navarro, M., "El sistema Guastavino en su contexto; historia y difusión de un método de abovedamiento revolucionario." en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 150. Y en el siguiente blog; Montoya, J (Periodista divulgador)., "Masía Freixa, inspiración gaudiniana.", en el siguiente enlace; <https://arquiterrassa.wordpress.com/2014/09/08/masia-freixa-inspiracion-gaudiniana/>

30.- La información se puede consultar en el siguiente blog; Montoya, J (Periodista divulgador)., "Sociedad General de Electricidad.", en el siguiente enlace; <https://arquiterrassa.wordpress.com/2016/04/11/sociedad-general-de-eletricidad/>

31.- Neumann, D., traducido por Navarro, M., "El sistema Guastavino en su contexto; historia y difusión de un método de abovedamiento revolucionario." en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 150.



Fig. 56



Fig. 57



Fig. 58



Fig. 59

Fig. 56 Vista en escorzo de la Sociedad General de Electricidad (1908).

Fig. 57 Vista interior de la Sociedad General de Electricidad (1908).

Fig. 58 Vista en detalle de la fachada de la Sociedad General de Electricidad (1908).

Fig. 59 Vista en detalle de las bóvedas vaídas de la Sociedad General de Electricidad (1908).

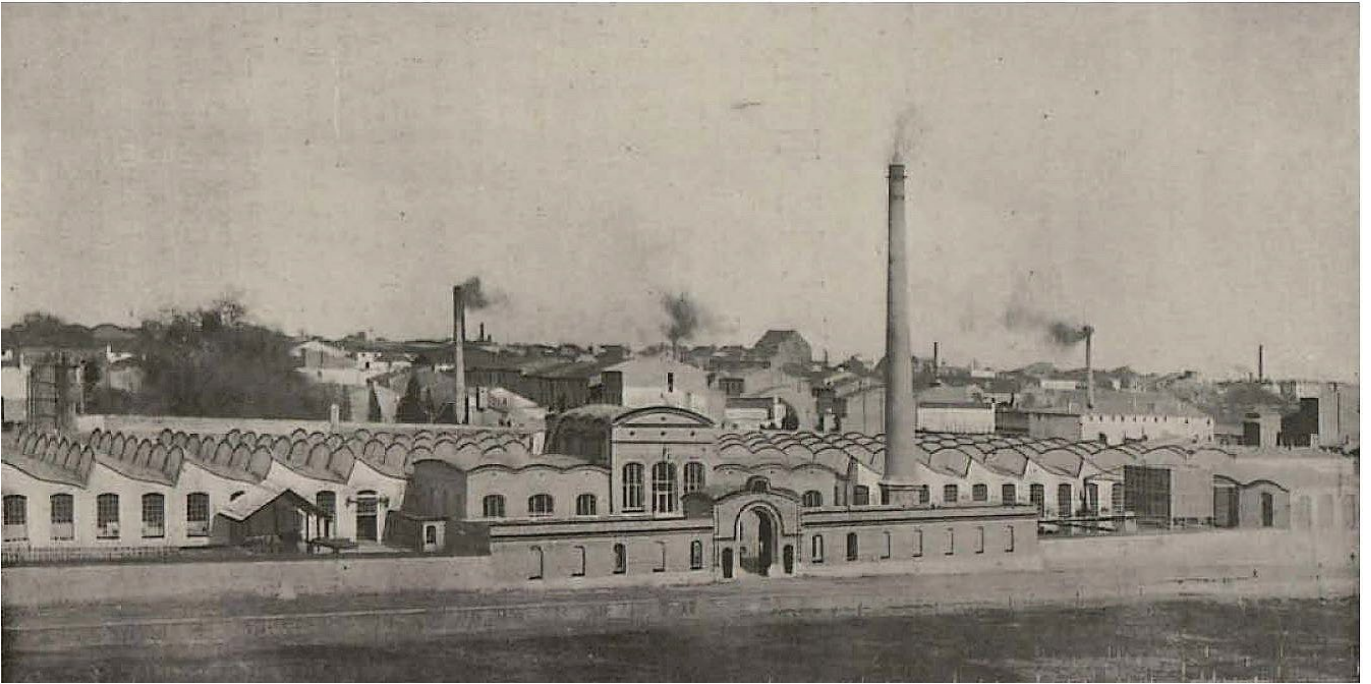


Fig. 60

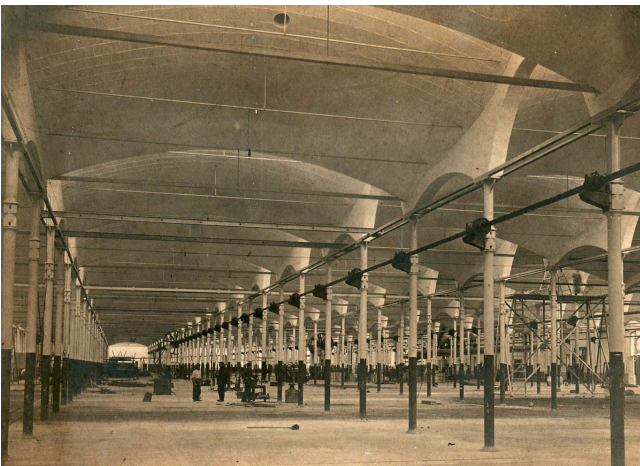


Fig. 61



Fig. 62



Fig. 63



Fig. 64



Fig. 65

Fig. 60 Vista general de la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909).

Fig. 61 Vista interior de la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909).

Fig. 62 Fotografía interior del estado original de la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909).

Fig. 63 Vista en detalle de las bóvedas de doble curvatura, con el intradós visto de la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909).

Fig. 64 Vista interior de la sala principal en el estado actual de la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909).

Fig. 65 Vista exterior de la cubierta de la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909).

Fig. 66 Vista exterior en detalle de la cubierta de la Fábrica Aymerich, Amat Jover (1909).

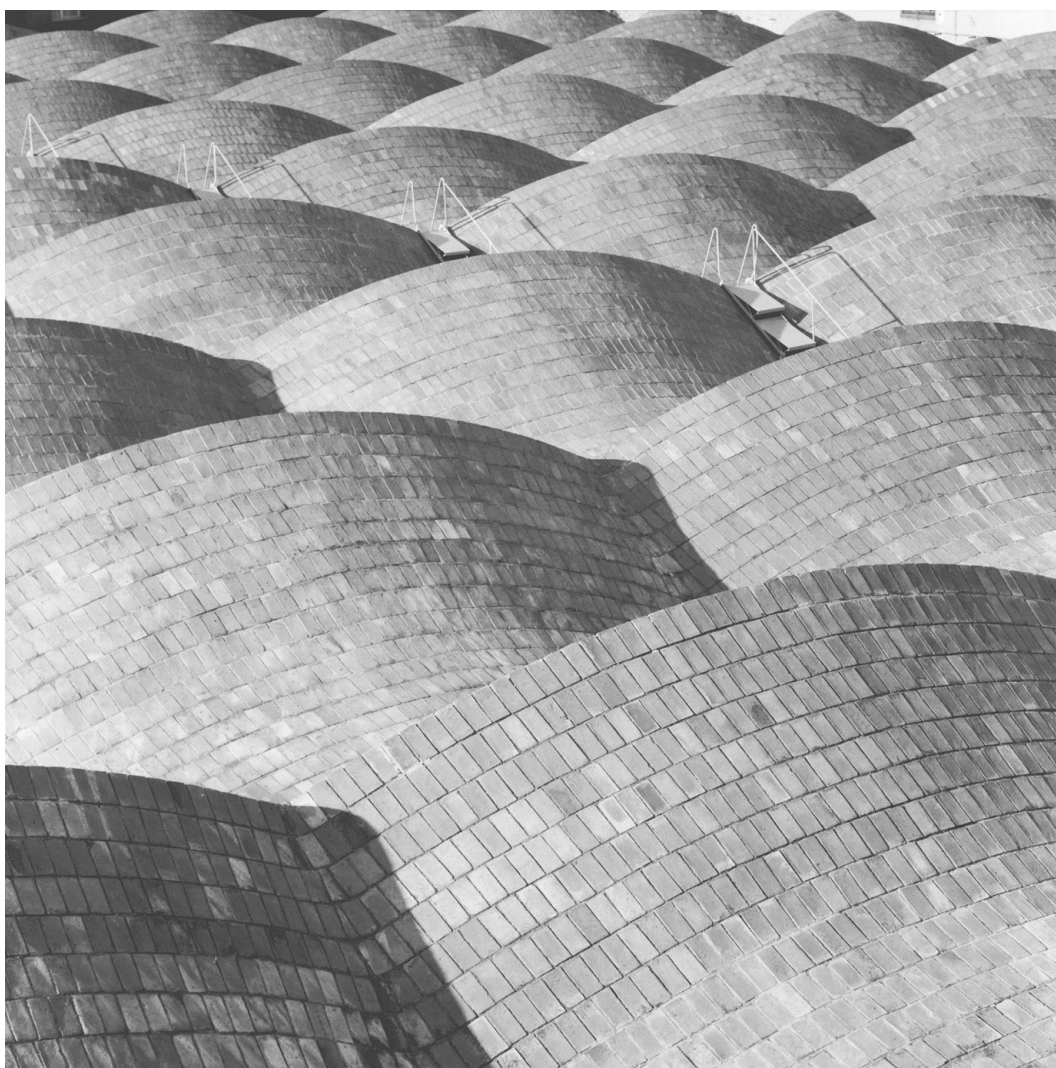


Fig. 66

4.2.7 César Martinell Brunet (1888-1973)

César Martinell Brunet (1888-1973) nace en el Campo de Tarragona, fue ayudante de Rubió Bellver y Jujol entre otros. En el último año de su carrera estudiantil conoce a Gaudí, tal fue el impacto y la admiración que terminó convirtiéndose en su biógrafo. Martinell pertenece a la última generación de arquitectos modernistas, empezando una arquitectura de transición hacia los nuevos principios.³²

Su obra se centra en el diseño y construcción de cooperativas agrícolas, donde destaca el empleo de bóvedas tabicadas sujetas por arcos parabólicos de rasilla, creando diferentes espacios mediante juegos de altura. La más destacada es la Cooperativa Gandesa (1919) en Tarragona [Fig 67-71]. El espacio interior está pautado mediante el empleo de arcos tabicados apantallados, generando dos alturas diferentes entre la nave principal y las laterales, ambas cubiertas con bóvedas tabicadas se reflejan en el exterior aportando movimiento en la fachada. Desde el exterior es llamativo la recuperación de la chimenea como un elemento clásico, cuya función es marcar la posición y servir de referencia para quienes visitan el edificio. Es por ello que de forma genérica se han llamado a estas construcciones agrarias “*catedrales agrícolas*”.²⁴

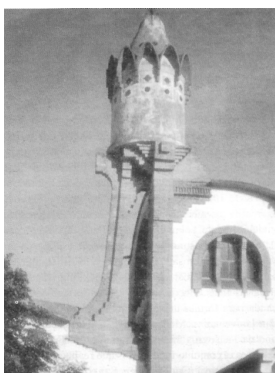


Fig. 67



Fig. 68

Fig. 67 Detalle de la chimenea en la Cooperativa Gandesa (1919).

Fig. 68 Fotografía durante el proceso constructivo de la Cooperativa Gandesa (1919).

Fig. 69 Vista exterior en escorzo de la Cooperativa Gandesa (1919).

Fig. 70 Vista interior de la nave central de la Cooperativa Gandesa (1919).

Fig. 71 Vista interior del espacio central de la Cooperativa Gandesa (1919).

32.- *Ibíd.* Y en la web oficial del Colegio Oficial de Arquitectura de Cataluña, en el siguiente enlace; https://www.coac.net/martinell/biografia/biografia_context_cultural.html



Fig. 69

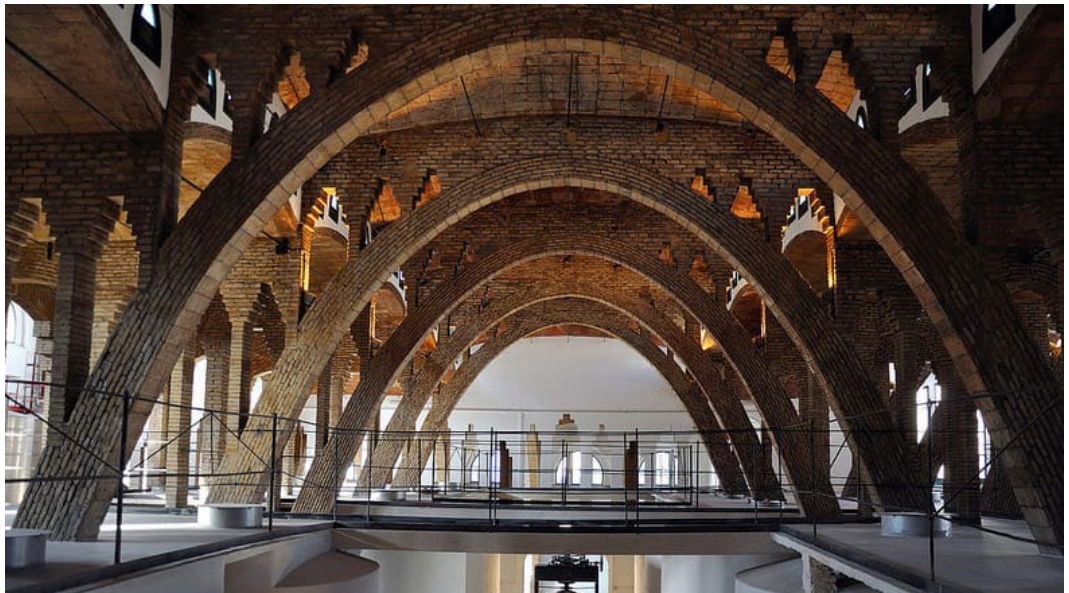


Fig. 70



Fig. 71

4.3 Movimiento Moderno español (1920-1940)

Con la llegada de los nuevos estilos y los nuevos pensamientos, los principios modernistas empezaron a quedar obsoletos. Surge en la década de los años 20, en la Escuela de Arquitectura de Barcelona, una nueva generación de arquitectos que empieza un nuevo pensamiento inspirado en la arquitectura que se estaba desarrollando en Europa, encabezada por Le Corbusier.^{33 34}

No debemos olvidar, que estas nuevas generaciones están educadas por los antiguos maestros del modernismo, y es por ello que poseen una visión poética del pasado, la cual se termina relacionando con los principios de la nueva arquitectura.³⁵

Finalmente, la arquitectura moderna que se desarrolla en España, termina siendo una visión racional del espacio, donde se aprovechan tanto técnicas pasadas como futuras, con el fin de crear un lugar claro, ordenado y en relación con el entorno.³⁶ En el ciclo de conferencias titulado; *¿Qué orientación debe tomar la arquitectura contemporánea en Catalunya?*, Sert deja claro el rumbo de la nueva arquitectura:

“La buena arquitectura no se ha hecho nunca por fórmula ni siguiendo al pie de la letra una doctrina: sería demasiado sencillo [...]”

Sert, Josep Lluís *“Conferencia de J. L. Sert, arquitecto del GATEPAC”*, AC nº 16, p. 43 y 44. Citado en Rodríguez García, A., Hernando de la cuerda, R., *“La bóveda tabicada y el movimiento moderno español”*, en *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 2007, p. 763.

“Ni copiar arquitectura de otras épocas, ni estilos históricos, ni decoración de barcos, ni funcionalismo mal entendido, sino una arquitectura de hoy, arquitectura viva, palpante y joven, creación constante. Y en cada caso, solución clara de un programa y un problema planteados. Obras que se ajusten a la necesidad de una nueva estructura social y satisfagan nuestros anhelos espirituales y materiales. Podemos, para obtener esto, aprovechar todos los medios que tenemos a mano, desde los más tradicionales a los más modernos: desde la piedra al ladrillo y hormigón armado, el acero y el cristal, siempre que estén controlados por un espíritu de orden, claridad y respeto a las construcciones milenarias [...]”

Sert, Josep Lluís *“Conferencia de J. L. Sert, arquitecto del GATEPAC”*, AC nº 16, p. 43 y 44. Citado en Ramon, A., Rodríguez Pedret, C., *“El GATCPAC y la Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona.”* A: Congreso DOCOMOMO Ibérico. *“V Congreso DOCOMOMO Ibérico”*. 2010, p. 115.

El desarrollo de la arquitectura moderna en España vino de la mano de un nuevo grupo de arquitectos, el GATEPAC (Grupo de Arquitectos y Técnicos Españoles para el Progreso de la Arquitectura Contemporánea). La agrupación se fundó en 1930, en el Gran Hotel de Zaragoza. Estaba dividido en tres subgrupos: Centro (Madrid), Norte (San Sebastián y Bilbao) y Este (Barcelona).³⁷

33.- Ramon, A., Rodríguez Pedret, C., *“El GATCPAC y la Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona.”* A: Congreso DOCOMOMO Ibérico. *“V Congreso DOCOMOMO Ibérico”*. 2010, p. 113-114.

34.- Ares Álvarez, O., *“GATEPAC. Casas de fin de semana, entre la tradición y la máquina.”*. DC. *Revista de crítica arquitectónica*, 2004, núm. 11., p. 119.

35.- Ramon, A., Rodríguez Pedret, C., *“El GATCPAC y la Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona.”* A: Congreso DOCOMOMO Ibérico. *“V Congreso DOCOMOMO Ibérico”*. 2010, p. 113-114.

36.- *Ibíd.*, p. 115.

37.- Grupo Norte formado por: Luis Vallejo (1901-1964), Joaquín Labayén (1900-1996). Grupo Centro formado por: Fernando García Mercadal (18896-1985), Víctor Calvo (1904-?) y Felipe López Delgado. Grupo Este formado por: Josep Lluís Sert (1902-1983), Sixto Illescas (1903-1986), Ricard Churruga (1900-1963), Pere Armengou

4.3.1 GATEPAC. Grupo Este

De los tres subgrupos debemos destacar el desarrollado en Barcelona, denominado GATCPAC (Grupo de Arquitectos y Técnicos Catalanes para el Progreso de la Arquitectura Contemporánea), donde se impulsó con más ímpetu la nueva arquitectura, creando AC (Actividad Contemporánea), la revista de arquitectura encargada de publicar las obras que se estaban realizando [Fig. 72].³⁸



Fig. 72 Portadas de la revista AC nº 1, 12 y 25.

Fig. 72

El GATCPAC estuvo encabezado por la Imagen de Josep Lluís Sert (1902-1983)³⁹ y Josep Torres Clavé (1906-1939),⁴⁰ que ya se conocían en la escuela de arquitectura, donde fundaron en 1926 la Asociación de Alumnos de la Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona, siendo el germen de lo que posteriormente sería el GATCPAC.⁴¹

Ambos arquitectos compartían una visión muy similar de lo que debería ser la arquitectura moderna. Y así queda patentado en el proyecto que realizan en el macizo del Garraf en Barcelona, Viviendas para fin de semana (1935). La actuación se compone de 3 viviendas independientes: tipo A, tipo B y tipo C [Fig. 73]. Las viviendas están pensadas como espacios de corta estancia y accesibles económicamente para todos. En el proyecto se busca una relación con el entorno mediante el empleo de materiales locales y técnicas tradicionales. Las tres viviendas se piensan desde la funcionalidad, reduciendo el espacio de la vivienda al mínimo. Compuestas como un cubo blanco al cual se le han practicado aberturas, las viviendas se colocan sobre un zócalo de piedra que les permite relacionarse con el entorno.⁴²

(1905-1990), Josep Torres Clavé (1906-1939), Cristòfor Alzamora (1905-1975) y Manuel Subiño (1904-1984). Rodríguez García, A., Hernando de la cuerda, R., "La bóveda tabicada y el movimiento moderno español.", en Eds. Arenillas, M., Segura, C., Bueno, F., Huerta, S., "Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007", p. 763.

38.- *Actividad Contemporánea* se convirtió en el medio de comunicación de la arquitectura moderna española. Tenía un corte editorial basado en tres principios: estudio de la arquitectura y construcciones populares, como fuente de inspiración para la nueva arquitectura. Interés por los aspectos técnicos y constructivos de la arquitectura. Defensa de la verdadera arquitectura, criticando tanto historicismo como falsos modernos. *Ibíd.*, p. 764.

39.- Josep Lluís Sert (1902-1983) originario de Barcelona. Tras finalizar sus estudios en arquitectura se traslada a París en 1928, donde trabajó con Le Corbusier. En la década de los 30 se encargó junto con Torres Clavé de la dirección de la revista *Actividad Contemporánea*. Antes de iniciarse la Guerra Civil emigra a Estados Unidos donde además de ejercer como arquitecto también lo hizo como docente. La información se puede consultar en la página online "España es Cultura" promocionada por el Ministerio de Cultura y Deporte, en el siguiente enlace http://www.xn--espaescultura-tnb.es/es/artistas_creadores/josep_lluis_sert.html

40.- Josep Torres Clavé (1906-1939) nace en Barcelona. Finalizó sus estudios de arquitectura en 1929 en su ciudad natal, dentro de su obra más conocida debemos destacar la casa Bloc (1935). Tras estallar la Guerra Civil (1936) se une al cuerpo militar de Ingenieros de la República. La información se puede consultar en la web "Biografías y Vidas" en el siguiente enlace https://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/torres_y_clave.htm

41.- Ramon, A., Rodríguez Pedret, C., "El GATCPAC y la Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona." A: Congreso DOCOMOMO Ibérico. "V Congreso DOCOMOMO Ibérico". 2010, p. 114.

42.- Ares Álvarez, O., "GATEPAC. Casas de fin de semana, entre la tradición y la máquina.". *DC. Revista de crítica arquitectónica*, 2004, núm. 11., p. 122-23.

En nuestro estudio nos centraremos, en la vivienda tipo C [Fig. 74-78]. Al igual que las otras dos tipologías, esta última variante a la que nos referimos otorga una gran importancia a la terraza como espacio libre, que permite la relación del interior de la vivienda con el exterior. Particularmente, este tipo merece mención por utilizar la bóveda tabicada con una visión funcionalista de la arquitectura, donde ésta había perdido interés.⁴³ Su empleo se deba quizás a un experimento en la reducción de coste o, a una visión no tan aséptica de la arquitectura moderna. Se construye una bóveda tabica atirantada compuesta por tres gruesos, los dos primeros de rasilla y el tercero de ladrillo hueco, que integra perfectamente el espacio interior con el exterior (la terraza) de la vivienda.⁴⁴

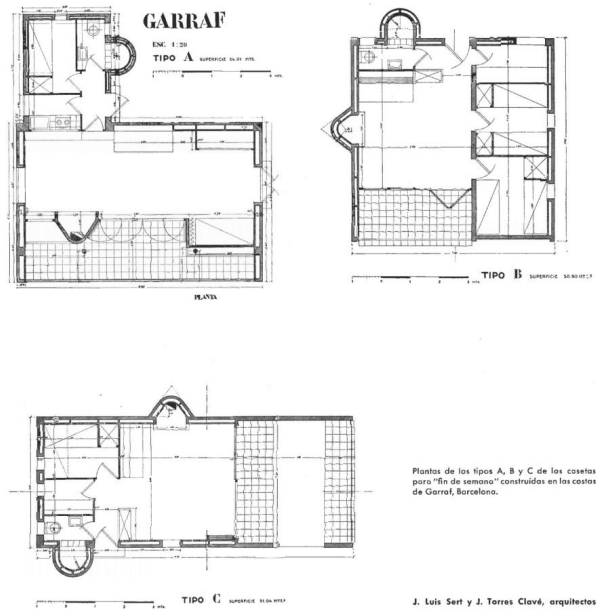


Fig. 73

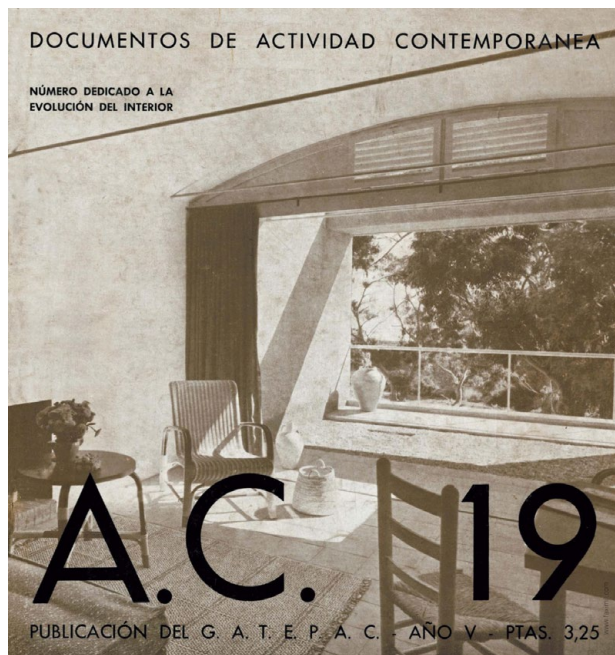


Fig. 74

43.- Rodríguez García, A., Hernando de la cuerda, R., "La bóveda tabicada y el movimiento moderno español.", en Eds. Arenillas, M., Segura, C., Bueno, F., Huerta, S., "Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007", p. 765.

44.- Ed. GATEPAC, AC: *Documentos de Actividad Contemporánea*, 1935, núm. 19., p. 36.



Fig. 75



Fig. 76

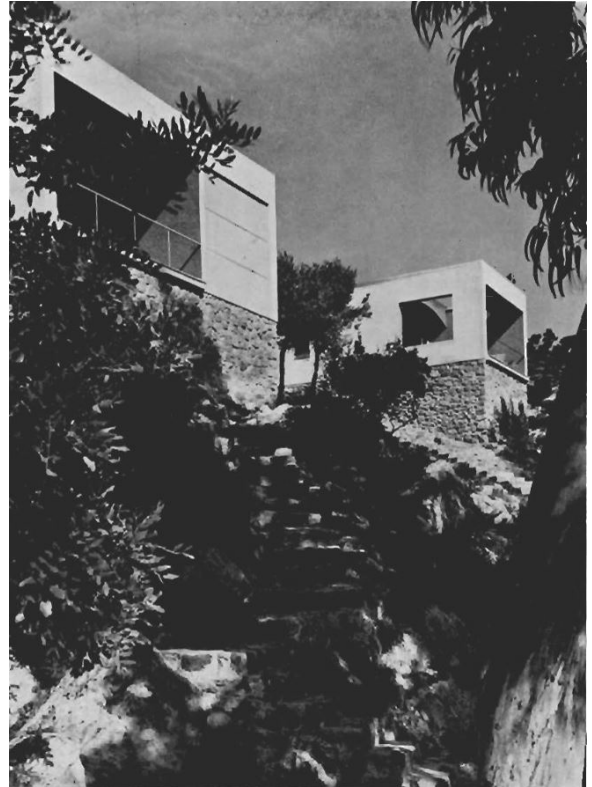


Fig. 77

Fig. 73 Planta de la tipología A, B y C de las viviendas del Garraf (1935).

Fig. 74 Portada de la revista AC nº 19, fotografía interior de la tipología C en las viviendas del Garraf (1935).

Fig. 75 Vista exterior de la tipología C en las viviendas del Garraf (1935).

Fig. 76 Fotografía desde la terraza de la tipología C en las viviendas del Garraf (1935).

Fig. 77 Vista exterior de las tipologías B y C en las viviendas del Garraf (1935).

Fig. 78 Vista interior de la tipología C en las viviendas del Garraf (1935).



Fig. 78

Otro de los usos de las bóvedas tabicadas, en la arquitectura de los años 20-40, fue la construcción de escaleras. Un año antes a la construcción de las viviendas en el Garraf, Sixto Illescas (1903-1986),⁴⁵ miembro fundador del GATEPAC perteneciente al Grupo Este, construye un Bloque de Viviendas en Alquiler (1934) en la calle Padua, Barcelona. Lo más atractivo del proyecto es la escalera [Fig. 79-82], que está compuesta por bóvedas tabicadas de 3 gruesos de rasilla, apoyadas sobre muros de 15 cm de espesor. El último de los tramos se encuentra en voladizo, estructuralmente se colocó un tirante interior que se empotra en la pared y permite la sujeción de esta.⁴⁶



Fig. 79



Fig. 80



Fig. 81



Fig. 82

Fig. 79 Vista de la fachada del Bloque de Viviendas en la calle Padua (1934).

Fig. 80 Fotografía de la construcción del núcleo de escalera en el Bloque de Viviendas en la calle Padua (1934).

Fig. 81 Fotografía del núcleo de escalera en el Bloque de Viviendas en la calle Padua (1934).

Fig. 82 Fotografía del núcleo de escalera en el Bloque de Viviendas en la calle Padua (1934).

45.- Sixto Illescas Miró (1903-1986) nace en Barcelona. Se tituló en 1923 y fue miembro fundador del GATEPAC. Su arquitectura estaba muy ligada a la visión renovadora, así como al racionalismo imperante en el resto de Europa. Tras finalizar la Guerra Civil, fue deshabilitado por sus vinculaciones con el bando republicano. La información se puede consultar en la web "archINFORM" en el siguiente enlace <https://spa.archinform.net/arch/1132.htm>

46.- Rodríguez García, A., Hernando de la cuerda, R., "La bóveda tabicada y el movimiento moderno español.", en Eds. Arenillas, M., Segura, C., Bueno, F., Huerta, S., "Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007", p. 766.

4.3.2 GATEPAC. Grupo Centro

De menor importancia, no por la arquitectura que desarrollan sino por el empleo de la bóveda tabicada en ella, es el Grupo Centro o también denominada *Generación del 25*⁴⁷ por Carlos Flores (1928-).⁴⁸ Al igual que en el Grupo Este, la bóveda tabicada se empleaba principalmente en la construcción de los núcleos de escaleras. La Residencia de Señoritas Estudiantes (1934) en Madrid [Fig. 83-84], construida por Carlos Arniches (1895-1958),⁴⁹ es el mejor ejemplo de esta práctica. La escalera se convierte en el elemento principal del espacio interior, no solo por la plasticidad de su forma y su capacidad compositiva, sino también por el empleo de bóvedas tabicadas para su construcción.⁵⁰

Fig. 83 Fotografía exterior de la Residencia de Señoritas Estudiantes (1934).

Fig. 84 Fotografía del ojo de escalera de la Residencia de Señoritas Estudiantes (1934).

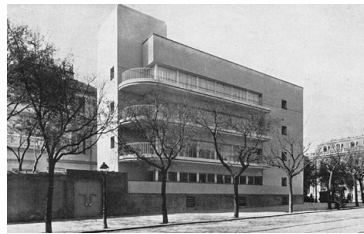


Fig. 83

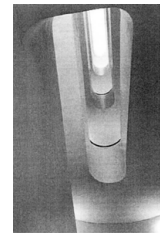


Fig. 84

Dentro de la obra de Arniches, debemos destacar el Hipódromo de Madrid (1936), que construye junto con Martín Domínguez (1897-1970) y Eduardo Torroja (1889-1961). El proyecto destaca por el empleo de estructuras laminares de hormigón armado, con forma de paraboloides hiperbólicos, en la cubierta de las graderías.⁵¹

Es importante señalar que las láminas de hormigón armado no son una variante de las bóvedas tabicadas. El origen de estas estructuras laminares se encuentra en la Alemania de los años 20.⁵² Lo que ocurre en España es una inspiración de las obras tabicadas sobre los arquitectos que utilizaron estructuras laminares, como es el caso de Eduardo Torroja o Félix Candela (1910-1997), el cual desarrollará este tipo de estructuras esencialmente en México.⁵³

47.- La denomina *Generación del 25* estaba compuesta por: Rafael Bergamín (1891-1970), Luis Blanco Soler (1894-1988), Regino Borobio (1895-1976), Castro Fernández Shaw (1896-1978), Miguel de los Santos (1896-1991), Agustín Aguirre (1896-1985), Manuel Sánchez Arcas (1895-1970), Luis Lacasa (1896-1966), Fernando García Mercadal (1896-1985), Carlos Arniches (1897-1955), Martín Domínguez (1897-1970) y Luis Gutiérrez Soto (1900-1977).

Denominados así por la influencia que en ellos tuvo la exposición de París de 1925. Hernando de la Cuerda, R., *“Pioneros de la arquitectura moderna española. Discontinuidad entre la segunda y la tercera generación.”*, p. 3.

48.- Carlos Flores López (1928-) nace en Cuenca. Se titula como arquitecto en 1958 y culmina su doctorado en 1965 en la ETSAM. Premio a la mejor labor crítica historiográfica en 1962, otorgado por el COAM. Elegido académico correspondiente por Madrid de la Real Academia Catalana de Bellas Artes de San Jordi en el año 2000. La información se puede consultar en la web oficial de la *“Real academia catalana de Bellas Artes de San Jordi”*, en el siguiente enlace. <https://www.racba.org/es/mostrarcurriculum.php?id=579>

49.- Carlos Arniches Moltó (1895-1958) nace en Madrid en una familia burguesa. Inicia sus estudios de arquitectura en 1911 y los culmina en 1923. Se apega al racionalismo y busca neutralizar los historicismos que le habían inculcado en la carrera. Trabajó en el estudio de Secundino Zuazo (1887-1971) donde conoce a su socio Martín Domínguez (1897-1970). La información se puede consultar en la web oficial de la Real Academia de la Historia, en el siguiente enlace <http://dbe.rah.es/biografias/38883/carlos-arniches-molto/>

50.- Rodríguez García, A., Hernando de la cuerda, R., *“La bóveda tabicada y el movimiento moderno español.”*, en Eds. Arenillas, M., Segura, C., Bueno, F., Huerta, S., *“Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007”*, p. 769.

51.- *Ibíd.*, p. 768.

52.- La construcción de la primera estructura laminar de hormigón se le atribuye al ingeniero alemán Walter Bauersfeld (1879-1959), que utilizó por primera vez este tipo de estructuras en el Planetario de Jena (1925). Senís López, R., *“Optimización de mallas estructurales de acero envolventes de edificios en altura. Análisis de las direcciones principales identificadas por sus líneas isostáticas.”*, p. 258.

53.- Neumann, D., traducido por Navarro, M., *“El sistema Guastavino en su contexto; historia y difusión de un método de abovedamiento revolucionario.”* en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 151.

El Movimiento Moderno en España continuó hasta el estallido de la Guerra Civil (1936-1939). Tras este acontecimiento y con la imposición de un nuevo régimen político, los grupos Norte, Centro y Este del GATEPAC se disolvieron. Parte de los miembros se quedaron en España durante el régimen franquista, otros murieron en el conflicto nacional y algunos emigraron al continente americano.

4.4 Arquitectura de Posguerra (1940-1960)

Tras finalizar la Guerra Civil española (1939) y debido a las destrucciones producidas en la industria y en la infraestructura durante el conflicto, se produjo una escasez en materiales de construcción como el hierro y el cemento. Dada la situación, el 11 de marzo de 1941, mediante un Decreto del Consejo de Ministros *Decreto sobre restricciones en el uso del hierro en la edificación*, se prohíbe la utilización de estructuras metálicas en la construcción.⁵⁴

Al mismo tiempo que se imponían prohibiciones sobre el uso de ciertos materiales, la Dirección General de Arquitectura (DGA)⁵⁵ proponía un apego a los sistemas constructivos tradicionales, donde la materia prima era la cerámica, eliminando así el empleo del acero.⁵⁶ La arquitectura desarrollada en esta época se verá muy caracterizada por esta situación.

4.4.1 Luis Moya Blanco (1904-1990)

En este contexto es importante el papel que adquiere Luis Moya (1904-1990), por ser quien impulsa el sistema tabicado, con su arquitectura desarrollada sobre todo en los años 40-50 del siglo XX.

Luis Moya Blanco nació en Madrid y fue catedrático en la escuela de Madrid y Navarra, siendo profesor de arquitectos como Miguel Fisac o Fernando Higueras. Además, fue el principal concededor de la obra de Guastavino en esta época, gracias al álbum de fotografías⁵⁷ que Mariano Belmás (1850-1916)⁵⁸ le entregó. Debemos destacar en la obra de Moya el empleo de la bóveda tabicada, que permite el resurgimiento de un sistema que había caído en desuso en las décadas 20-30. A parte de su arquitectura, en 1947 publicó su libro *Bóvedas Tabicadas*, donde se reflejan todos sus conocimientos acerca del sistema constructivo, en el hace una descripción muy detallada sobre el proceso, convirtiéndose en uno de los principales manuales de la bóveda tabicada.⁵⁹

54.- Azpilicueta Astarloa, E., *La Construcción de la Arquitectura de Postguerra en España (1939-1962)*.'', p. 81-82.

55.- La Dirección General de Arquitectura se crea según la ley del 23 de septiembre de 1939 publicada en el Boletín Oficial del Estado nº 273. Se trata de un organismo administrativo creado durante el régimen franquista, cuyas competencias quedan recogidas en tres puntos: *1. La ordenación nacional de Arquitectura. 2. Dirigir la intervención de los Arquitectos en servicios públicos que lo requieran. 3. Dirigir las actividades profesionales de esta orden.*'' Boletín Oficial del Estado, *Ley de 23 de septiembre de 1939 creando la Dirección General de Arquitectura*. Se puede consultar en <https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1939/273/A05427-05427.pdf>

56.- Azpilicueta Astarloa, E., *La Construcción de la Arquitectura de Postguerra en España (1939-1962)*.'', p. 148.

57.- El álbum de fotografías de la *Guastavino Company* que Mariano Belmás da a Luis Moya es el mismo que en 1904, el propio Belmás recibe de Rafael Guastavino por ser quien va a representarlo en el Congreso Internacional de Arquitectura celebrado en Madrid. García - Gutiérrez Mosteiro, J., *En paralelo a Guastavino. Las bóvedas tabicadas en Madrid*.'', en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América*.'', p. 48.

58.- Mariano Belmás Estrada (1850-1916) originario de Madrid. Es autor del Proyecto de la Ciudad Lineal junto con Arturo Soria (1844-1920). Es importante el interés que presenta por la arquitectura anglosajona que le permite conocer a figuras tan importantes como Rafael Guastavino. García - Gutiérrez Mosteiro, J., *En paralelo a Guastavino. Las bóvedas tabicadas en Madrid*.'', en Ed. Huerta, S., *Las bóvedas de Guastavino en América*.'', p. 47.

59.- *Ibíd.*, p. 48.

El primer proyecto que realiza Luis Moya son las Casas Abovedadas [Fig. 85-89] en el barrio de Usera (1942) se trata de una construcción impulsada por la DGA. El proyecto está formado por 6 casas alineadas, cada una compuesta por dos pisos, y tanto el forjado de la planta baja como la cubierta, a dos aguas, están contruidos con bóvedas tabicadas de dos gruesos, el primero cogido con yeso y el segundo con cemento. El conjunto está compuesto por una fachada ligera, donde se refleja el orden compositivo de la cubierta. Las bóvedas y los muros de carga se colocan perpendiculares a la fachada y los empujes se van controlando hasta los extremos, donde se colocan contrafuertes para soportar las cargas horizontales. La composición interior de las viviendas está marcada por perforaciones en arco, practicadas en los muros perpendiculares a la fachada.⁶⁰

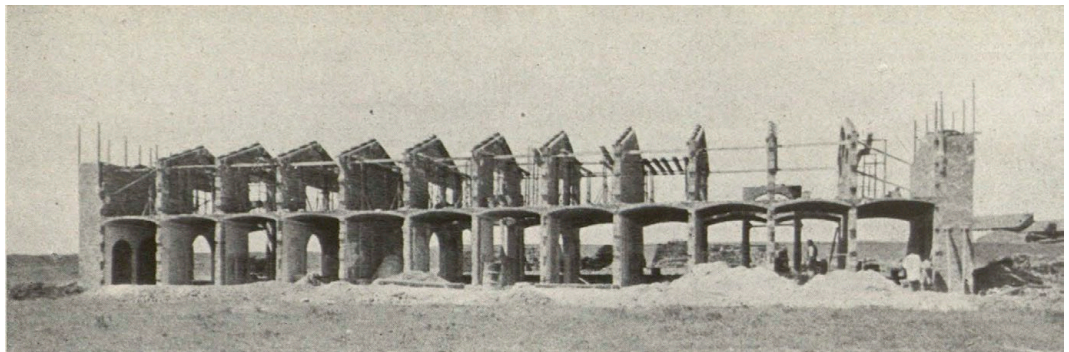


Fig. 85

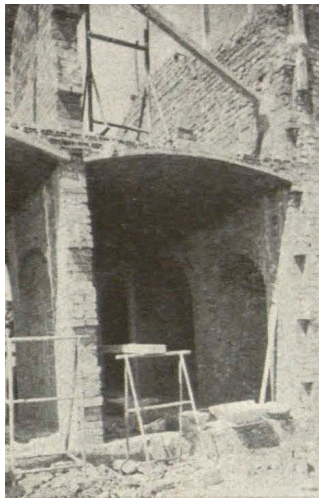


Fig. 85 Fotografía de la construcción de las Casas Abovedadas (1942).

Fig. 86 Fotografía de la construcción de las Casas Abovedadas (1942).

Fig. 87 Vista interior de una vivienda de las Casas Abovedadas (1942).

Fig. 88 Vista de la escalera en una vivienda de las Casas Abovedadas (1942).

Fig. 89 Vista exterior en escorzo de las Casas Abovedadas (1942).

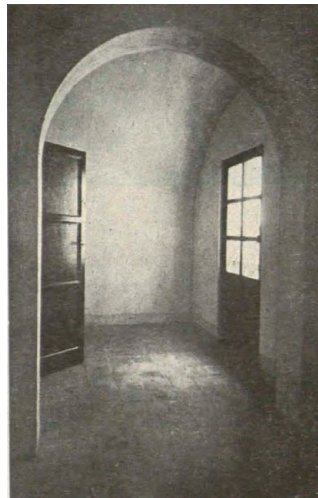


Fig. 87

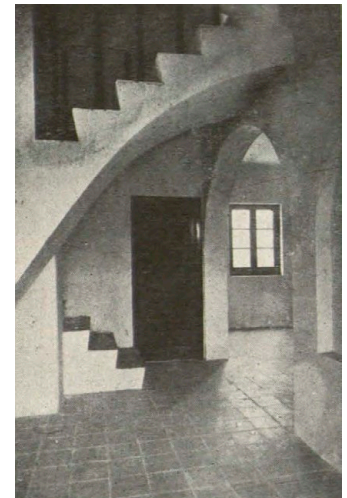


Fig. 88



Fig. 89

60.- Ed. DGA, "Casas Abovedadas en el barrio de Usera.", Dir. Rodríguez de Rivas, M., *Revista Nacional de Arquitectura.*, 1943, núm. 14, p. 52-57.

Tras la construcción de las viviendas en Usera, Luis Moya junto con Luis Martínez-Feduchi (1901-1975)⁶¹ empiezan a construir el Museo de América en Madrid (1944). En este proyecto el lenguaje de las bóvedas tabicadas es más atrevido y personal. Utilizan arcos tabicados como refuerzos de las bóvedas, siendo lo más interesante de éstos su composición, cruzándose y formando parte de la decoración del edificio a la vez que crean un sistema integrado estructura-construcción-ornamentación [Fig. 90-91]. La actuación tiene una disposición de patio en forma de U, donde los tres lados tienen 11 m de ancho generando un espacio continuo, donde el interior se va dividiendo según las necesidades del proyecto. El lado que cierra el patio es el más amplio y es donde se ubica el Gran Salón de Recepción.⁶²

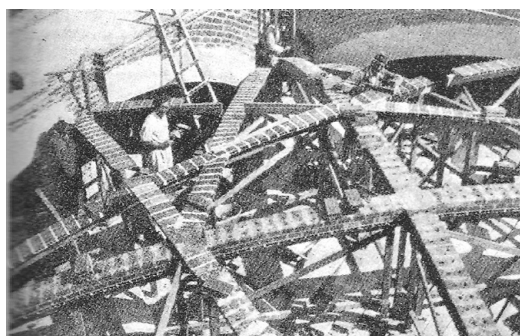


Fig. 90

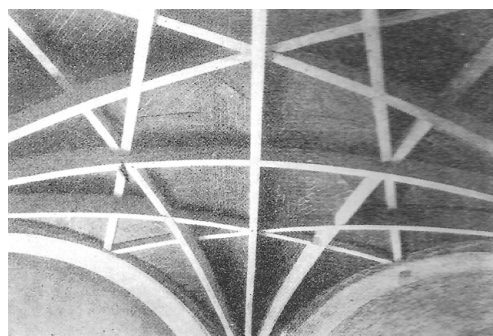


Fig. 91

Fig. 90 Fotografía de la construcción de los arcos tabicados del Museo de América (1944).

Fig. 91 Vista interior del Museo de América (1944).

Al mismo tiempo que se llevaba a cabo el proyecto del Museo de América, se estaba construyendo el Escolasticado de las Marianistas de Carabanchel (1944), donde destaca la cúpula nervada de la capilla. Este proyecto se encuentra en un punto intermedio de lo que sería su lenguaje más depurado, al cual llega años más tarde con la Iglesia de San Agustín en Madrid (1947),⁶³ donde vuelve a utilizar el mismo lenguaje de arcos cruzados, cubriendo la nave central elíptica de 24 x 19,2 m [Fig. 92-95]. En el proyecto se emplean tres tipos de cubrimientos para las estancias menores: bóvedas cilíndricas en las capillas pequeñas, galerías, pasos y en los locales de servicio; bóvedas de arista en las galerías de la planta inferior y en la entrada; por último, las bóvedas esféricas se utilizan para cubrir los locales de la planta inferior situados bajo las capillas angulares. Dependiendo de las dimensiones de las bóvedas, estas varían de dos a tres gruesos, el primero cogido con yeso y el resto con cemento.⁶⁴

El lenguaje empleado en la Iglesia de San Agustín tuvo gran repercusión, y fue a partir de este proyecto cuando le encargaron la Universidad Laboral de Zamora (1953), la de Gijón (1956) y la iglesia de Torrelavega (1962).⁶⁵ Luis Moya deja claro que el encargo de estos proyectos tenía una estética

61.- Luis Martínez-Feduchi (1901-1975) nació en Madrid. Obtuvo su título en 1927, dentro de su obra debemos destacar el edificio Capítol en Madrid (1933). Tras la Guerra se adaptó al nuevo estilo y construyó edificios tan importantes como el Museo de América junto con Luis Moya. Servicio Histórico del COAM, "Biografía del Arquitecto D. Luis Martínez-Feduchi Ruiz.", en el siguiente enlace: https://www.coam.org/media/Default%20Files/actualidad/noticias/docs/2015/150519_BIOGRAFIA%20LUIS%20MARTINEZ-FEDUCHI.PDF

62.- Ed. DGA, "Proyecto de Edificio Destinado a Museo de América.", Dir. Rodríguez de Rivas, M., *Revista Nacional de Arquitectura.*, 1943, núm. 24, p. 411-416.

63.- García - Gutiérrez Mosteiro, J., "En paralelo a Guastavino. Las bóvedas tabicadas en Madrid.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 52.

64.- "Iglesia de San Agustín en Madrid." en *Informes de la Construcción*, 1950, núm. 19, p. 9.

65.- García - Gutiérrez Mosteiro, J., "En paralelo a Guastavino. Las bóvedas tabicadas en Madrid.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 52.



Fig. 92



Fig. 93

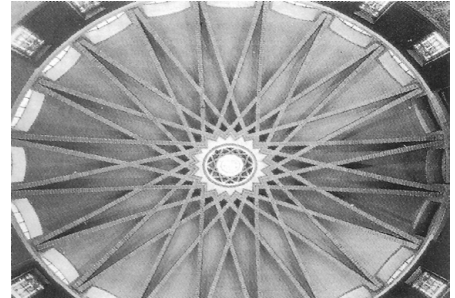


Fig. 94



Fig. 95

Fig. 92 Vista exterior de la Iglesia de San Agustín (1947).

Fig. 93 Fotografía de la construcción de la cúpula de la Iglesia de San Agustín (1947).

Fig. 94 Vista interior de la cúpula de la Iglesia de San Agustín (1947).

Fig. 95 Vista interior de la Iglesia de San Agustín (1947).

impuesta, así lo explica:

“[...] estos encargos venían con la exigencia de la propiedad de que las cúpulas se hicieran con arcos cruzados.”

Luis Moya entrevista con Javier García-Gutiérrez Mosteiro. Citado en García-Gutiérrez Mosteiro, J., “En paralelo a Guastavino. Las bóvedas tabicadas en Madrid”, en Ed. Huerta, S., “Las bóvedas de Guastavino en América”, p. 57.

En los años 60, la arquitectura desarrollada por Luis Moya sufre un cambio de estilo, deja de lado el lenguaje clásico y empieza a crear espacios más limpios, donde la luz se convierte en protagonista del espacio interior. El ejemplo más claro de esta época es la Iglesia de Santa María del Pilar (1965) en Madrid [Fig. 96-98]. Con una clara inspiración de las membranas de hormigón que se estaban realizando,⁶⁶ Luis Moya utiliza un paraboloide reglado para cubrir todo el espacio de la iglesia, unificando así la planta octogonal del proyecto. La cubierta está compuesta por una primera capa de tablero de rasilla cogido con yeso sobre la cual se vierte una capa de cemento que envuelve los redondos de tracción. Por último, se colocan dos gruesos de rasilla cogidos con mortero de cemento, dando como resultado una cubierta con una sección total de 14 cm.⁶⁷

Al finalizar la década de los 60, construyó la Iglesia Santa María Madre de la Iglesia (1969) en Carabanchel [Fig. 99-101]. En este proyecto vuelve a un lenguaje clásico, empleando una bóveda esférica, aunque combina este elemento con la capacidad que tiene la luz de generar sensaciones en el interior. Crea una cúpula de 24 m de diámetro, compuesta por 4 hojas. Para la construcción de la media esfera utilizó una guía metálica giratoria con la forma del arco meridiano. El espacio interior está iluminado por la linterna que se encuentra en el centro de la cúpula, generando texturas aterciopeladas gracias a la luz cenital.⁶⁸

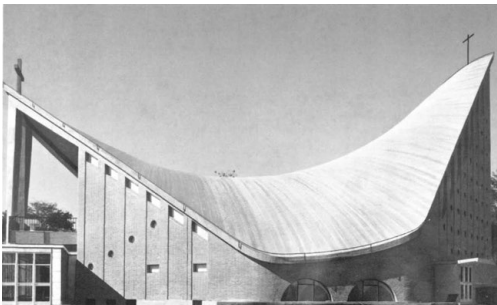


Fig. 96



Fig. 98



Fig. 97

Fig. 96 Vista exterior de la Iglesia de Santa María del Pilar (1965).

Fig. 97 Vista interior de la Iglesia de Santa María del Pilar (1965).

Fig. 98 Vista en escorzo de la Iglesia de Santa María del Pilar (1965).

Fig. 99 Fotografía del sistema de replanteo para la cúpula de la Iglesia de Santa María Madre de la Iglesia (1969).

Fig. 100 Fotografía de Luis Moya Blanco durante la construcción la cúpula de la Iglesia de Santa María Madre de la Iglesia (1969).

Fig. 101 Fotografía interior de la Iglesia de Santa María Madre de la Iglesia (1969).

66.- *Ibíd.*, p. 53.

67.- “Capilla del colegio de Santa María del Pilar.” en *Informes de la Construcción*, 1965, núm. 173, p. 55.

68.- García - Gutiérrez Mosteiro, J., “En paralelo a Guastavino. Las bóvedas tabicadas en Madrid.”, en Ed. Huerta, S., “Las bóvedas de Guastavino en América.”, p. 53-54.

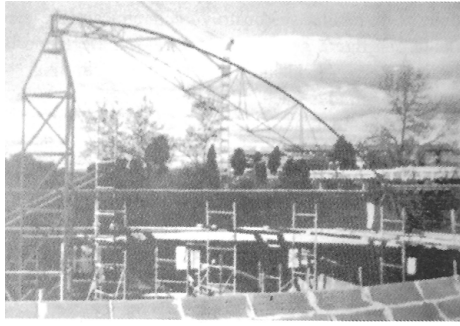


Fig. 99



Fig. 100

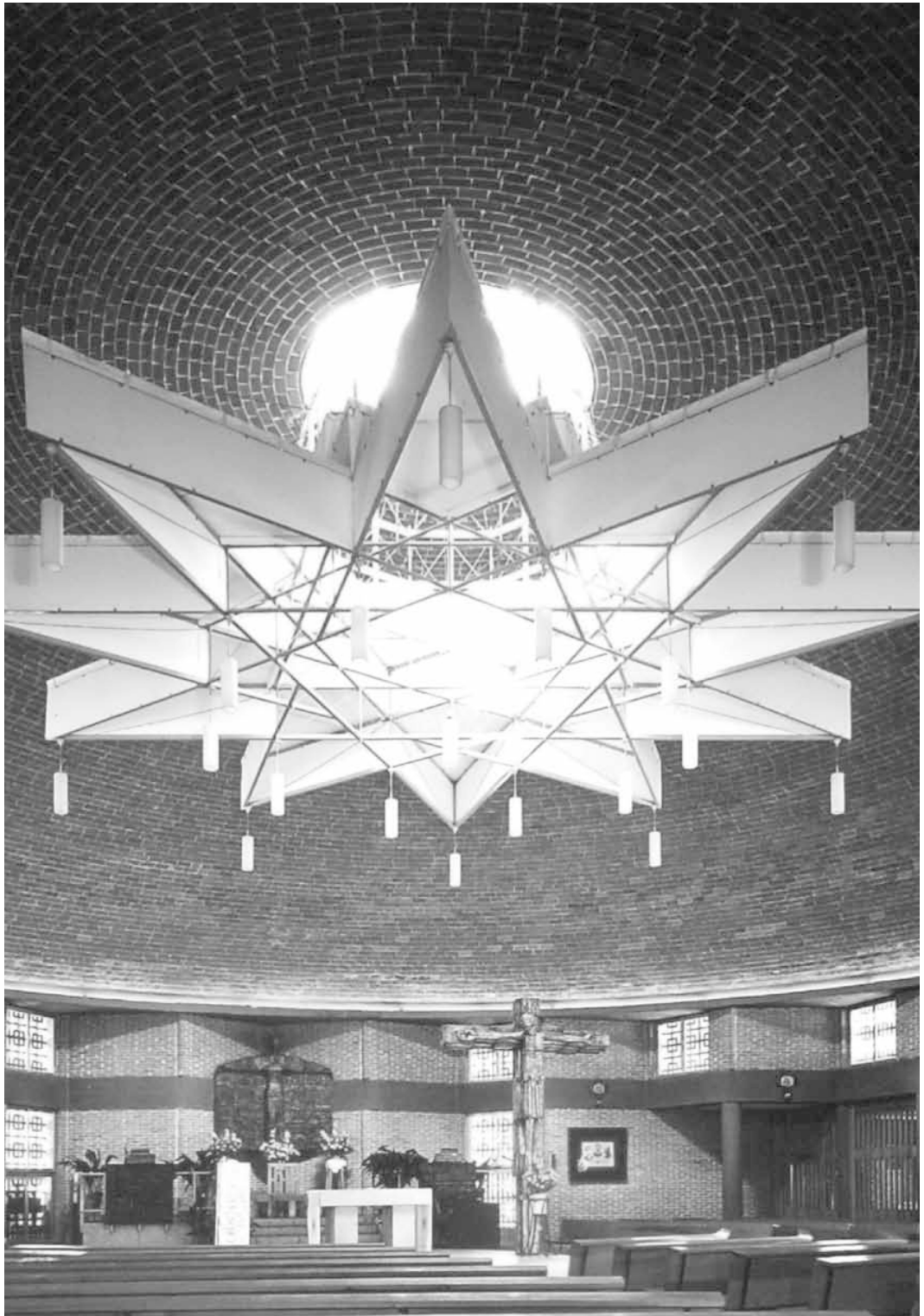


Fig. 101

4.4.2 Carlos de Miguel González (1904-1986)

Aunque en menor medida que la de su coetáneo Luis Moya, la aportación a las construcciones tabicadas por parte de Carlos de Miguel González (1904-1986), nacido en Madrid, fue importante en aquella época. Tras la guerra entró como funcionario en la DGA, donde dirigía su boletín. Desde 1948 hasta 1973 fue director de la Revista Nacional de Arquitectura. Poseía una visión ecléctica de la arquitectura, lo que se refleja en las publicaciones de la revista durante este período, donde convivían textos y obras modernas junto con otras de estilo historicista y corte político.⁶⁹ Dentro de su obra debemos destacar la Casa del Pescador (1942) en Cartagena [Fig. 102-107], compuesta por dos cuerpos en L. Uno de ellos está destinado a albergar la Lonja del pescado y el otro oficinas y comedor de la Cofradía de Cartagena. Lo más interesante del proyecto es el empleo de bóvedas tabicadas, que van variando sus gruesos y tipología en dependencia de los requerimientos. Para la construcción de éstas se emplearon sistemas auxiliares para realizar el replanteo.⁷⁰

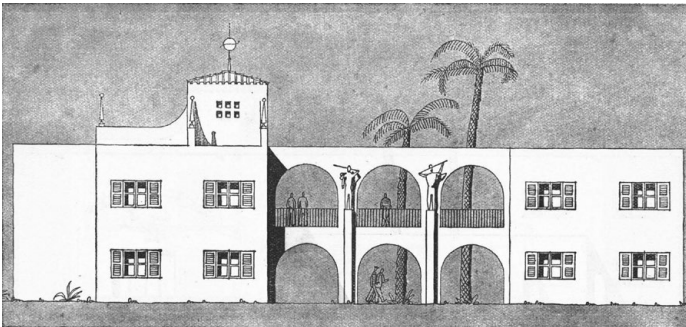


Fig. 102

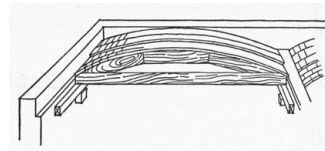


Fig. 104

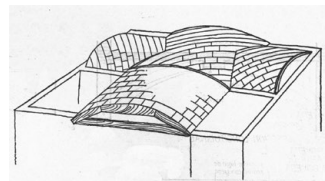


Fig. 105

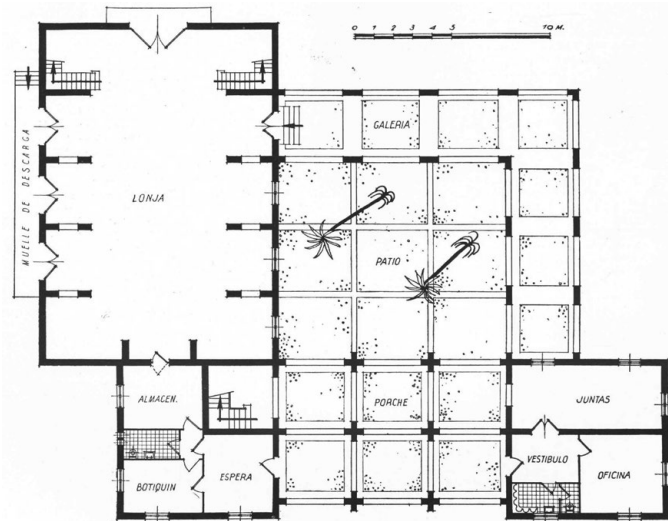


Fig. 103

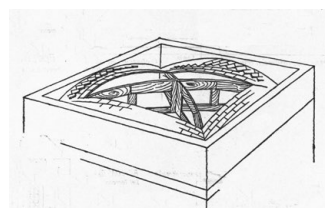


Fig. 106

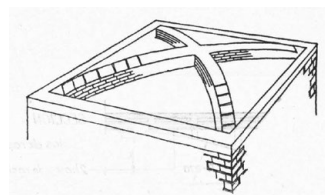


Fig. 107

Fig. 102 Alzado de la Casa del Pescador (1942).

Fig. 103 Planta de la Casa del Pescador (1942).

Fig. 104 Tipología de bóveda utilizada en la Lonja de la Casa del Pescador (1942).

Fig. 105 Tipología de bóveda utilizada en la Lonja de la Casa del Pescador (1942).

Fig. 106 Tipología de bóveda utilizada en el comedor de la Casa del Pescador (1942).

Fig. 107 Tipología de bóveda utilizada en el depósito de agua de la Casa del Pescador (1942).

69.- La información se puede consultar en "En recuerdo de Don Carlos de Miguel." publicado en *Revista Arquitectura*, 1986, núm. 258, p. 6. Y en la web oficial de la Real Academia de la Historia, en el siguiente enlace <http://dbe.rah.es/biografias/43353/carlos-de-miguel-gonzalez>

70.- Ed. COAM, "Casa del Pescador en Cartagena.", Dir. de Miguel González, Carlos., *Revista Nacional de Arquitectura.*, 1949, núm. 89, p. 200-206.

4.4.3 Ignacio Bosch Reitg (1910-1985)

En el mismo número de la Revista Nacional de Arquitectura donde se publica la Casa del Pescador, número 89 del año 1949, lo hace también, aunque unas páginas antes, el artículo de Ignacio Bosch Reitg (1910-1985)⁷¹ titulado *La bóveda vaída tabicada*.⁷² Este escrito es una de las mayores aportaciones a la investigación del sistema tabicado, ya que las ideas que se proponen permiten analizar las bóvedas tabicadas desde un punto de vista diferente. Ignacio Bosch entiende que la resistencia de éstas proviene de un mayor o menor momento de inercia de la sección, que aumenta o disminuye dependiendo del grosor de la bóveda. Es por ello que propone construir bóvedas tabicadas de un solo grueso con ladrillo hueco simple o doble, ya que gracias a este elemento conseguiremos la misma sección que si lo hacemos con dos o tres gruesos de rasilla [Fig. 108-109]. Otra característica de esta tipología de bóvedas era el empleo de la doble curvatura, ya que de esta forma se eliminaban los esfuerzos a flexión generados por las cargas asimétricas. Con este método el tiempo de construcción se reduciría, así como la cuantía de material empleado, lo que se vería reflejado en un gran ahorro económico.⁷³

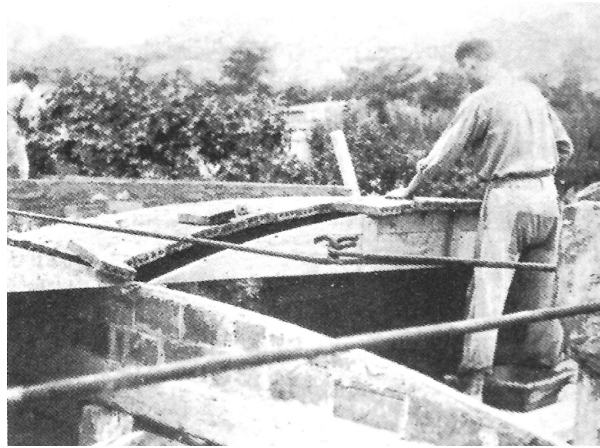


Fig. 108

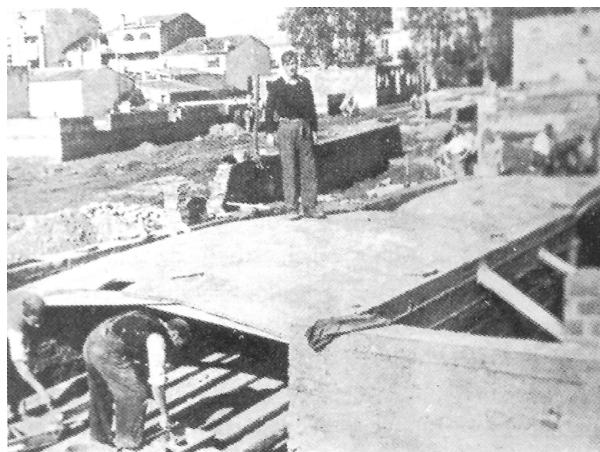


Fig. 109

Fig. 108 Fotografía de Ignacio Bosch construyendo una bóveda de un solo grueso.

Fig. 109 Fotografía de Ignacio Bosch sobre una bóveda de una hoja.

71.- Ignacio Bosch Reitg (1910-1985) nace en Girona. Tras la guerra civil se adapta a la arquitectura monumentalista del régimen, como arquitecto de la Obra Sindical del Hogar construyó varios conjuntos de viviendas sociales. La información se puede consultar en la web oficial del Centro de Documentación del Colegio de Arquitectos de Cataluña, en el siguiente enlace https://www.coac.net/COAC/centredocumentacio/arxiu/afonsgi/BoschReitg/BoschReitg_c.htm

72.- Ed. COAM, ``La bóveda vaída tabicada.´´, Dir. de Miguel González, Carlos., *Revista Nacional de Arquitectura.*, 1949, núm. 89, p. 185-199.

73.- Gulli, R., traducido por Gil Crespo, I., ``Arte y técnica de la construcción tabicada.´´, en Ed. Huerta, S., ``Las bóvedas de Guastavino en América.´´, p. 63-64.

Pese a los grandes beneficios que presenta esta mejora del sistema, las grandes menciones quedaron en el ámbito teórico. El proyecto más significativo sería el Grupo de Viviendas Sociales Santo Narciso (1957) de Girona [Fig. 110-114], donde diseña 512 viviendas con las condiciones de vivienda mínima, pero con espacios abiertos y arbolados, conservando una imagen rural y modesta. Las casas siguen una estructura de muros de carga, sobre los que apoyan las bóvedas tabicadas.⁷⁴



Fig. 111

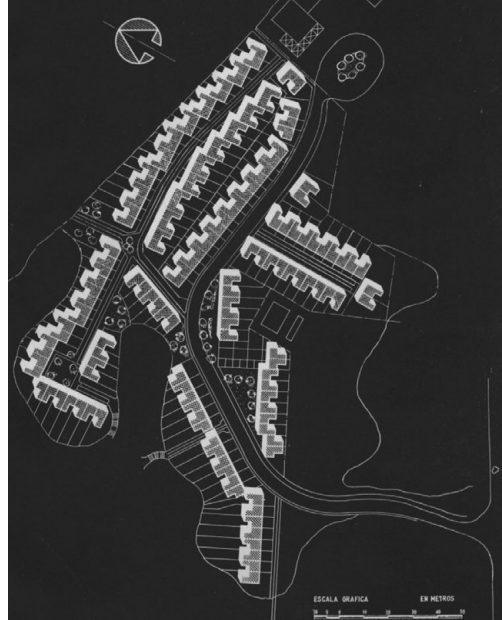


Fig. 110

Fig. 110 Plano de ordenación del Grupo de Viviendas Sociales Santo Narciso (1957).

Fig. 111 Fotografía exterior del Grupo de Viviendas Sociales Santo Narciso (1957).

Fig. 112 Fotografía de una bóveda en construcción del Grupo de Viviendas Sociales Santo Narciso (1957).



Fig. 112



Fig. 113

Fig. 113 Fotografía de una bóveda en construcción del Grupo de Viviendas Sociales Santo Narciso (1957).



Fig. 114

Fig. 114 Fotografía de la construcción del Grupo de Viviendas Sociales Santo Narciso (1957).

4.4.4 Francisco de Asís Cabrero Torres-Quevedo (1912-2005)

Otro de los arquitectos que realizó importantes obras utilizando las bóvedas tabicadas en la época de posguerra es Francisco de Asís Cabrero Torres-Quevedo (1912-2005). Nace en Cantabria, pero se traslada a Madrid para estudiar arquitectura, consiguiendo su título en 1942. Al año siguiente fue nombrado Jefe del Departamento Técnico de la Obra Sindical del Hogar (OSH).⁷⁵

A diferencia de Luis Moya, el lenguaje de Francisco de Asís es más moderno, es capaz de otorgarle monumentalidad a la bóveda tabicada, con un lenguaje limpio y claro donde se resaltan los elementos constructivos como parte de la arquitectura.

74.- Xunclá, F., Parés, A., "El barri de Sant Narcís. Historia.", publicado en el siguiente enlace http://www.pedresdegirona.com/historia_barri_sant_narcis.htm

75.- La información se puede consultar en la web oficial de la Real Academia de la Historia, en el siguiente enlace <http://dbe.rah.es/biografias/18090/francisco-de-asis-cabrero-torres-quevedo>

El primer proyecto donde emplea bóvedas tabicadas será en la Residencia de Trabajadores en San Rafael (1946) en Segovia [Fig. 115-118]. Aquí la utilización de las bóvedas tabicadas es más una imposición por la situación económica y falta de recursos. La actuación está promovida por la Obra Sindical de Educación y Descanso, que entonces construía diferentes residencias por España para el disfrute de las vacaciones, siendo ésta, a la que nos referimos, la primera residencia veraniega destinada a familias. Estos edificios estaban organizados por usos, el que se le encarga a Asís Cabrero, solo debe albergar dormitorios y baños, ya que el resto de usos se ubican en otra edificación. El proyecto fue una investigación por parte del arquitecto para crear una tipología que fuera adaptable a las necesidades familiares, donde se pudiera aumentar o disminuir las estancias por medio de conexiones entre los diferentes módulos. Para la construcción del edificio se emplean materiales de la zona: los muros, sobre los que se apoyan las bóvedas tabicadas cogidas con cemento, se construyen con piedra de granito y ladrillo, la cubierta estaba acabada con pizarra y las carpinterías eran de madera. Además, se elimina completamente el hierro, produciéndose un ahorro en la construcción.⁷⁶



Fig. 115



Fig. 116

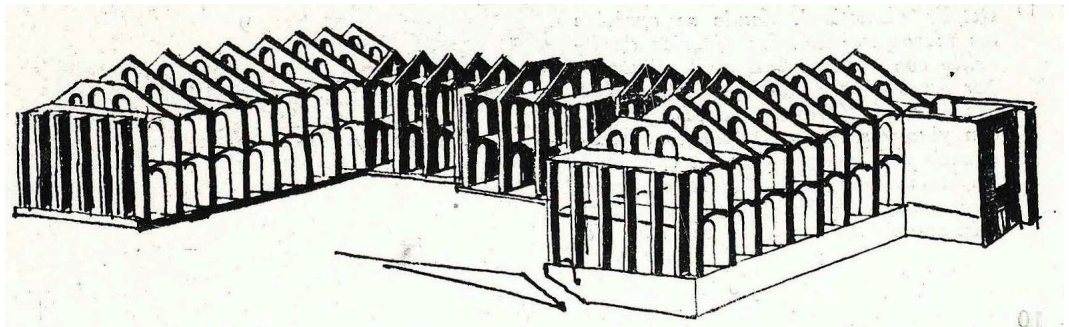


Fig. 117

Fig. 115 Fotografía exterior de la Residencia de Trabajadores en San Rafael (1946).

Fig. 116 Fotografía exterior del cuerpo central de la Residencia de Trabajadores en San Rafael (1946).

Fig. 117 Esquema estructural de la Residencia de Trabajadores en San Rafael (1946).

Fig. 118 Fotografía exterior del conjunto de la Residencia de Trabajadores en San Rafael (1946).

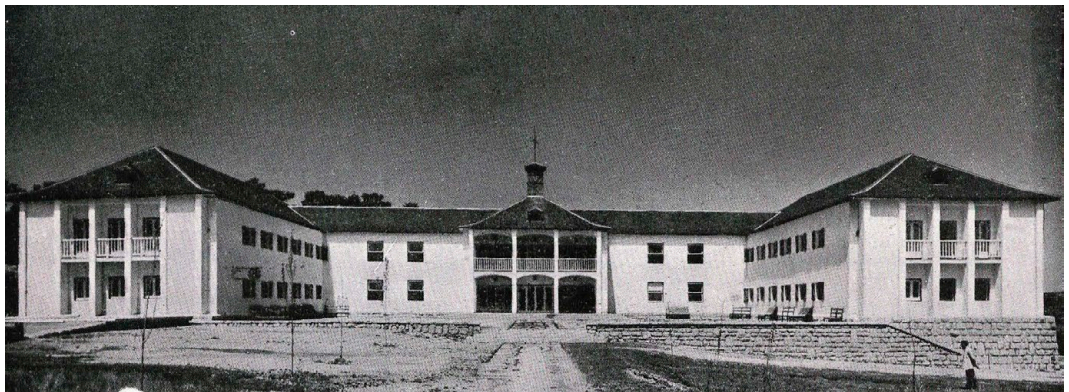


Fig. 118

76.- Ed. COAM, "Residencia de trabajadores en San Rafael.", Dir. de Miguel González, Carlos., *Revista Nacional de Arquitectura.*, 1948, núm. 80, p. 317-320.

Un lenguaje más depurado se observa en la Colonia Virgen del Pilar (1947) en Madrid [Fig. 119-123]. El proyecto está compuesto por 45 viviendas en dúplex, organizadas en 15 crujías de 4 metros de ancho por 12.5 metros de fondo, de las cuales cada una albergaba 3 viviendas. Estas últimas tenían en el nivel inferior la cocina, comedor y estar dando a la terraza y en el nivel superior los tres dormitorios con el baño. Las bóvedas tabicadas, compuestas por tres hojas de rasilla, quedan vistas en la fachada junto con los muros de carga, creando un alzado claro y racional. Estructuralmente, los empujes de las bóvedas estaban contenidos por los muros de carga, excepto en las crujías de los extremos, donde se colocaban tirantes metálicos para contrarrestar los empujes y aligerar los contrafuertes.⁷⁷



Fig. 119

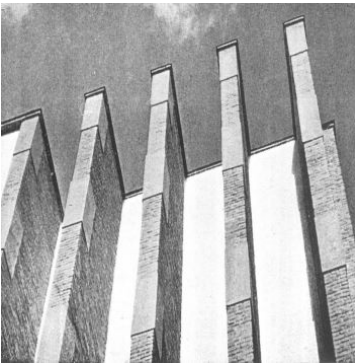


Fig. 120

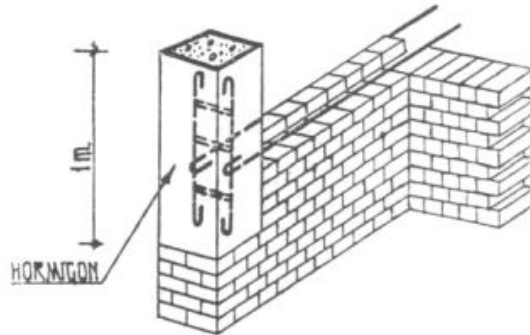


Fig. 121



Fig. 122

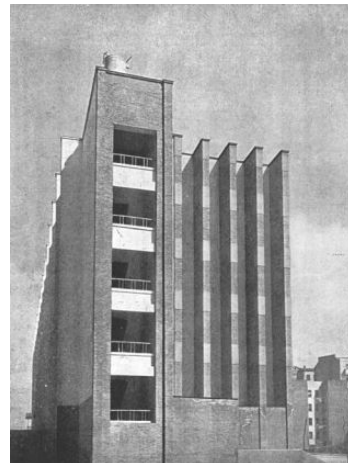


Fig. 123

Fig. 119 Fotografía de la construcción de la Colonia Virgen del Pilar (1947).

Fig. 120 Vista en detalle de los contrafuertes de la Colonia Virgen del Pilar (1947).

Fig. 121 Esquema constructivo de los contrafuertes de la Colonia Virgen del Pilar (1947).

Fig. 122 Fotografía en escorzo de la Colonia Virgen del Pilar (1947).

Fig. 123 Fotografía del lateral de la Colonia Virgen del Pilar (1947).

77.- García - Gutiérrez Mosteiro, J., "Asís Cabrero y las viviendas en la Colonia Virgen del Pilar.", en Ed. Sambricio, C., "Un siglo de vivienda social 1903-2003.", p. 298-299.

Fig. 124 Plano del conjunto de la I Feria Nacional del Campo (1950):

1. Servicios generales.
2. Obra Sindical de Colonización.
3. Ministerio de Agricultura.
4. Pabellón de recepciones.
5. Plaza circular.
6. Salón de actos.
7. Productos agronómicos "El Zoco".
8. Industrias cárnicas.
9. Industrias lácteas.
10. Pista.
11. Maquinaria agrícola.
12. Capilla.
- 13, 14 y 15. Ganadería.
16. Productos agrícolas.
- 17, 18, 19 y 20. Ganadería.
21. Teatro al aire libre.
22. Torre y restaurante.
23. Matadero.
- 24, 25 y 26. Ganadería.
27. Depósito de agua.
28. Masía catalana.
29. Pabellón del vino español.
30. Dirección General de Marruecos y Colonias.
31. Sindicato Nacional de Alimentación.
32. Obra Sindical de Cooperación.
33. Obra Sindical del Hogar.
34. Almacenes.
35. Ganadería.
36. Instituto Nacional de Colonización.
37. Dirección General de Ganadería.
38. Ganadería.
39. Cortijo extremeño.
40. Ganadería.

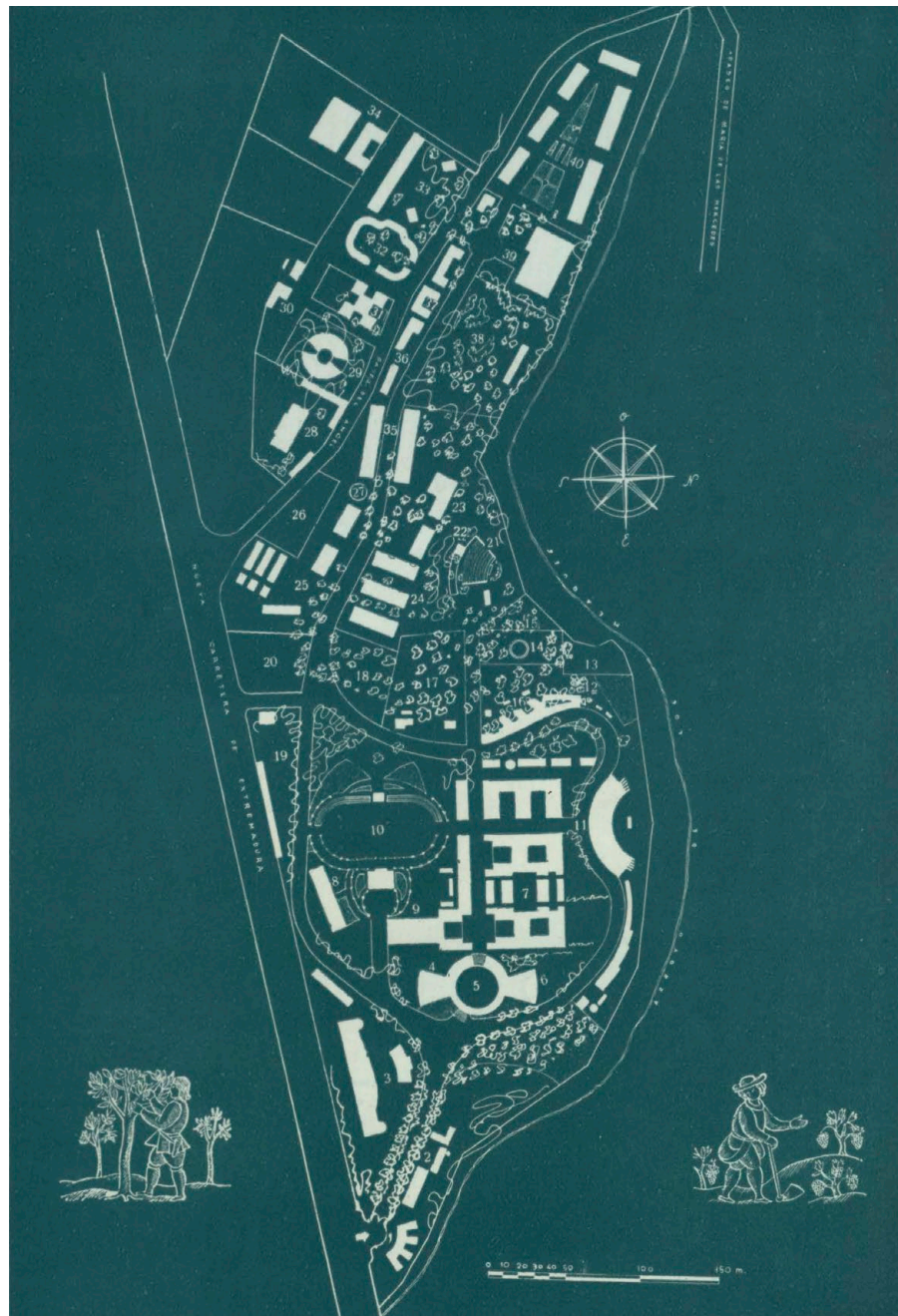


Fig. 124

Ya con un notable bagaje, en 1948 empieza junto a Jaime Ruiz Ruiz, su proyecto más ambicioso, donde la bóveda tabicada se convierte en el elemento protagonista. Se trata de la I Feria Nacional de Campo (1950) en Madrid [Fig. 124].⁷⁸ La ordenación que se propone es muy clásica, imponiendo un trazado en cruz adaptado a las curvas y senderos del terreno. Dentro del recinto debemos destacar la plaza circular, la antigua pista de exhibiciones, los pabellones centrales, conocidos como "El Zoco", y el pabellón de maquinaria. Si bien la mayoría de los edificios del conjunto utilizan bóvedas tabicadas, los aquí nombrados son los más importantes por el gran virtuosismo con el que se trabajan.⁷⁹

78.- Azpilicueta Astarloa, E., "La Construcción de la Arquitectura de Postguerra en España (1939-1962).", p. 254.

79.- de Coca Leicher, J., "Al límite de la tradición. La arquitectura moderna en las bóvedas tabicadas de la Feria del Campo, Madrid 1950.", en Eds, Instituto Juan de Herrera., Universidad Politécnica de Madrid., ETSAM., "Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción.", 2015, vol. 1, p. 461.

En la Plaza Circular [Fig. 125-126], se produce una adaptación a una planta radial de las bóvedas de generatriz inclinada utilizadas por Luis Moya en Usera. Lo más característico es el atrio que rodea este espacio circular y las naves que se extienden para formar la sala de recepciones. El primero está formado por 32 pórticos radiales de ladrillo de 2.7 m de luz, apoyados sobre machones de sección variable y sobre los que, a su vez, descansan las bóvedas a una altura de 3 m, con una directriz inclinada de 20 cm hacia el centro de la plaza. Para la creación de la Sala de Recepciones [Fig. 127-128] se extienden 4 pórticos, hasta alcanzar una circunferencia de 40 m de radio, que sujetan 3 bóvedas tabicadas. Al igual que en el atrio, estas son cilíndricas de generatriz inclinada y están construidas con 3 roscas de rasilla.⁸⁰

El Zoco está constituido por 6 naves de 13 módulos de 3 m cada uno, aunque en el proyecto final la 3 y 4 vieron reducidas sus dimensiones, para ampliar el patio principal del edificio [Fig. 129]. Las bóvedas que cubren el espacio son cilíndricas rebajadas de dos hojas y están apoyadas en contrafuertes de 3 m de altura, que se extienden al exterior, formando el alzado que se observa desde el itinerario principal.⁸¹

El Pabellón nº 3 se sitúa en la margen izquierda del Zoco y continúa con la modulación de éste [Fig. 130-131], creando un edificio de 56 m de longitud organizado en 15 arcos o pórticos. Estos son de triple rosca y arrancan sobre unas pantallas inclinadas, a una altura de 3.75 m, mientras que en el lado opuesto descansan directamente sobre el suelo, dando una profundidad total de 7.5 m. Las bóvedas que cubren el espacio son atirantadas y en los extremos tienen un corte a 45° para poder colocar los ventanales. En la intersección del edificio con el itinerario de la feria, los contrafuertes crecen en arcos que desembocan en otras cinco naves, sirviendo de ampliación.⁸²

La edificación donde se utilizan las versiones más sofisticadas de esta técnica será en el Pabellón de Maquinaria Agrícola [Fig. 132-135]. La nave está formada por 17 bóvedas tabicadas radiales de luz variable, siendo ésta en el alzado principal de 3.5 m y en el posterior de 2.5 m. Estos elementos están contruoidos con 2 roscas de rasilla y se limitan a una circunferencia de 42 m de radio, descansando sobre unos arcos formeros de altura variable, que arrancan a una altura de 5 m y se reciben a 3 m, con una luz total de 9 m. En el alzado posterior, se utiliza un muro curvo, cuya función es la de arriostrar y soportar los empujes de la nave, mientras que la fachada principal se deja vista, potenciando la plasticidad de la forma que adquiere el ladrillo.^{83 84}

80.- *Ibíd.*, p. 463-465.

81.- *Ibíd.*, p. 466-467.

82.- *Ibíd.*, p. 468.

83.- *Ibíd.*, p. 469.

84.- Ed. COAM, "I Feria Nacional del Campo.", Dir. de Miguel González, Carlos., *Revista Nacional de Arquitectura.*, 1950, núm. 103, p. 314.

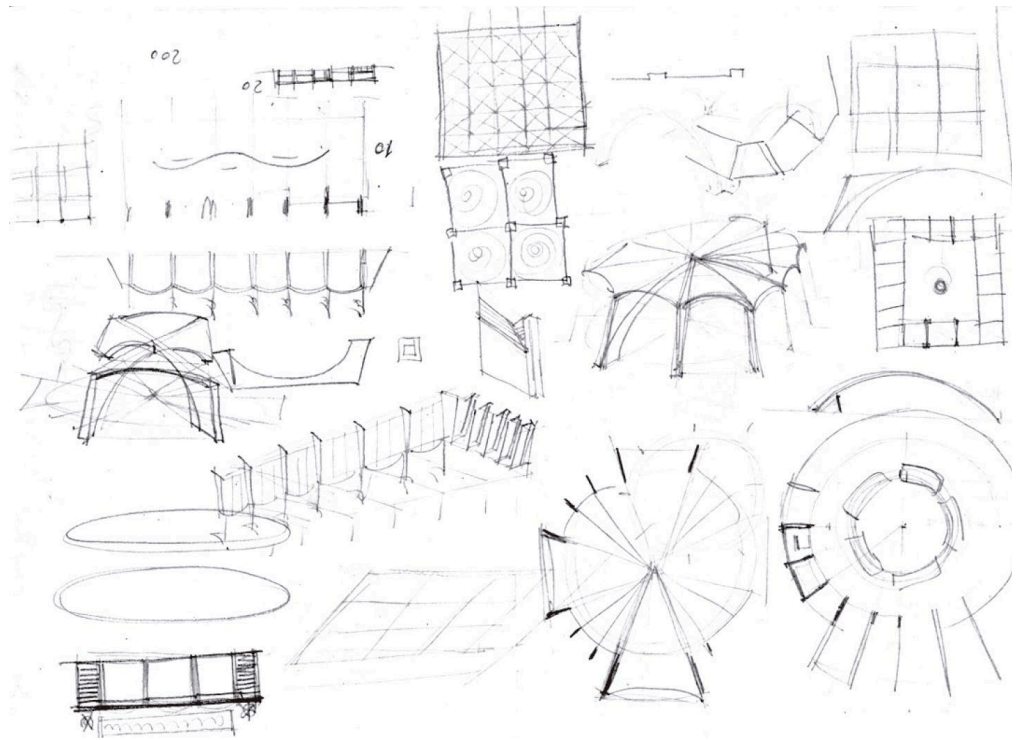


Fig. 125



Fig. 126

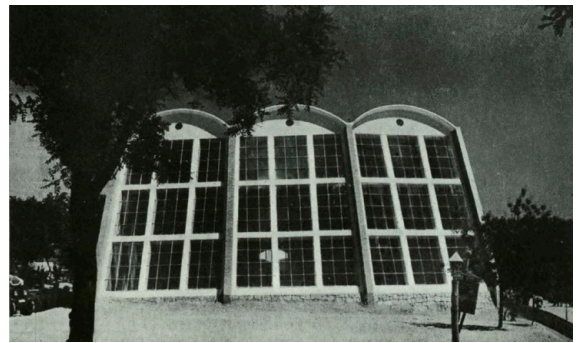


Fig. 127

Fig. 125 Croquis de Asis Cabrero para el proyecto de la Plaza Circular, en la I Feria Nacional de Campo (1950).

Fig. 126 Fotografía de la Plaza Circular, en la I Feria Nacional de Campo (1950).

Fig. 127 Fotografía exterior de la Sala de Recepciones, en la I Feria Nacional de Campo (1950).

Fig. 128 Fotografía interior de la Sala de Recepciones, en la I Feria Nacional de Campo (1950).



Fig. 128

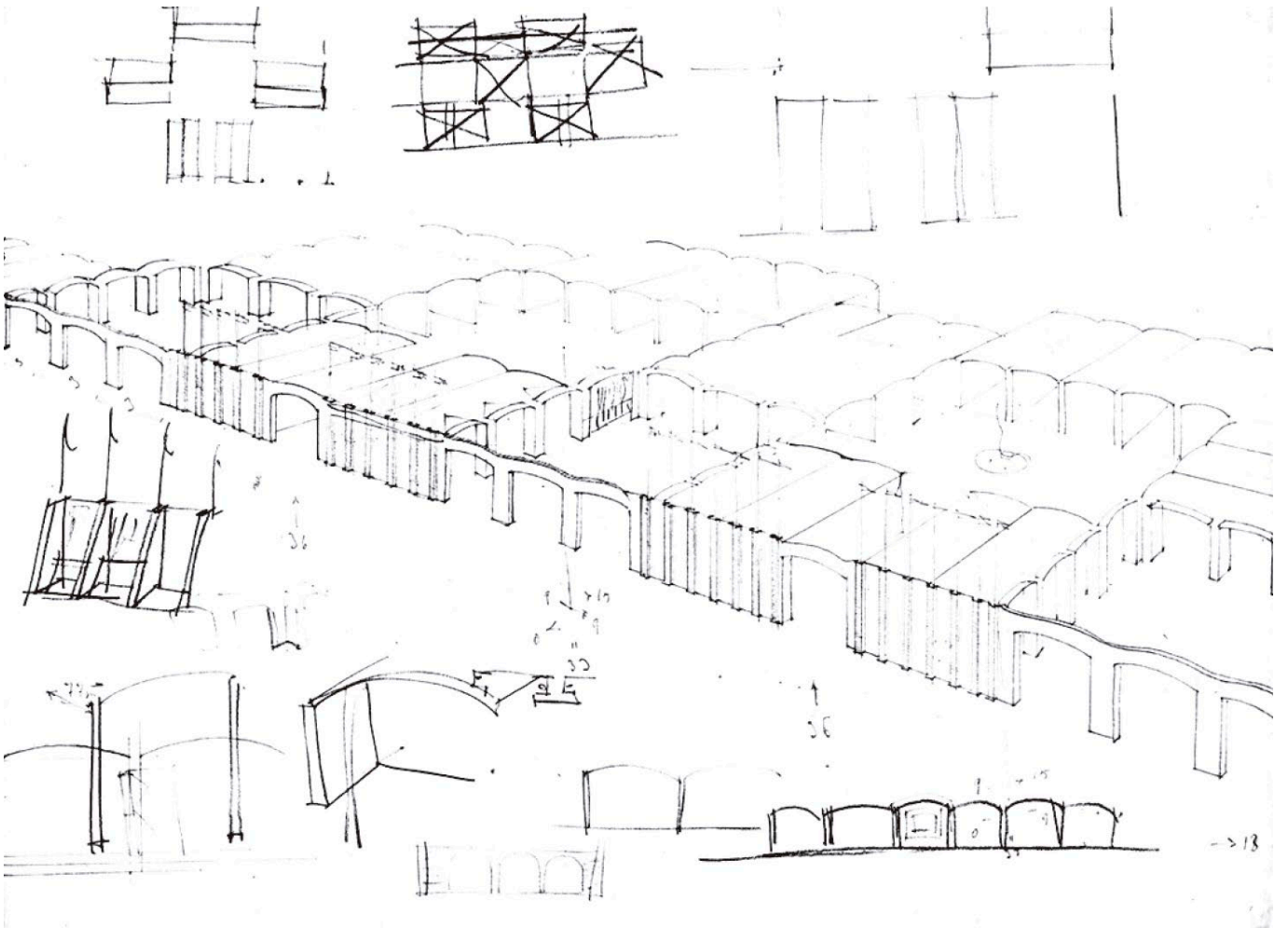


Fig. 129



Fig. 130

4.4.5 Rafael Aburto Renobales (1913-2014)

Dentro del conjunto de arquitectos marcados por la autarquía que se impuso en el país, debemos hablar de Rafael Aburto Renobales (1913-2014). Nace en Neguri, localidad de Vizcaya, y se traslada a Madrid para estudiar arquitectura, obteniendo su título en 1943. Un año antes empieza a colaborar en la Obra Sindical del Hogar (OSH), donde trabajará hasta 1970. A principios de este período es cuando más interesado está por la bóveda tabicada.⁸⁵

Tres años después de terminar sus estudios, la OSH le encarga el proyecto del Grupo José Antonio de Quintanar de la Orden (1946) en Toledo [Fig. 136-139]. Se construyeron un total de 54 viviendas agrupadas en torno a un patio rectangular. Éstas se dividieron en 2 tipologías, A y B, que compartían sistema constructivo y cuya única diferencia radicaba en la superficie útil, siendo el segundo tipo la más grande. En cuanto a la construcción, se aprovecharon los materiales de la zona, utilizándose piedra caliza de color rosáceo para los muros exteriores del nivel inferior y tabiques dobles de ladrillo hueco, enfoscados con cemento y enlucido con cal, en el superior. En la estructura horizontal se emplearon bóvedas de dos gruesos. El esquema estructural fue muy similar al utilizado por Luis Moya en Usera. Se disponen las viviendas en hilera, con el objetivo de contrarrestar los empujes de unas bóvedas con otras, aunque se suprimen los contrafuertes, marcando así la diferencia con respecto al sistema del arquitecto madrileño. Para ello se adosaron, en los extremos de la hilera, bóvedas perpendiculares que permiten contener los empujes.⁸⁶

En esta obra se incluía también la construcción de la Casa Sindical [Fig. 140-141] del término municipal de Quintanar de la Orden, ubicada en un lateral de la plaza. Ésta continúa con el lenguaje de las viviendas, empleando los mismos materiales y sistemas constructivos. Como lo haría Asís Cabrero en la Colonia Virgen del Pilar, Aburto es capaz de dotar de monumentalidad a la bóveda tabicada mediante la composición del edificio. En su centro se crea un juego de volúmenes: en el cuerpo inferior se dejan abiertos tres módulos para el paso de peatones; en la parte superior de esta tríada de bóvedas surgen retranqueos que permiten crear una imagen imponente, donde el único ornamento es la rasilla vista.⁸⁷

Rafael Aburto posee una gran capacidad para crear una arquitectura moderna, racional y abstracta donde la construcción no se oculta, sino que toma su papel en el espacio. Esto lo demuestra con el proyecto de Quintanar de la Orden. Dos años después lo vuelve hacer en la Granja Escuela de Talavera de la Reina (1948) en Toledo [Fig. 142-147]. El proyecto se pensó como un emplazamiento de formación profesional para labradores. El espacio estaba pensado con un corte psicológico, donde la arquitectura se ponía al servicio del hombre con el fin de crear un lugar agradable para

85.- La información se puede consultar en la página oficial de la Real Academia de la Historia, en el siguiente enlace <http://dbe.rah.es/biografias/68957/rafael-aburto-renobales>

86.- Jiménez Jiménez, J., *“Rafael Aburto y el Grupo José Antonio de Quintanar de la Orden. La utilización de la bóveda tabicada como alternativa constructiva.”*, en Ed, Instituto Juan de Herrera., Universidad Politécnica de Madrid., ETSAM., *“Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción.”*, 2015, vol. 2, p. 865, 868-872.

87.- *Ibíd.*, p. 866-867.

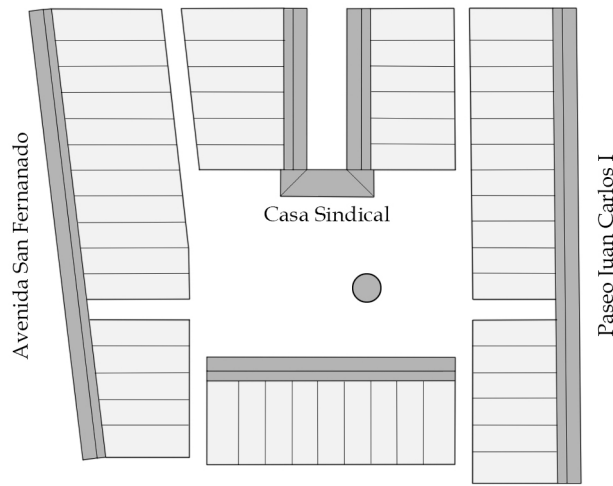


Fig. 136

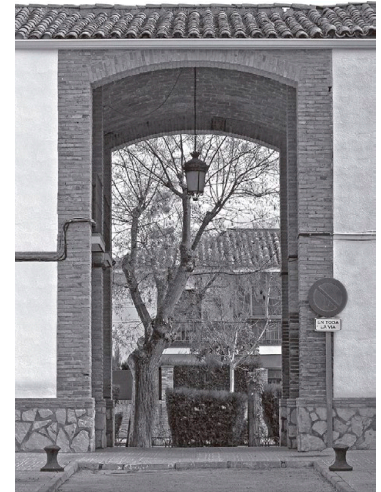


Fig. 137



Fig. 138



Fig. 139

Fig. 136 Plano del conjunto del Grupo José Antonio (1946).

Fig. 137 Fotografía del arco de acceso al Grupo José Antonio (1946).

Fig. 138 Vista posterior de las viviendas en el Grupo José Antonio (1946).

Fig. 139 Vista de la fachada principal de las viviendas en el Grupo José Antonio (1946).

Fig. 140 Vista exterior de la Casa Sindical en el Grupo José Antonio (1946).

Fig. 141 Fotografía en detalle del cuerpo central de la Casa Sindical en el Grupo José Antonio (1946).



Fig. 140



Fig. 141

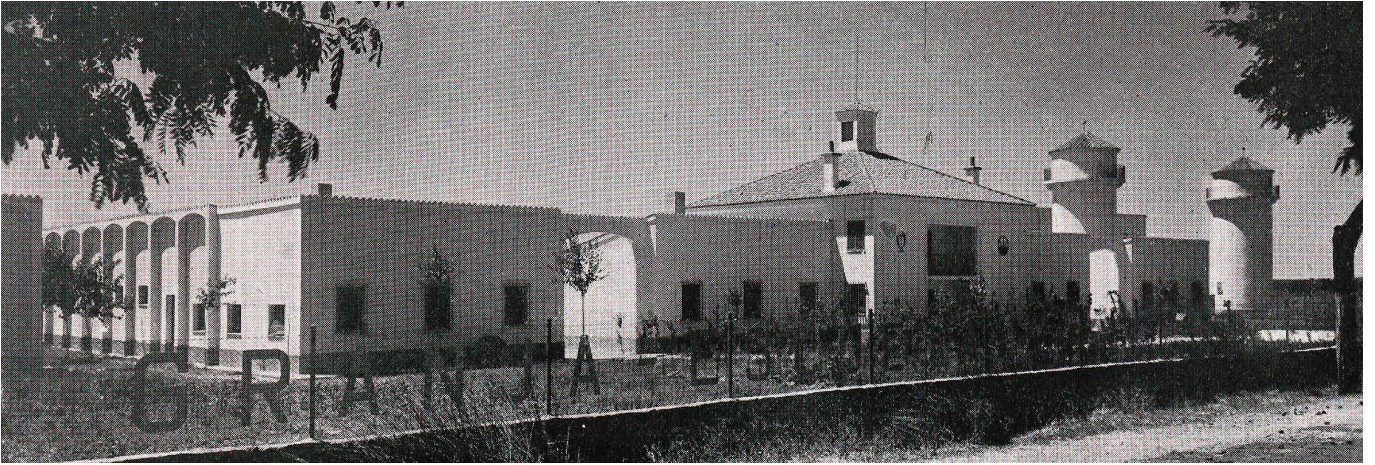


Fig. 142

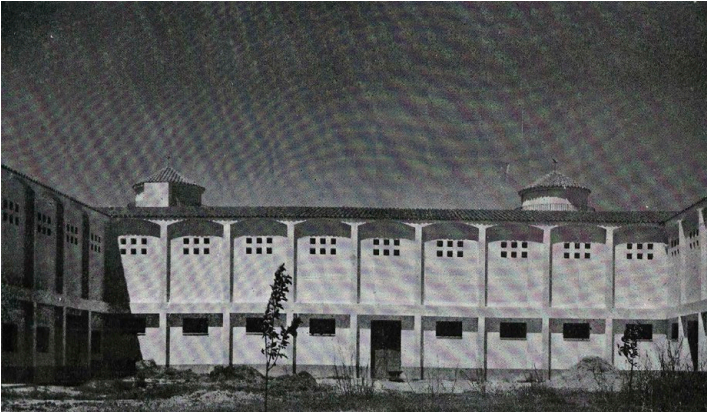


Fig. 143

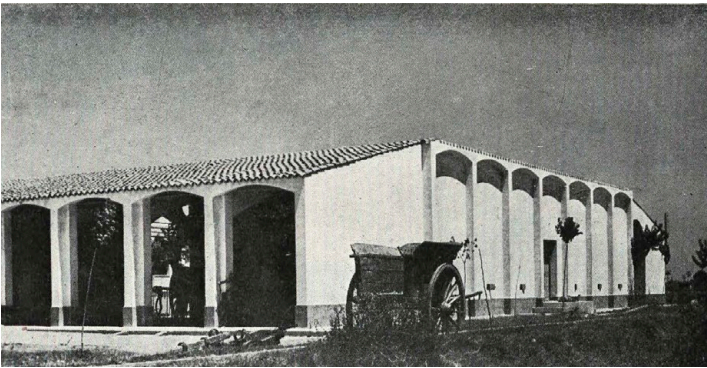


Fig. 144

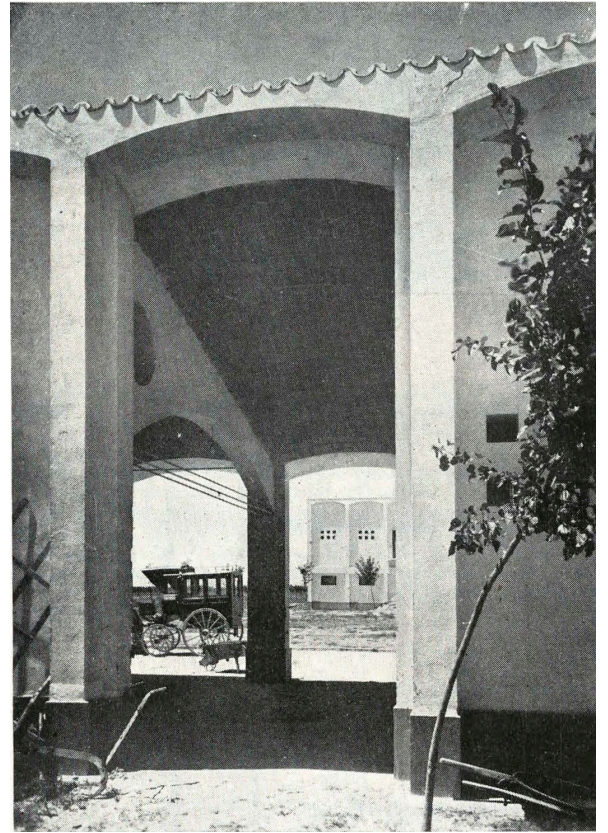


Fig. 145

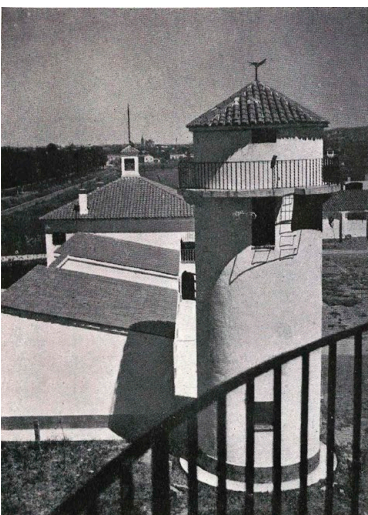


Fig. 146



Fig. 147

estudiar la dura labor del agricultor. Para ello, la actuación debía tener unos requerimientos mínimos: estética, abundancia de árboles, urbanización, cantidad y calidad de agua.⁸⁸ Rafael Aburto lo explica así:

“Con todo esto creo que se conseguirá un ambiente que ha de repercutir beneficiosamente en la mentalidad del personal [...] Y si es verdad que el hombre tiene la arquitectura que se merece, en este caso, en que el beneficiario no decide las condiciones primeras que ha de vivir, sino que le son impuestas, se ha de procurar en lo posible que la arquitectura haga el hombre.”

Aburto Renobales, R., “Granja-Escuela en Talavera de la Reina” en Ed, COAM., *Revista Nacional de Arquitectura*, 1948, núm. 80, p. 299-300.

Desde el punto de vista constructivo, se utilizó un esqueleto de hormigón armado, sobre el cual van a apoyar las bóvedas tabicadas. Los abovedamientos cilíndricos de la planta baja están compuestos por cuatro gruesos: los dos primeros son de rasilla y los dos últimos, de ladrillo hueco. Se colocan tirantes de 20 mm cada 60 cm para contrarrestar los empujes y se utilizan tabiquillos para llegar al piso superior y crear una superficie horizontal, a la vez que ayudan al reparto de las cargas asimétricas. Las bóvedas que sujetan la cubierta están hechas de dos gruesos de rasilla, apoyadas sobre arcos de medio punto construidos a sardinel separados cada 3.2 m. Los arcos poseen un tirante de 20 mm además de un óculo en el relleno que permite aligerar el peso [Fig. 148].⁸⁹

Fig. 142 Fotografía exterior del conjunto de la Granja Escuela (1948).

Fig. 143 Vista del patio de la Vaquería de la Granja Escuela (1948).

Fig. 144 Fotografía de los almacenes de maquinaria y patatas de la Granja Escuela (1948).

Fig. 145 Fotografía de un arco de acceso al patio de la Vaquería de la Granja Escuela (1948).

Fig. 146 Vista del depósito de agua de la Granja Escuela (1948).

Fig. 147 Vista en escorzo del depósito, la Vaquería y los almacenes en la Granja Escuela (1948).

Fig. 148 Axonometría constructiva de la Granja Escuela (1948):

1. Doble tablero de rasilla.
2. Seno de bóvedas de hormigón pobre con escorias.
3. Óculo de descarga del seno del arco.
4. Arco de 6 m de luz de ladrillo a sardinel para apoyo de las bóvedas de 3,20 m de luz.
5. Tirante formado por dos redondos de 20 mm de diámetro, atados a dos elementos de hormigón que sirven de imposta del arco.
6. Piso del henil calculado para una sobrecarga de 1.000 kg/m².
7. Doble tablero de rasilla.
8. Lengüetas transversales.
9. Dos hojas de ladrillo hueco y dos de rasilla.
10. Viga de hormigón armado con retranqueo para el arranque de la bóveda.
11. Tirante de redondo de 20 mm cada 60 cm.
12. Suelo de la Vaquería.

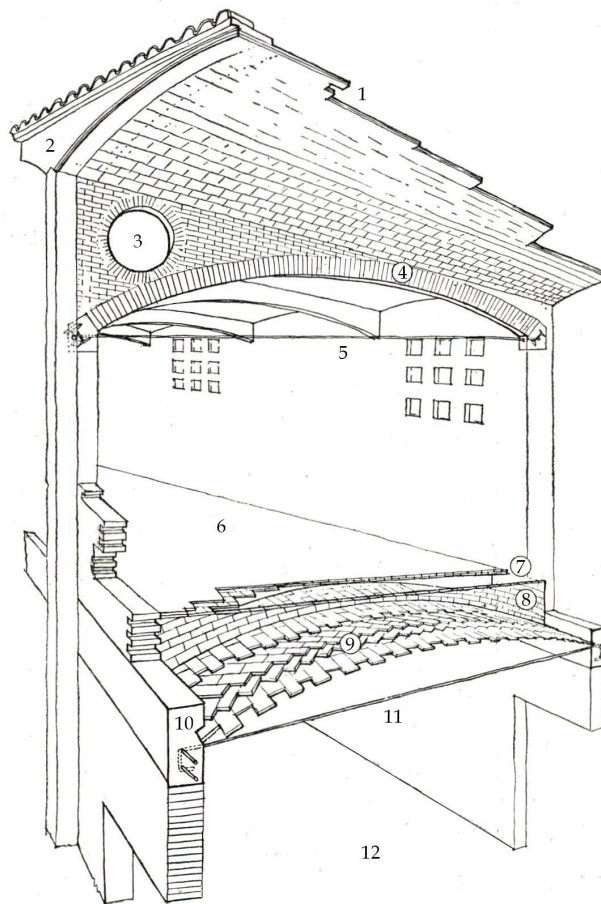


Fig. 148

88.- Ed. COAM, “Granja-Escuela en Talavera de la Reina.”, Dir. de Miguel González, Carlos., *Revista Nacional de Arquitectura*, 1948, núm. 80, p. 299.

89.- *Ibíd.*, p. 300, 302.

4.4.6 Miguel Fisac Serna (1913-2006)

En la década de los cuarenta, al mismo tiempo que Asís Cabrero y Rafael Aburto desarrollaban sus proyectos para la OSH, Miguel Fisac realizó el único proyecto donde empleó bóvedas tabicadas.

Miguel Fisac Serna (1913-2006) nace en Daimiel, localidad de Ciudad Real, en 1930 y se traslada a Madrid para entrar en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Aunque sus estudios se interrumpieron por la Guerra Civil, finalmente consiguió su título en 1942, recibiendo el Premio Fin de Carrera de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Desde el primer momento desarrolla una arquitectura humanizada, en la que investiga los procesos de prefabricación, realizando proyectos que responden al lugar y al programa. La trayectoria de Fisac se puede dividir en dos etapas: la primera tiene lugar en los años 40, con un estilo más clásico, y la segunda, en la segunda mitad del siglo XX, con una mirada más funcionalista de la arquitectura.⁹⁰

Dentro de la primera fase debemos hablar de la Iglesia del Espíritu Santo (1942) en Madrid [Fig. 149-153]. Está compuesta por un ábside de herradura y una nave basilical. El altar se coloca bajo una cúpula de rasillas de 14 m de diámetro. La media esfera alcanza una altura interior de 31 m, acentuada por 10 vidrieras, que permiten la entrada de luz e iluminan todo el altar. La nave central está formada por 3 bóvedas vaídas de rasilla, cada una de las cuales se apoya sobre 4 arcos de hormigón armado, 2 fajones y 2 formeros, dando una longitud total de 21 m. Los abovedamientos están pintados al fresco por Ramón Stolz (1903-1958),⁹¹ ocultando así el acabado cerámico.⁹²

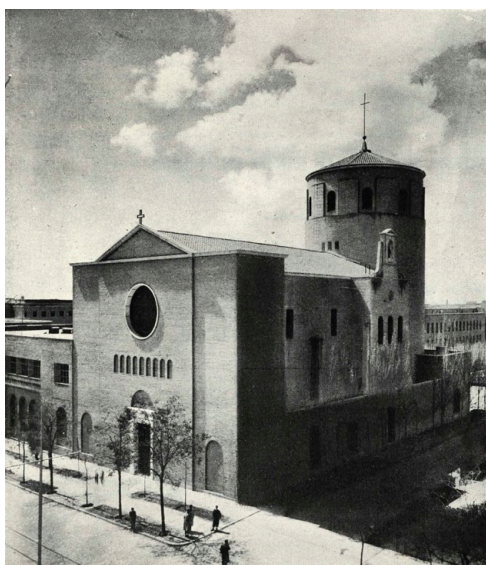


Fig. 149



Fig. 150

Fig. 149 Vista exterior de la Iglesia del Espíritu Santo (1942).

Fig. 150 Fotografía interior de la Iglesia del Espíritu Santo (1942).

90.- La información se puede consultar en la página oficial de la Real Academia de la Historia, en el siguiente enlace <http://dbe.rah.es/biografias/9657/miguel-fisac-serna>

91.- Ramón Alberto Stolz Viviano (1903-1958) nace en Valencia. Su padre era pintor y desde pequeño se relacionó con grandes artistas como Pinazo o Sorolla. En 1922 empieza sus estudios en la Academia de Bellas Artes de San Carlos en Valencia. En 1932 fue nombrado profesor interino de la Escuela de San Fernando, con el tiempo llegó a hacer catedrático. En 1940 empieza las restauraciones de los frescos de Goya en la Basílica del Pilar en Zaragoza. En esta época intensifica sus composiciones al fresco. La información se puede consultar en la página oficial de la Real Academia de la Historia, en el siguiente enlace <http://dbe.rah.es/biografias/23996/ramon-alberto-stolz-viciano>

92.- Ed. COAM, "Iglesia del Espíritu Santo, en Madrid.", Dir. Serrano Mendicute, M., Temes Gonzáles de Riancho, V., *Revista Nacional de Arquitectura.*, 1948, núm. 78, p. 199-206.

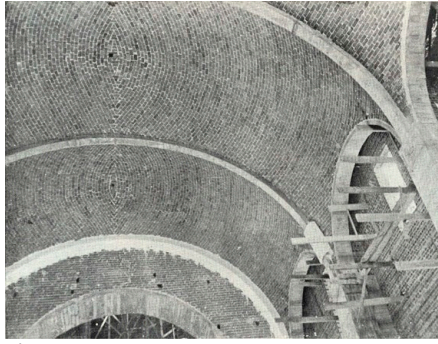


Fig. 151

Fig. 151 Fotografía de las bóvedas vaídas sin recubrir en la Iglesia del Espíritu Santo (1942).

Fig. 152 Sección de la Iglesia del Espíritu Santo (1942).

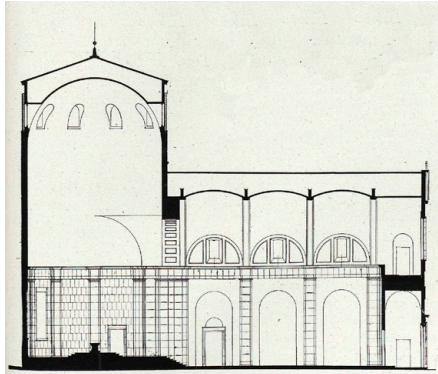


Fig. 152

Fig. 153 Fotografía interior de la cúpula de la Iglesia del Espíritu Santo (1942).

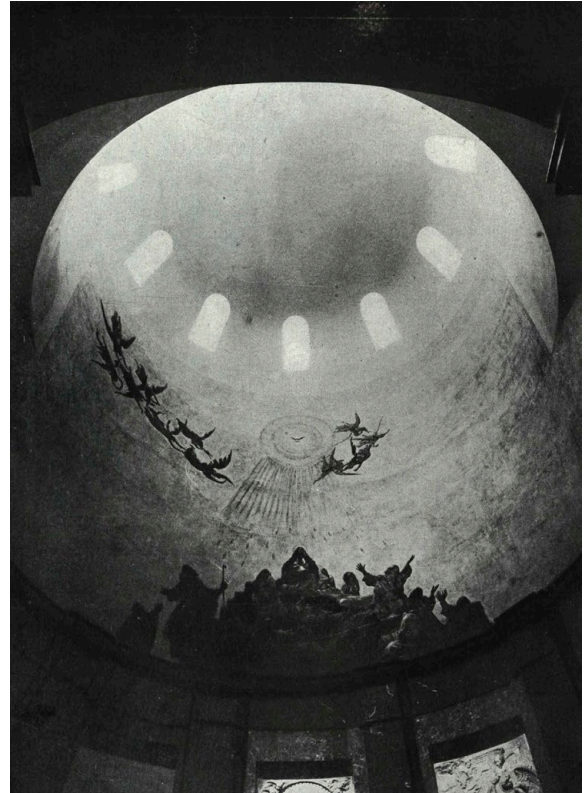


Fig. 153

Hay que dejar claro que la utilización de sistemas tabicados en el proyecto fue una decisión tomada a pesar del total desacuerdo de Miguel Fisac, el cual no entendía la necesidad de construir enormes contrafuertes para soportar los empujes de una bóveda impuesta, derrochando así grandes cantidades de ladrillo o de piedra, a cambio de un supuesto ahorro económico al suprimir el hierro, tal y como ordenaba el decreto impuesto, y anteriormente mencionado, tras la Guerra Civil.

“Evitar el empleo de pequeñas cantidades de hierro en la compensación de empujes de una bóveda, por ejemplo, no es económico, pues exige tener que construir grandes contrafuertes de ladrillo, de hormigón o de piedra, cuyo coste resulta mucho más elevado.”

Fisac Serna, M., “Iglesia del Espíritu Santo, en Madrid”, en Ed, COAM., *Revista Nacional de Arquitectura*, 1948, núm. 78, p. 205.

Pese al desacuerdo de emplear bóvedas tabicadas, el proyecto terminó reflejando de forma clara las ideas que iba a desarrollar en su futura arquitectura: la luz, el color y la relación de la escala. Creando un ábside dorado, totalmente iluminado por diez ventanales, y con una escala mayor que el espacio de oración, el cual estaba casi en penumbra, por la escasa luz recibida de un ojo de buey y seis vidrieras. De esta forma, se genera un gran contraste, dejando claro cuál es el lugar de Dios.⁹²

Debido a la dura situación económica y escasez de materiales que atravesaba el país, en las décadas de los 40 y 50, el sistema tabicado volvió a emplearse por su sencillez y ahorro de medios. Esto empezó a cambiar a mediados de siglo, tras finalizarse el aislamiento internacional impuesto por

los vencedores de la II Guerra Mundial.⁹³ La apertura de fronteras mejoró la situación económica y el sistema tabicado volvió a caer en el olvido, lo que se vio reflejado en la arquitectura durante los siguientes años en España. Miguel Fisac lo explica de la siguiente forma:

“Fue estupendo que, al terminarse nuestra guerra, y existiendo aquellas dificultades tan tremendas que padecíamos, se hicieran tentativas de todo género para no parar la construcción [...] Se pusieron gasógenos porque no nos mandaban gasolina; pero una vez tenemos gasolina, [...] me parece que en un caso semejante estamos con esto de las bóvedas, que en las condiciones actuales son absurdas, porque tienen unas malísimas condiciones acústicas y porque dejan unos espacios perdidos que gravan el edificio.”

Fisac Serna, M., *“Defensa del ladrillo”*, Sesión de Crítica de Arquitectura celebrada en Madrid, RNA junio, 1954. Publicado en, Azpilicueta Astarloa, E., *“La Construcción de la Arquitectura de Postguerra en España (1939-1962)”*, p. 257.

A partir de ahora estudiaremos los avances y desarrollos del sistema tabicado en otros países, especialmente en los de América del Sur. Pero antes de profundizar en eso, debemos hablar de una recuperación parcial del sistema, que se produce en la década de los 70 gracias a la figura de Fernando Higuera.

4.4.7 Fernando Higuera Díaz (1930-2008)

Fernando Higuera Díaz (1930-2008), madrileño, estudió arquitectura en la ETSAM y en 1958 consigue el Premio de Arquitectura de la Escuela de Bellas Artes de Barcelona. Al año siguiente se titula como arquitecto y en 1961 junto con Rafael Moneo (1937-) consigue el Premio Nacional de Arquitectura por el Centro de Restauraciones Artísticas de Madrid.⁹⁴

Dentro de la extensa obra de Fernando Higuera, nos llaman la atención los experimentos que realiza con la luz cenital y los arcos tabicados. Cuando se dice que esto es una recuperación parcial del sistema, queremos dejar claro, que Fernando Higuera no utiliza bóvedas tabicas, aunque sabe de su existencia ya que conoce a Luis Moya y toda la obra del modernismo catalán. Pero pese a esto, el elemento que utiliza y más le llama la atención es el arco tabicado y su capacidad de filtrar la luz.⁹⁵

El primer ensayo que tiene con los arcos tabicados es en la Casa Caparros (1968) en Torrelodones, donde estos no reciben luz cenital pero sí que funcionan de filtro. Finalmente fue en la casa Fierro (1970) en Marbella, donde consolidó el nuevo sistema. En el espacio central de la vivienda crea un abovedamiento con estos elementos, que permiten filtrar la luz,

93.- Tras finalizar la II Guerra Mundial, las tres grandes potencias vencedoras: Estados Unidos, Gran Bretaña y la URSS convocaron a la creación de las Naciones Unidas, el 26 de junio de 1945 se reúnen 51 países en la conferencia de San Francisco, dentro de los estados llamados no se encontraba España, a la cual se la veto por ser el último régimen en pie afín a la Alemania nazi. El aislamiento que sufrió España finalizó en 1950, cuando el mapa político internacional cambió, los aliados de la URSS se convirtieron en los nuevos enemigos, dando como resultado la Guerra Fría (1947-1991), en este conflicto Estados Unidos vio a España como aliada, decidió ayudarla abriendo las fronteras y consiguiendo en 1955 que entrara en las Naciones Unidas, finalizando así el duro periodo de aislamiento político. Martín Alarcón, J (periodista), *“El repudio internacional, el fin del aislamiento y el ingreso en la ONU.”*; publicado el 17 de octubre de 2014, en la página del diario *El Mundo*, se puede consultar en el siguiente enlace <https://www.elmundo.es/la-aventura-de-la-historia/2014/10/16/543fa199e2704e63458b4583.html>

94.- La información se puede consultar en la página de *“España es Cultura”* promocionada por el Ministerio de Cultura y Deporte, en el siguiente enlace; http://www.xn--espaescultura-tnb.es/es/artistas_creadores/fernando_higuera.html

potenciando la arquitectura creada a partir de materiales sencillos y tradicionales, utilizados con gran racionalidad.⁹⁵

La manera de construirlos es la tradicional, con ladrillos colocados a panderete, y una vez acabados se enfoscaban con yeso y se redondeaban los bordes. Posteriormente, se colocaba una cubierta de cristal sobre ellos, generando una luz filtrada con carácter escenográfico. La separación entre los arcos variaba según la luminosidad que requería el proyecto, pero generalmente esta medida rondaba los 33 cm [Fig. 154].⁹⁶

Por último, mencionaremos los proyectos en los que Fernando Higuera utilizó los arcos tabicados como elemento de filtro [Fig. 155], pero no entraremos a detallar los proyectos ya que eso no corresponde con el objetivo de este trabajo. Dichas obras son las siguientes: la Casa Fierro (1970), en Marbella, La Macarrona (1971), en Somosaguas, la Vivienda y Museo para María Josefa Huarte (1971-no construido), la Iglesia en Onil (1974-no construido), el Museo para Antonio López (1983) en Tomelloso, el Concurso para el Ministerio de Asuntos Exteriores en Abu Dhabi (1980-Primer premio) y para la Biblioteca en Fuencarral (1990).⁹⁷

Fig. 154 Fotografía de los tabiquillos construidos en la Casa Caparros (1968).

Fig. 155 Obras en las que se utilizan los tabiquillos:

1. Casa Caparros.
2. Casa Fierro.
3. Casa La Macarrona.
4. Vivienda Museo para María Josefa Huarte.
5. Iglesia en Onil.
6. Museo para Antonio López.



Fig. 154

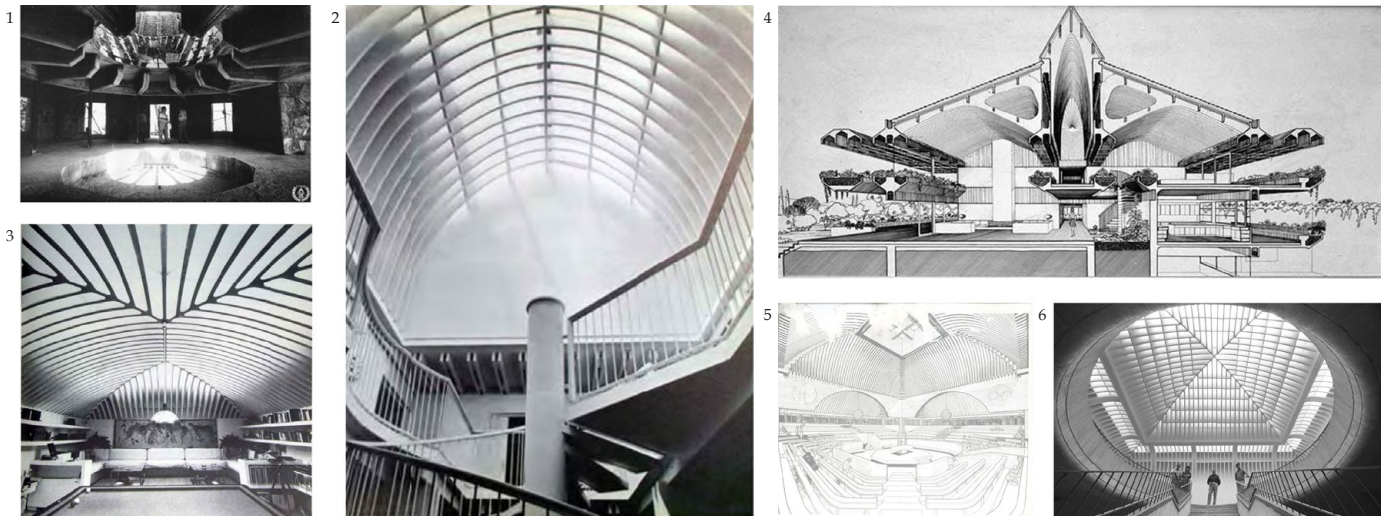


Fig. 155

95.- García Ovies, A., "El pensamiento Creativo de Fernando Higuera.", p. 419.

96.- *Ibíd.*, p. 420.

97.- *Ibíd.*, p. 479-481.

4.5 Alemania (1940-1970)

Tras la II Guerra Mundial (1939-1945), en 1947 en Alemania se inicia el período de reedificación y reconstrucción. Al igual que en España, esta época estuvo marcado por una dura situación económica y escasez de materiales como el hierro o la madera, lo que afectó a la manera de construir. Sin embargo, en Alemania no existía una tradición constructiva donde se empleará la bóveda tabicada, como ocurría en nuestro país. Los encargados de llevar el sistema fueron el arquitecto Carl Sattler y el constructor Max Rank.⁹⁸

Carl Sattler (1877-1966) nació en Florencia, estudió arquitectura en Dresde y entre 1898 y 1906 trabajó en su ciudad natal, proyectando villas. Durante esta época fue donde entró en contacto con la bóveda tabicada gracias al conocimiento de los maestros albañiles. A pesar de que en 1906 se trasladó a Múnich, siguió estando familiarizado con el sistema durante su vida en Alemania, gracias a los continuos viajes a su ciudad natal. En 1926 fue nombrado director de la Real Academia de Artes Aplicadas en Múnich, pero tras la victoria política del Partido Nacionalista Obrero Alemán en 1933, fue obligado a dimitir y en 1939 a jubilarse.⁹⁹ Un año más tarde, el ministro Fritz Todt le encarga viajar a Italia para estudiar la posible implantación en Alemania de las bóvedas tabicadas, como sistema constructivo para la reconstrucción. De regreso al país sajón, el arquitecto destacó por el empleo de dicha técnica en sus proyectos, eliminando tanto el acero como la madera en sus construcciones. Dentro de las obras realizadas por Sattler, debemos destacar el Banco Central del Estado de Múnich (1951) y el Banco Comunal de Baviera (1952).¹⁰⁰

Max Rank (1900-1975) es hijo de Josef Rank (1868-1956), fundador junto a sus dos hermanos menores, Franz (1870-1949) y Ludwig (1873-1932), de la constructora *Hermanos Rank*. En 1911 esta empresa, especializada en hormigón armado, consigue un trabajo en España con la Compañía Catalana de Gas y Electricidad para la construcción de un silo de hormigón como depósito de abastecimiento de carbón de la nueva filial en Sevilla. Tras el éxito de la obra los hermanos Rank fundaron una sucursal en Sevilla y en Madrid con el nombre *Rank Hermanos*, quedándose Ludwig a cargo de ella. Tras la I Guerra Mundial (1914-1918), entre 1926 y 1929, Max Rank trabajó como ingeniero junto a su tío en Sevilla. Durante esta época, tiene la oportunidad de observar las construcciones tabicadas, por las cuales volverá a interesarse en 1947. Es entonces cuando decide volver a España en busca del sistema para emplearlo en la reconstrucción de Alemania, devastada por la II Guerra Mundial. Pero lo más destacable, es su viaje a España en 1950, donde tuvo la oportunidad de visitar una construcción en Barcelona y el Museo de América junto a Luis Moya [Fig. 156-157].¹⁰¹

98.- Huerta, S., "Las bóvedas tabicadas en Alemania: la larga migración de una técnica constructiva.", en Eds. Huerta, S., Fuentes, P., Gil Crespo, I., "Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Donostia-San Sebastián, 3 - 7 octubre 2017", 2017, vol. 2, p. 767.

99.- *Ibid.*, p. 768-770.

100.- Bühler, D., "La constructora Hermanos Rank y la introducción de las bóvedas tabicadas en Múnich a partir de 1947", en Eds. Huerta, S., Fuentes, P., Gil Crespo, I., "Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Donostia-San Sebastián, 3 - 7 octubre 2017", 2017, vol. 1, p. 219-221.

101.- *Ibid.*, p. 215-218.

Fig. 156 Fotografía de Max Rank durante la visita de obra en Barcelona.



Fig. 156

Fig. 157 Fotografías de Max Rank durante la visita al Museo de América.

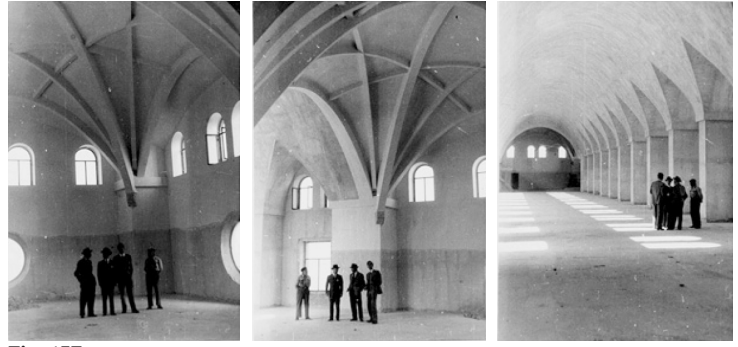


Fig. 157

El primer encargo de la constructora será el Banco Central del Estado (1951) de Múnich [Fig. 158-162], siendo este el único proyecto donde coinciden Rank y Sattler. El edificio hace uso de una gran diversidad de bóvedas tabicadas, utilizando una de cañón con lunetos en el casinocomedor y varias de arista en la sala de recepción. Este último tipo también lo utilizará en el resto de salas junto con las de claustro o esquina. Otra característica de la obra es el acabado de las bóvedas, que deja visto el aparejo por el intradós.¹⁰²



Fig. 158

Fig. 158 Fotografía de la construcción del Banco Central del Estado Múnich (1951).

Fig. 159 Fotografía de la sala del comedor en construcción, en el Banco Central del Estado Múnich (1951).

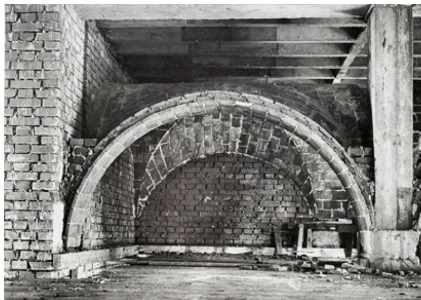


Fig. 159

Fig. 160 Fotografía interior de la sala del comedor, en el Banco Central del Estado Múnich (1951).



Fig. 160

Fig. 161 Fotografía de la construcción del Banco Central del Estado de Múnich (1951).

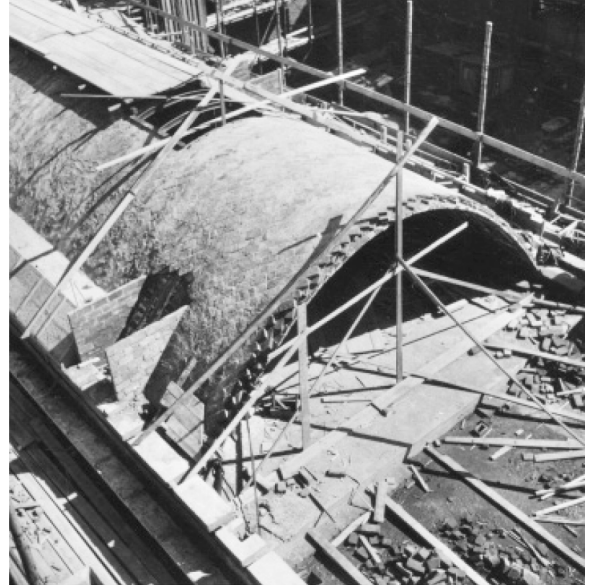


Fig. 161

Fig. 162 Fotografía de la construcción del Banco Central del Estado de Múnich (1951).



Fig. 162

102.- *Ibíd.*, p. 221.

La producción de la constructora *Hermanos Rank* continuó con la restauración y construcción de otros proyectos importantes, como la famosa Cervecería Mathäser (1956), donde se reconstruyeron bóvedas de arista con linterna [Fig. 163]. En la *Reiche Kapelle* (1957) de la Residencia de Múnich se encargó de la reconstrucción de la bóveda ovalada con lunetos y linterna [Fig. 164]. También se hizo cargo de la restauración de una bóveda de cañón con lunetos, de 55 m de largo por 9 m de ancho, en el Salón Blanco de la ex-Iglesia de los Agustinos (1961).¹⁰³

A finales de los años 50, las bóvedas tabicadas se empezaron a emplear en obra nueva revistiéndolas de yeso para simular, de forma económica, las cáscaras de hormigón armado. Max Rank las utilizó para este fin en la Iglesia Protestante (1956) en Liam [Fig. 165-166]. Posteriormente, en la década de los 60, cesó en Alemania la construcción de éstas y como resultado la constructora cerró en 1970.¹⁰⁴

Fig. 163 Fotografía de la reconstrucción de la Cervecería Mathäser (1956).

Fig. 164 Fotografía del interior de la bóveda ovalada de la *Reiche Kapelle* (1957). Arriba aparejo visto, abajo intradós oculto.

Fig. 165 Fotografía de la construcción de las bóvedas en la Iglesia Protestante (1956).

Fig. 166 Vista interior de la Iglesia Protestante (1956).



Fig. 163

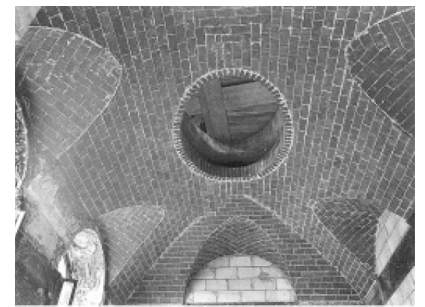


Fig. 164



Fig. 165



Fig. 166

103.- *Ibíd.*, p. 222-223.

104.- Huerta, S., "Las bóvedas tabicadas en Alemania: la larga migración de una técnica constructiva.", en Eds. Huerta, S., Fuentes, P., Gil Crespo, I., "Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Donostia-San Sebastián, 3 - 7 octubre 2017", 2017, vol. 2, p. 759.

4.6 Le Corbusier (1950-1960)

Una de las variantes en la evolución de la bóveda tabicada a lo largo de la historia, la realizó Le Corbusier (1887-1965).¹⁰⁵ En 1928 recibe una invitación de José Luis Sert para dar una conferencia en Barcelona. En su visita conoce la obra de Gaudí y queda impactado con la Escuela de la Sagrada Familia (1909) [Fig. 167-168]. Lo que le llama la atención especialmente es la expresividad del edificio y la relación que existe entre construcción, estructura y arquitectura [Fig. 169].¹⁰⁶



Fig. 167 Fotografía de la Escuela de la Sagrada Familia (1909).

Fig. 168 Vista de pájaro de la Escuela de la Sagrada Familia (1909).



Fig. 168

El interés que muestra Le Corbusier por la bóveda tabicada, en la obra de Gaudí, tiene mucha relación con la transición de su estilo. Cada vez más alejado de los dogmatismos del estilo internacional, van adquiriendo protagonismo el valor de los materiales autóctonos, los sistemas constructivos tradicionales y una estética cada vez más robusta.¹⁰⁷

“La tosquedad de los materiales no constituye, en absoluto, un impedimento para la manifestación de una organización clara y para el ejercicio de una estética moderna.”

Gifreda, M., *“Le Corbusier en Barcelona. El célebre arquitecto comenta la ciudad.”* publicado en Gulli, R., *“La huella de la construcción tabicada en la arquitectura de Le Corbusier.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América”*, p. 74.

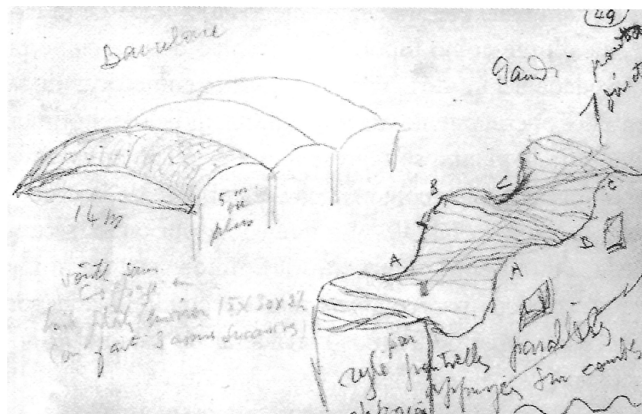


Fig. 169 Apuntes sobre la Escuela de la Sagrada Familia tomados por Le Corbusier en su visita a Barcelona (1928).

Fig. 169

105.- Charles Edouard Jeanneret-Gris (1887-1965) nace en La Chaux-de-Fonds, ciudad de Suiza en frontera con Francia. En 1900 comenzó su aprendizaje como grabador en la escuela de su ciudad natal. Uno de los profesores lo orientó hacia la pintura y posteriormente a la arquitectura construyendo su primera casa en 1905. Trasladado a Francia y trabajando en el despacho de Auguste Perret, con 29 años adoptó el seudónimo de Le Corbusier siendo el apellido de su abuelo materno. En su primera etapa realiza sus obras dentro del pensamiento del estilo internacional, tras la II Guerra Mundial cambia su visión de la arquitectura y se aleja de los dogmatismos. La información se puede consultar en la página del Circulo de Bellas Artes de Madrid, en el siguiente enlace <https://www.circulobellasartes.com/biografia/le-corbusier/>

106.- Gulli, R., traducido por Valcarce Labrador, M^a T., *“La huella de la construcción tabicada en la arquitectura de Le Corbusier.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 73.

107.- López García, E., *“La Mediterraneidad en la obra de Le Corbusier. La bóveda catalana lecorbuseriana: Influencias y evolución.”*, en el Congreso Internacional *“Le Corbusier, 50 años después. Valencia, 18-20 de noviembre de 2015”*, p. 4.

En 1935 se produce el primer intento de desarrollar el sistema tabicado en uno de sus proyectos, la casa Henfel [Fig. 170]. Era una vivienda que se organizaba en módulos abovedados, donde se producían juegos volumétricos al superponerse estos. Finalmente, se construyó con bóvedas de hormigón armado y, sin articulación espacial de volúmenes, toda la construcción se desarrolló en un solo nivel.¹⁰⁸

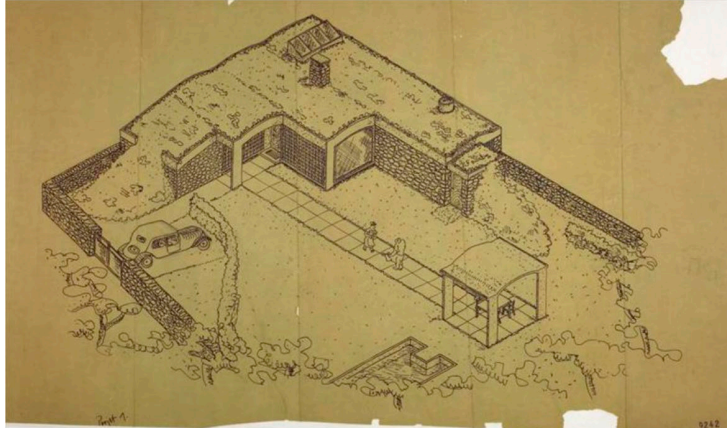


Fig. 170

Fig. 170 Axonometría de la casa Henfel (1935).

Le Corbusier viajó junto a José Luis Sert a Bogotá en 1950. Durante su estancia en la ciudad, visitan una vivienda realizada con bóvedas tabicadas [Fig. 171]. En la visita el arquitecto suizo, volvió a tomar nota sobre el sistema constructivo, con el objetivo de finalmente poder emplearlo en sus proyectos.¹⁰⁹

Durante la celebración del CIAM VIII en 1951 (Inglaterra), Sert puso en contacto a Le Corbusier con el maestro de obras catalán Domènec Escorsa [Fig. 172], que emigro a Francia tras la Guerra Civil española. Ese mismo año Le Corbusier ve por primera vez la construcción de una bóveda tabicada, ejecutada por Escorsa.¹¹⁰ Fue en esa década cuando el arquitecto suizo realizó 3 proyectos: las Casas Jaoul (1955) en París, la casa Sarabhai (1953-no construida) en Gujarat State y las casas para los peones (1952-no construida) en Chandigarh.

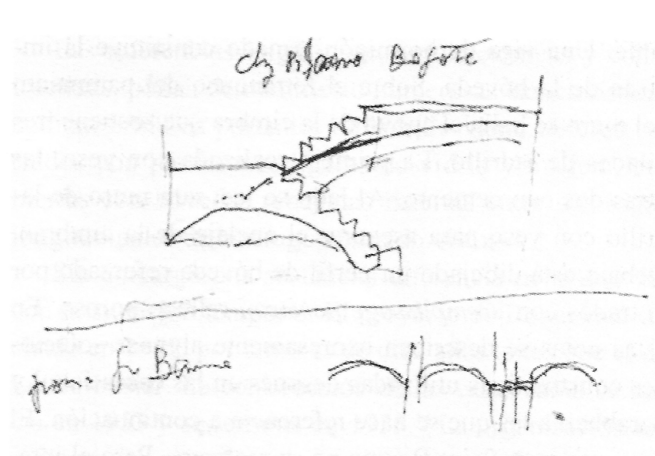


Fig. 171

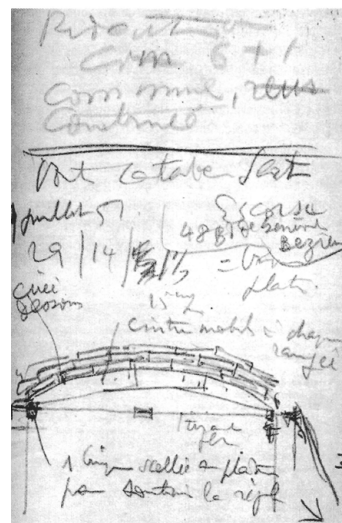


Fig. 172

Fig. 171 Apuntes de Le Corbusier durante su visita en Bogotá (1950).

Fig. 172 Apuntes de Le Corbusier durante el CIAM VIII (1951).

108.- Gulli, R., traducido por Valcarce Labrador, M^a T., "La huella de la construcción tabicada en la arquitectura de Le Corbusier.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 76.

109.- Ibid., p. 77.

110.- Ibid., p. 78.

En todos estos se emplea la misma técnica constructiva, en concreto, bóvedas tabicadas "híbrida". Utilizamos este término por ser una solución a medio camino entre el elemento al que nos referimos en este trabajo y el sistema romano de armaduras de ladrillo. Este método está compuesto por una bóveda cerámica de dos gruesos, el primero de rasilla de 2 cm y el segundo de ladrillo hueco de 5 cm. En el trasdós de se vierte hormigón, al estilo romano, convirtiendo estas capas de fábrica en un simple encofrado perdido.¹¹¹

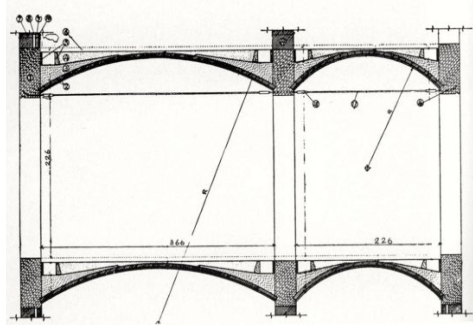


Fig. 173



Fig. 175

Fig. 173 Sección constructiva de las Casas Jaoul (1955).

Fig. 174 Fotografía interior de las Casas Jaoul (1955).

Fig. 175 Fotografía interior de las Casas Jaoul (1955).

Fig. 176 Fotografía interior de las Casas Jaoul (1955).



Fig. 174



Fig. 176

Existen diferencias sustanciales con el método tradicional, siendo la más trascendental, y la que hace que no se pueda considerar a este sistema como bóveda tabicada, la colocación del doblado sin desfase sobre las juntas del sencillo. El relleno del trasdós con hormigón es otra de las disparidades, cambiando la concepción mecánica de la bóveda tabicada y transformándola en un arco de hormigón.¹¹²

No deja por tanto de sorprender cómo Le Corbusier nunca llegó a entender el funcionamiento de una bóveda tabicada.¹¹³ Sin embargo, en 1960 durante la creación del Secretariado de Chandigarh, vuelve a recordar el nombre de Gaudí y la expresividad de los movimientos sinuosos en la Escuela de la Sagrada Familia, siendo el aspecto formal y no el técnico lo más llamativo para Le Corbusier.¹¹⁴

111.- *Ibíd.*, p. 80-81.

112.- López García, E., "La Mediterraneidad en la obra de Le Corbusier. La bóveda catalana lecorbuseriana: Influencias y evolución.", en el Congreso Internacional "Le Corbusier, 50 años después. Valencia, 18-20 de noviembre de 2015", p. 6.

113.- "La otra semana estuve en París. Una vez más Le Corbusier me ha hecho preguntas sobre los detalles de la bóveda catalana. Con anterioridad ya le había proporcionado explicaciones al joven que trabaja en el estudio y, como a caminar se aprende caminando, en casa del empresario Bertochi y en presencia de Le Corbusier y de sus chicos, he construido una bóveda catalana con mis propias manos. Espero que lo hayan entendido."

Carta de Doménech Escorsa a Pierre Jeanneret del 21 de febrero de 1953, publicada en Gulli, R., "La huella de la construcción tabicada en la arquitectura de Le Corbusier.", en Ed. Huerta, S., "Las bóvedas de Guastavino en América.", p. 80.

114.- *Ibíd.*, p. 83.

4.7 América del Sur (1960-2000)

Latinoamérica sufrió un estancamiento económico durante las décadas 50 y 60 en gran parte por la falta de maquinaria e infraestructura, así como por la imposición de un mercado, dominado por los países desarrollados. Otro de los problemas fue la desigualdad de ingresos entre las clases sociales, lo que produjo un paro en el flujo comercial, ya que las clases medias no ganaban suficiente dinero para consumir sus bienes, acentuando la crisis financiera de estas naciones. La tensión acumulada en la sociedad finalmente buscó salida por medio de dos vías: revolución o reformas políticas.¹¹⁵

Durante estos años de recesión, donde la construcción se vio muy afectada por la falta de recursos, la bóveda tabicada, exportada por los técnicos y arquitectos españoles que emigraron a Latinoamérica tras la Guerra Civil, se convierte una vez más en el mejor sistema constructivo por su sencillez en la ejecución, economía de medios y versatilidad formal.

A diferencia de otras regiones, en Latinoamérica este método adquirió un corte social muy importante, desarrollándose sistemas prefabricados con el fin de crear una construcción autosuficiente dando acceso a la vivienda en los estratos más pobres de la sociedad, ejemplo de ello serán las bóvedas de Eduardo Sacriste en Argentina o las de Gonzáles-Lobo en México. A parte de estas nuevas técnicas no podemos olvidarnos de otras como la cerámica armada de Eladio Dieste en Uruguay o el carácter político de las bóvedas tabicadas de Ricardo Porro en Cuba.

4.7.1 Cuba (1960-1970)

En 1959 se pone fin a la dictadura de Fulgencio Batista (1901-1973) y el Movimiento Revolucionario Cubano toma el poder político del país, comandado por Fidel Castro. El nuevo gobierno ordena en 1961 la construcción de las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana [Fig. 177] en el antiguo campo de golf *Habana Country Club*. El proyecto nace como un símbolo de la Revolución, donde los nuevos valores sociales, cultura y arte, se imponen al antiguo sistema burgués. La obra se le encarga al arquitecto Ricardo Porro (1925-2014),¹¹⁶ el cual pidió la colaboración de Vittorio Garatti (1927-)¹¹⁷ y Roberto Gottardi (1927-2017),¹¹⁸ a los que había conocido durante su período en Caracas.¹¹⁹

115.- Eds. Riquelme, E., Silva, P., Concha, C., Valdebenito, F., Quiñones, M., ``América Latina en la segunda mitad del Siglo XX'', p. 19-27.

116.- Ricardo Porro (1925-2014) nace en Camaguey. Estudio arquitectura en la Universidad de la Habana, en 1950 consigue una beca para ir a estudiar a Francia, durante este periodo viaja a Milán, Venecia y Barcelona. En 1953 vuelve a Cuba y tras los primeros síntomas de Guerra viaja a Caracas. A su vuelta proyecta Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. En 1966 se trasladó a Francia donde trabajó como profesor en la Escuela de Bellas Artes en París. La información se puede consultar en la página ``EcuRed'' en el siguiente enlace https://www.ecured.cu/Ricardo_Porro_Hidalgo

117.- Vittorio Garatti (1927-) originario de Milán. Tras completar sus estudios en el Politécnico de Milán en 1957, viaja a Caracas donde se encontraba su familia. Su mayor obra son las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. Pizarro Juanes, M^a J., ``En el límite de la arquitectura-paisaje. Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana.'', p. 67,69.

118.- Roberto Gottardi (1927-2017) nace en Venecia. En 1952 consigue el título en el Instituto superior de Arquitectura de Venecia. En 1957 se traslada a Caracas y en 1960 a Cuba contratado por el Ministerio de Obras Públicas y la Facultad de Arquitectura de la Habana. La información se puede consultar en la página ``EcuRed'' en el siguiente enlace https://www.ecured.cu/Roberto_Gottardi

119.- Pizarro Juanes, M^a J., Rueda Jiménez, Ó., ``Una nueva expresividad de las bóvedas tabicadas. Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana.'', en *Revista Arquitectura y Urbanismo* vol. XXXIV, 2013, núm. 1, p. 74.

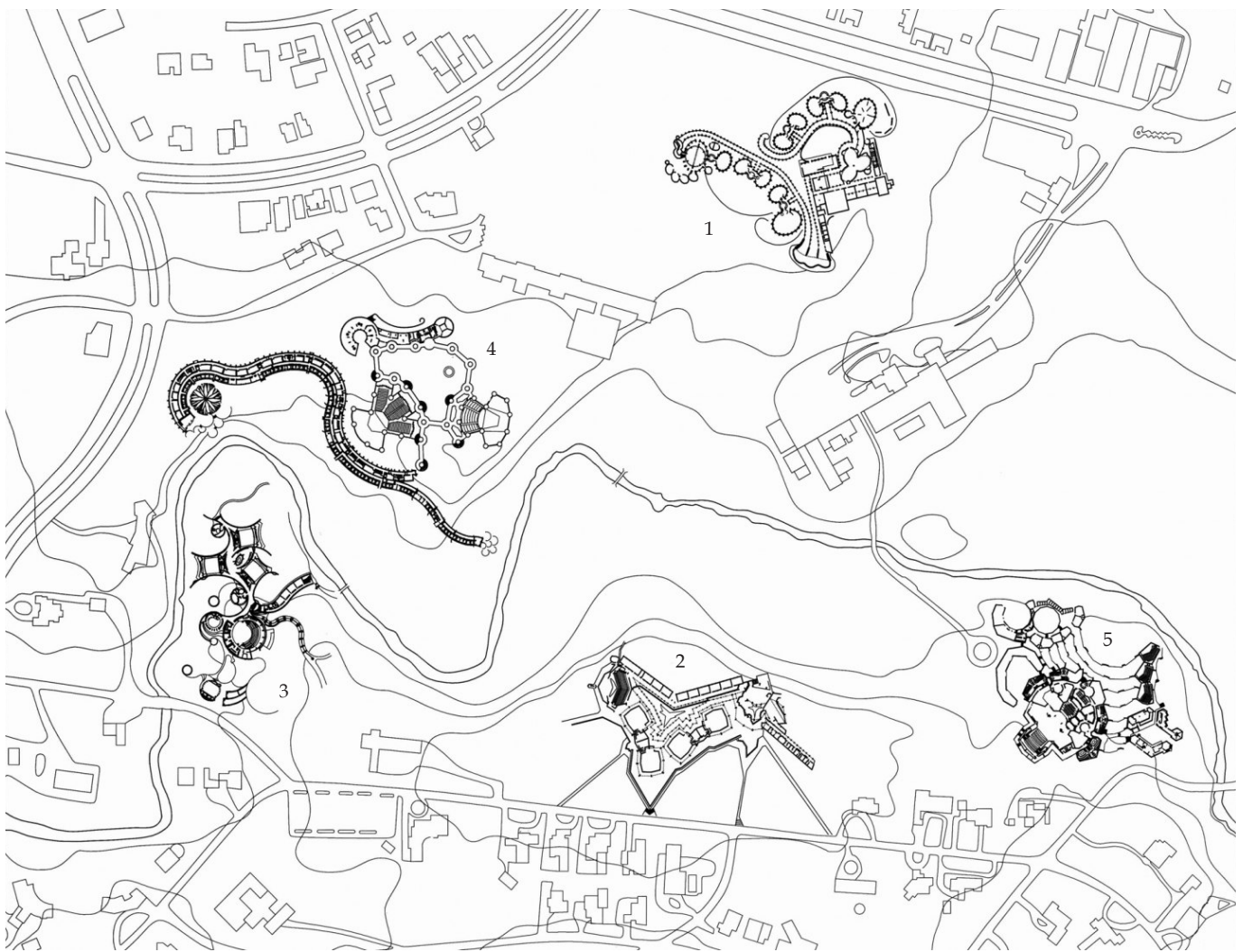


Fig. 177

Fig. 177 Planta de las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana (1961):

1. Escuela de Artes Plásticas.
2. Escuela de Danza Moderna.
3. Escuela de Ballet.
4. Escuela de Música.
5. Escuela de Artes Dramáticas.

Para el desarrollo de la actuación, el gobierno simplemente exigió que no se emplease ni acero ni hormigón. Tanto el diseño como el método constructivo fue elección de los arquitectos. En una entrevista Ricardo Porro lo explica con sus propias palabras:

“Nos reunimos y discutimos la forma de construcción que utilizaríamos. Se nos pidió que no usáramos ni acero ni hormigón, sino materiales y mano de obra artesanales. Yo quería que hubiera ciertas normas comunes a todas las escuelas: el sistema constructivo, la libertad formal y el empleo de los mismos materiales, y después, cada cual haría lo que creyera conveniente.”

Porro, R., *“Arquitectura: hallar el marco poético: Entrevista con María Elena Martín Zequeira”*. *Revolución y cultura*. 1996, n° 5, p. 50, p. 46. Publicado en Pizarro Juanes, M^a J., Rueda Jiménez, Ó., *“Una nueva expresividad de las bóvedas tabicadas. Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana.”*, en *Revista Arquitectura y Urbanismo* vol. XXXIV, 2013, núm. 1, p. 74.

Se eligió como material principal el ladrillo, vinculado a la tierra y al paisaje, y como sistema constructivo se tomó la bóveda tabicada, conocida por Porro durante su viaje a Barcelona en 1952, donde pudo observar este sistema en la obra de Gaudí. Al igual que le ocurrió a Le Corbusier, se quedó impregnado de la expresividad de su arquitectura.¹²⁰

120.- Pizarro Juanes, M^a J., *“En el límite de la arquitectura-paisaje. Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana.”*, p. 53,55.

Pese al conocimiento teórico del sistema, Porro, Garatti y Gottardi, no habían utilizado nunca esta técnica y lo mismo ocurría con los albañiles cubanos, los cuales desconocían la existencia del método. Este problema se pudo solucionar gracias a un maestro de obras catalán, Gumersindo, que había viajado a Cuba antes de la Revolución y con el que se pusieron en contacto para dirigir las obras de las Escuelas de la Habana. Durante el desarrollo del proyecto, el maestro de obras instruyó a los albañiles sobre la técnica tabicada y, al finalizar el levantamiento de los muros, los arquitectos ya contaban con mano de obra cualificada para empezar a cubrir el espacio [Fig. 178-179].¹²¹



Fig. 178

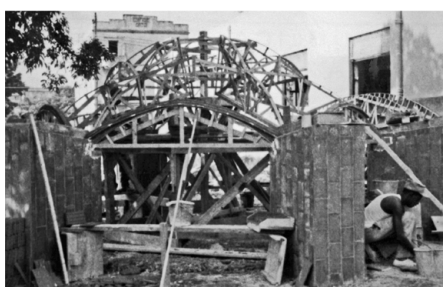


Fig. 179

Fig. 178 Escuela de construcción de bóvedas tabicadas en el *Habana Country Club*.

Fig. 179 Cursos sobre el cimbrado de una bóveda tabicada en el *Habana Country Club*.

Finalmente, la actuación se dividió en cinco escuelas: Artes Plásticas y Danza Moderna (ambas realizadas por Ricardo Porro), Ballet y Música (a cargo de Vittorio Garatti) y Artes Dramáticas (ejecutada por Roberto Gottardi).¹¹⁹

En las intervenciones encargadas a Ricardo Porro, se desarrolló una arquitectura basada en el pabellón y el corredor como elementos básicos, creando espacios a partir de su repetición [Fig. 180-181]. En la Escuela de Artes Plásticas se utiliza un sistema de cúpulas y bóvedas de cañón tabicadas [Fig. 182-184],¹²² mientras que, en la Escuela de Danza Moderna se vale de los mismos recursos, siendo el primero de los mencionados de tipo ortogonal, nervado y con una linterna [Fig. 185-187].¹²³ Lo más característico en las dos construcciones de Porro fue el movimiento y la plasticidad que se consigue con las curvas y los juegos de escala, algo que se potencia gracias a ligereza de la construcción tabicada, aportando expresividad a los proyectos.¹²⁴

121.- Pizarro Juanes, M^a J., Rueda Jiménez, Ó., "Una nueva expresividad de las bóvedas tabicadas. Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana.", en *Revista Arquitectura y Urbanismo* vol. XXXIV, 2013, núm. 1, p. 75.

122.- Pizarro Juanes, M^a J., "En el límite de la arquitectura-paisaje. Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana.", p. 243,245.

123.- *Ibid.*, p. 247.

124.- Pizarro Juanes, M^a J., Rueda Jiménez, Ó., "Una nueva expresividad de las bóvedas tabicadas. Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana.", en *Revista Arquitectura y Urbanismo* vol. XXXIV, 2013, núm. 1, p. 82-83.

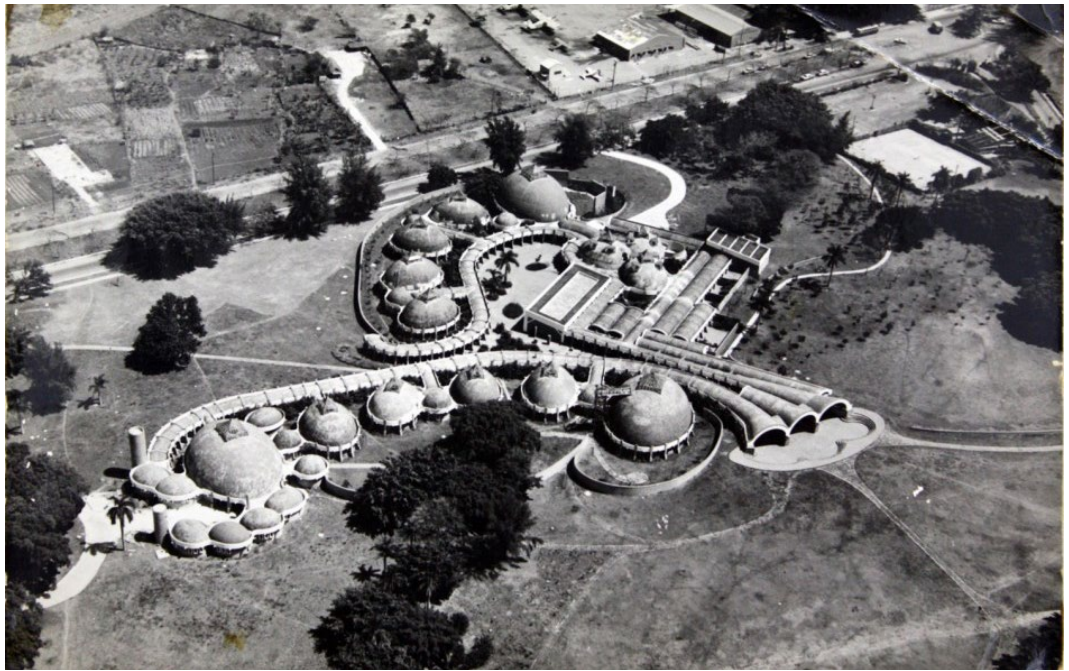


Fig. 180

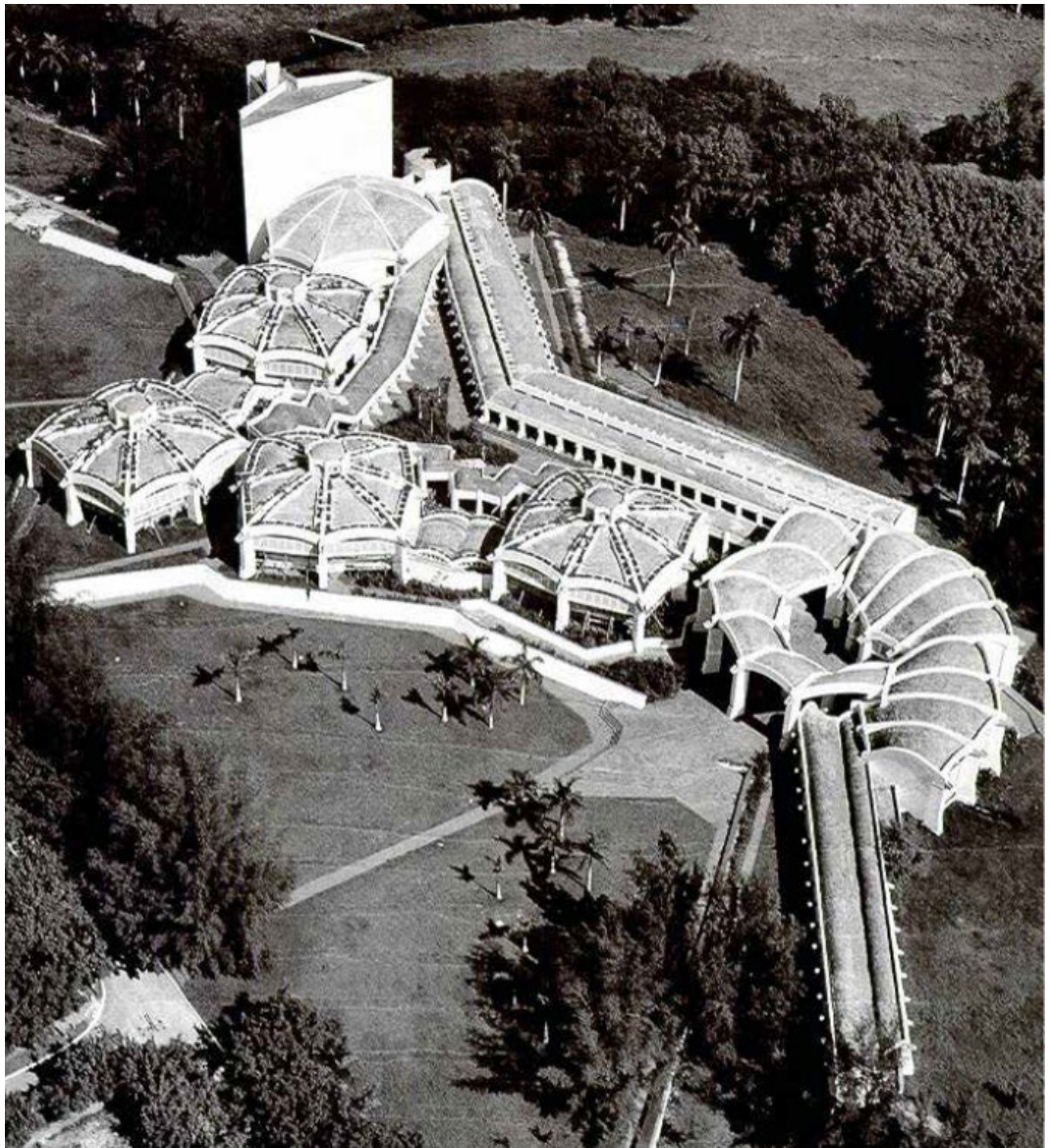


Fig. 181

Fig. 180 Vista de pájaro de la Escuela de Artes Plásticas (1961).

Fig. 181 Vista de pájaro de la Escuela de Danza Moderna (1961).

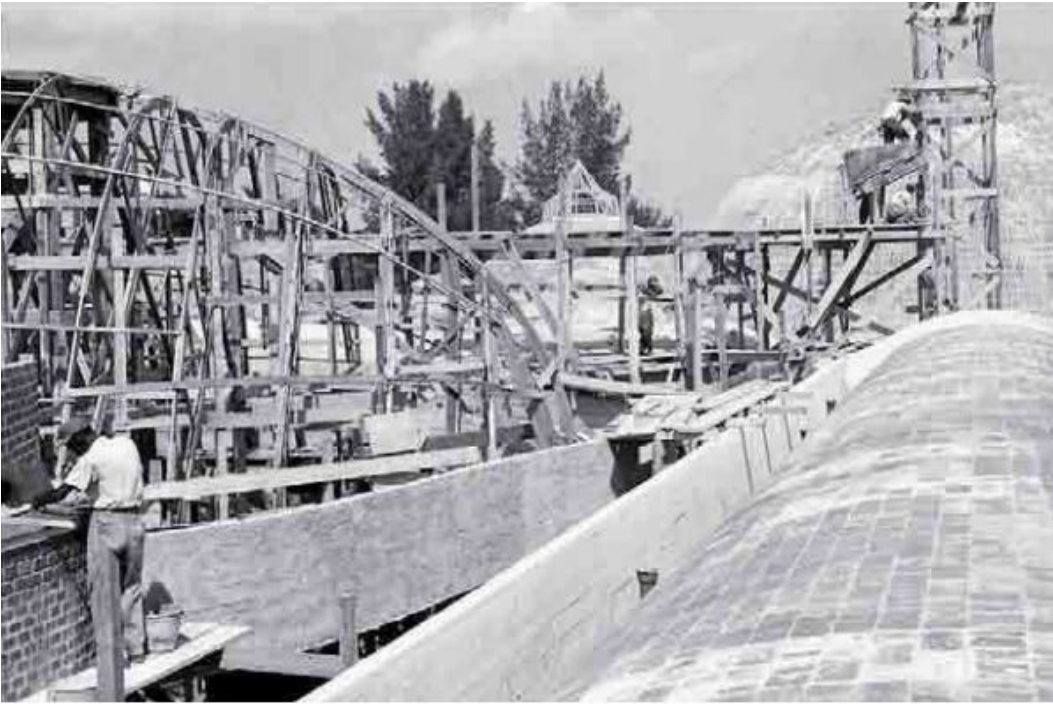


Fig. 182



Fig. 183



Fig. 184

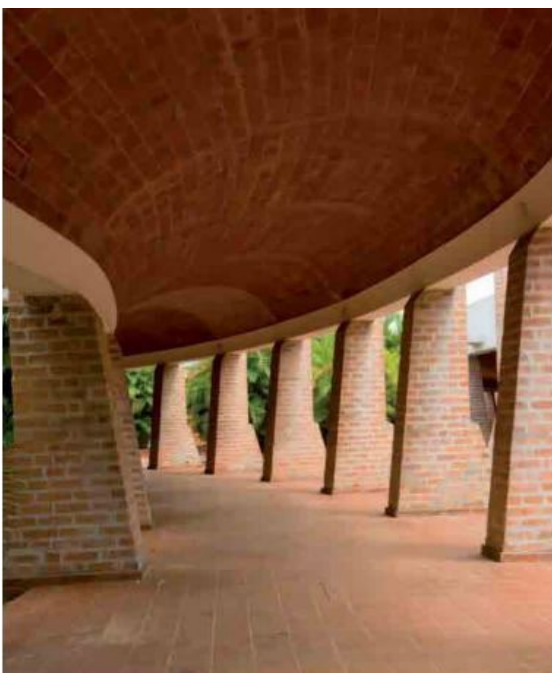


Fig. 185



Fig. 186



Fig. 187

Fig. 182 Fotografía de la construcción de la Escuela de Artes Plásticas (1961)

Fig. 183 Vista exterior de la plaza de la Escuela de Artes Plásticas (1961).

Fig. 184 Fotografía de las bóvedas de acceso de la Escuela de Artes Plásticas (1961).

Fig. 185 Vista interior de un corredor de la Escuela de Danza Moderna (1961).

Fig. 186 Fotografía exterior de la Escuela de Danza Moderna (1961).

Fig. 187 Vista interior de una cúpula octogonal de la Escuela de Danza Moderna (1961).

En las Escuelas de Ballet y Música [Fig. 188], Garatti utilizó elementos repetidos para articular el espacio, al igual que Porro. En la primera de ellas recurrió a cúpulas, bóvedas vaídas y de cañón [Fig. 190-193], mientras que en la Escuela de Música solo se construyeron las bóvedas de cañón [Fig. 189],¹²⁵ debido a las grandes dificultades causadas por la topografía existente. Y es que, durante la construcción fue muy complicado adaptar la geometría al terreno y resolver los difíciles encuentros que se producían en las cubiertas. Por este motivo, los proyectos de Garatti se retrasaron y no llegaron a finalizarse.¹²⁶



Fig. 188

Fig. 188 Vista de pájaro de la Escuela de Música (izquierda) y la Escuela de Ballet (derecha).

Fig. 189 Fotografías de la parte construida en la Escuela de Música (1961).



Fig. 189

125.- Pizarro Juanes, M^a J., ``En el límite de la arquitectura-paisaje. Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana.´´, p. 247,249.

126.- Pizarro Juanes, M^a J., Rueda Jiménez, Ó., ``Una nueva expresividad de las bóvedas tabicadas. Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana.´´, en *Revista Arquitectura y Urbanismo* vol. XXXIV, 2013, núm. 1, p. 84.



Fig. 190

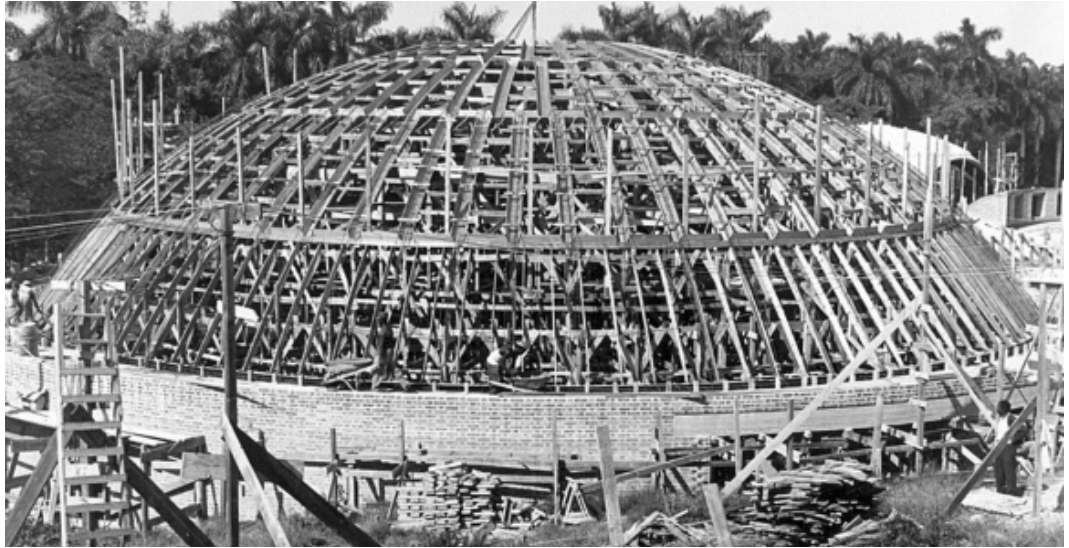


Fig. 191



Fig. 192

Fig. 190 Fotografía interior de la Escuela de Ballet (1961).

Fig. 191 Fotografía de la construcción de la Escuela de Ballet (1961).

Fig. 192 Fotografía exterior de la Escuela de Ballet (1961).

Fig. 193 Fotografía desde las cubiertas de la Escuela de Ballet (1961).



Fig. 193

La última de las actuaciones de este complejo, la Escuela de Artes Dramáticas de Gottardi, se pensó de forma diferente al resto de pabellones [Fig. 194-196]. El arquitecto moduló el espacio con unas luces asequibles de 6 m. Sin embargo, utilizó geometrías totalmente diferentes, lo que complicó y retrasó la construcción de la obra. El conjunto de edificaciones que formaban esta institución tampoco se finalizó.¹²⁶

En 1965 y a pesar de no estar terminadas, se inauguró el conjunto de las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. El desconocimiento teórico y la poca fe en el sistema, por parte de los ingenieros del Ministerio de la Construcción, provocó un sobredimensionamiento en los refuerzos y los gruesos de los abovedamientos [Fig. 197], así como en las vigas de hormigón que soportaban los empujes, incrementando el coste y produciéndose la cancelación del proyecto.¹²⁷



Fig. 194

Fig. 194 Vista de pájaro de la Escuela de Arte Dramático (1961).



Fig. 195

Fig. 195 Fotografía de las cubiertas de la Escuela de Arte Dramático (1961).



Fig. 196

Fig. 196 Fotografía de las cubiertas de la Escuela de Arte Dramático (1961).

Fig. 197 Fotografía en detalle de una bóveda tabica en las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana (1961).

127.- Para hacernos una idea de la sobredimensión, se utilizaron bóvedas de 7 gruesos para salvar luces de 7 m. *Ibid.*

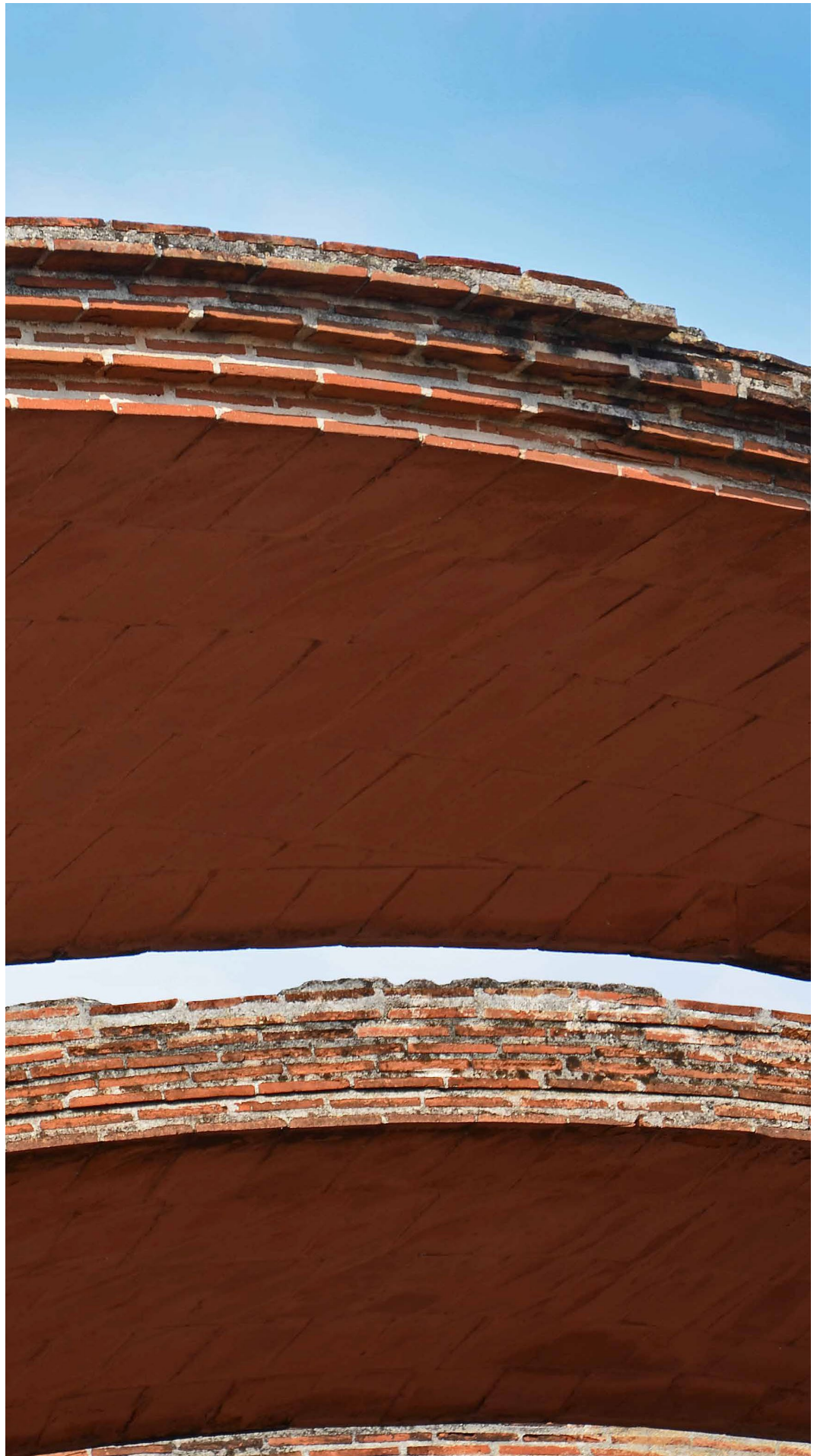


Fig. 197

4.7.2 Uruguay (1960-70)

Las primeras aplicaciones de la bóveda tabicada en América del Sur se realizaron en Uruguay. Bajo la visión de Eladio Dieste (1917-2000),¹²⁸ surgen como técnicas innovadoras que buscan apalejar el subdesarrollo en el que estaba sumergida Latinoamérica, la cerámica armada y la bóveda gausa.¹²⁹

El primer sistema que desarrolló este ingeniero fueron las bóvedas de cerámica armada, empleadas por primera vez en la casa Berlingieri (1947) en Punta Ballena (Uruguay). La residencia estaba diseñada por Antonio Bonet Castellana (1913-1989),¹³⁰ quien se puso en contacto con Dieste para el desarrollo estructural. La vivienda estaba organizada en forma de T sobre una malla irregular, donde primaban los espacios al aire libre relacionados con la naturaleza [Fig. 198-200]. De esta manera, el intradós cerámico ayudó a potenciar el papel de la arquitectura.

Originalmente, se pensó resolver la estructura con bóvedas de hormigón armado, a lo que se opuso Dieste, proponiendo la sustitución de éstas por las tradicionales de ladrillo. Ante el desacuerdo entre arquitecto e ingeniero, surgió una solución alternativa que sería la bóveda de cerámica armada, propuesta por éste último.¹³¹

Esta técnica partía del esquema constructivo tradicional de una bóveda tabicada: ladrillos colocados a panderete y cogidos con cemento. La gran diferencia era la reducción de gruesos, en otras palabras, en lugar de emplear 3, se redujo a una sola hoja a la que se le incorporó un armado entre las juntas. Con este nuevo método se conseguían dos cosas: disminuir la sección de la bóveda y absorber esfuerzos a tracción gracias a la armadura de acero. El mayor inconveniente es la necesidad de emplear un sistema auxiliar para su construcción, es decir, una cimbra.¹³¹

La bóveda que se construyó en la Casa Berlingieri estaba hecha con ladrillos de 5 cm y un armado de 2 redondos (4 mm de diámetro) entre las juntas. Sobre ésta se levantaron tabiques palomeros para crear una cámara de aire techada con rasilla, evitando así humedades en el intradós [Fig. 201].¹³¹

128.- Eladio Dieste (1917-2000) nace en Artigas. Estudia Ingeniería Civil en La Universidad de la Republica en Montevideo consiguiendo su título en 1943. Tras finalizar sus estudios comienza a trabajar con estructuras de hormigón armado, incluidas estructuras laminares, hasta 1946 donde comienzan sus trabajos con la cerámica en la casa Berlingieri. Tomlow, J. Traducido por Sáinz, J., *“La bóveda tabicada a la catalana y el nacimiento de la “cerámica armada” en Uruguay.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 243.

129.- Cabeza Laínez, J M^a., Almodóvar Melendo, J M., *“Las bóvedas de cerámica armada en la obra de Eladio Dieste. Análisis y posibilidades de adaptación a las condiciones constructivas españolas.”*, en Eds. de las Casas, A., Huerta, S., Rabasa, E., *“Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996.”*, 1996, vol. 1, p. 138.

130.- Antonio Bonet Castellana (1913-1989) originario de Barcelona. Obtiene su título en 1936, pero desde 1932 trabaja como ayudante en el despacho de José Luis Sert y José Torres Clavé. En 1934 entra a formar parte del GATEPAC. Tras el inicio de la Guerra Civil, en 1936, se trasladó a Paris para trabajar en el despacho de Le Corbusier. En 1938 se mudó a Buenos Aires, donde fundó el Grupo AUSTRAL, principal cuerpo difusor de las ideas del movimiento moderno. Finalmente, en 1948 vuelve a España donde trabajará el resto de su vida. La información se puede consultar en la página oficial de la Real Academia de la Historia, en el siguiente enlace <http://dbe.rah.es/biografias/8794/antonio-bonet-castellana>

131.- Tomlow, J. Traducido por Sáinz, J., *“La bóveda tabicada a la catalana y el nacimiento de la “cerámica armada” en Uruguay.”*, en Ed. Huerta, S., *“Las bóvedas de Guastavino en América.”*, p. 244-245.



Fig. 198

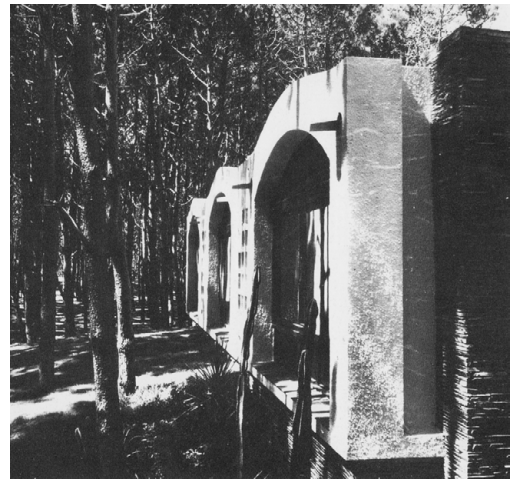


Fig. 199



Fig. 200

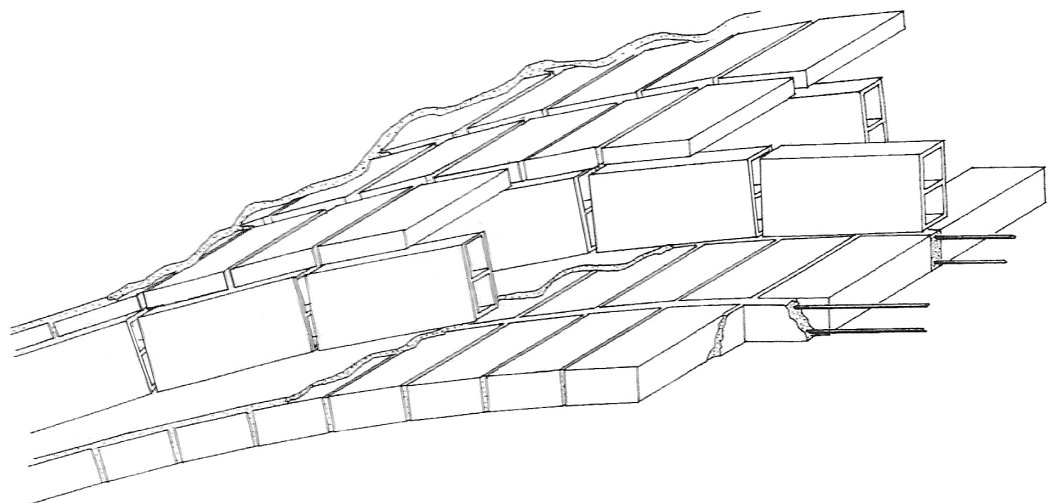


Fig. 201

Fig. 198 Fotografía exterior de la Casa Berlingieri (1947).

Fig. 199 Fotografía de la fachada de la Casa Berlingieri (1947).

Fig. 200 Fotografía interior de la Casa Berlingieri (1947).

Fig. 201 Axonometría constructiva de la cubierta en la Casa Berlingieri (1947).

Años más tarde, en 1959, Dieste patentó el segundo sistema, las bóvedas gausas.¹³² La técnica buscaba crear estructuras que cubran una luz mayor, sin la necesidad de elementos rigidizadores. Para ello, utiliza elementos de doble curvatura, cuya sección transversal se va adaptando a la ondulación de la directriz, que adquiere forma de catenaria [Fig. 202].¹³³ Para su construcción, se utilizaban ladrillos de 15-20 cm de espesor, que funcionaban a modo de bovedillas; entre las juntas se colocaban los redondos y por último se vertía una capa de cemento sobre la bóveda [Fig. 203].¹³⁴ Las ventajas del nuevo método son enormes desde el punto de vista estructural, ya que la forma de la bóveda permite dar rigidez y ampliar la luz a cubrir. Al igual que la cerámica armada, requiere del uso de una estructura auxiliar para su construcción, aunque los ensayos de Dieste demuestran que el tiempo de cimbrado es menor al resto de sistemas abovedados; 3 horas para luces de 15 m y 14 para las de 50 m.¹³⁵

Con esta segunda técnica, Dieste construyó su obra más conocida, La Iglesia de la Atlántida (1952) en Montevideo. El edificio parte de una base rectangular, donde sus paredes se elevan onduladamente hasta el arranque de la cubierta [Fig. 204-207]. Las fachadas se componen de dos hojas de ladrillo colocado a soga y con una cámara de mortero armado de 6 cm. El espacio interior se cubre con bóvedas gausas unidas entre sí, contrarrestando los empujes por medio de los tirantes que se esconden en las ondulaciones inferiores de la cubierta [Fig. 208-].¹³⁶

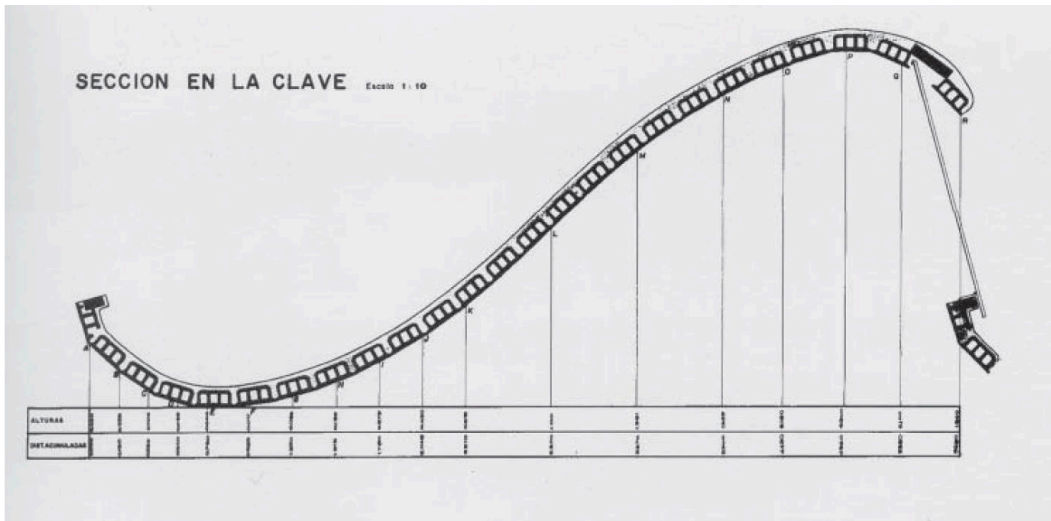


Fig. 202

Fig. 202 Sección de una bóveda gausa.

Fig. 203 Fotografía de la construcción de una bóveda gausa.

Fig. 204 Fotografía de la construcción de la cubierta de la Iglesia de la Atlántida (1952).

Fig. 205 Fotografía de la construcción de la cubierta de la Iglesia de la Atlántida (1952).

Fig. 206 Fotografía de la construcción del muro de cerramiento de la Iglesia de la Atlántida (1952).

Fig. 207 Fotografía del cerramiento curvo terminado en la Iglesia de la Atlántida (1952).

132.- Cabeza Láinez, J M^a., Almodóvar Melendo, J M., ``Las bóvedas de cerámica armada en la obra de Eladio Dieste. Análisis y posibilidades de adaptación a las condiciones constructivas españolas.´´, en Eds. de las Casas, A., Huerta, S., Rabasa, E., ``Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996´´, 1996, vol. 1, p. 139.

133.- Brufau, R., ``Las bóvedas gausas.´´, p. 1-2.

134.- Cabeza Láinez, J M^a., Almodóvar Melendo, J M., ``Las bóvedas de cerámica armada en la obra de Eladio Dieste. Análisis y posibilidades de adaptación a las condiciones constructivas españolas.´´, en Eds. de las Casas, A., Huerta, S., Rabasa, E., ``Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996´´, 1996, vol. 1, p. 140.

135.- Brufau, R., ``Las bóvedas gausas.´´, p. 3.

136.- Mas Guindal, A., Adell, J., ``Eladio Dieste y la cerámica estructural en Uruguay.´´, en *Informes de la Construcción*, 2005, vol. 56, núm. 496, p. 19-20.

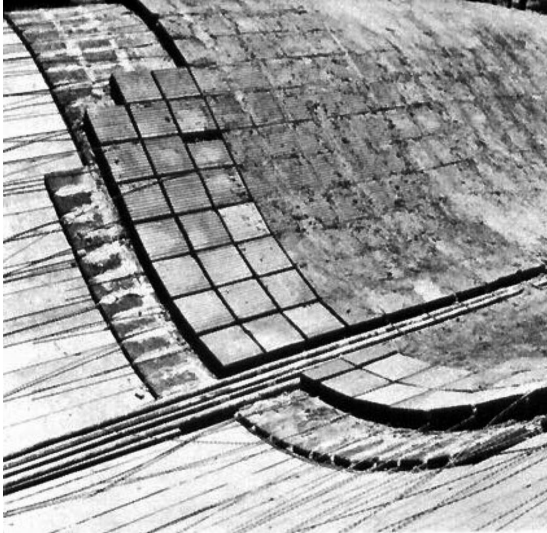


Fig. 203



Fig. 204

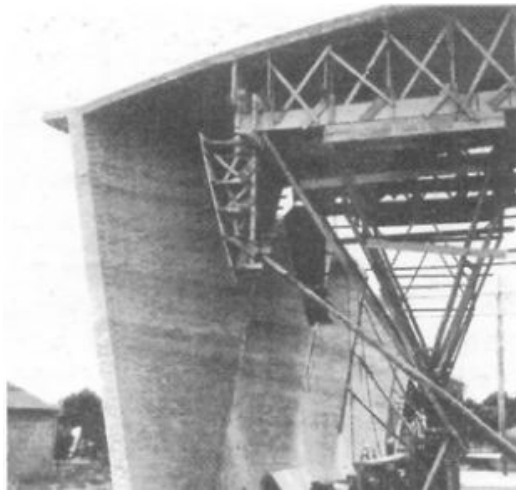


Fig. 205



Fig. 206

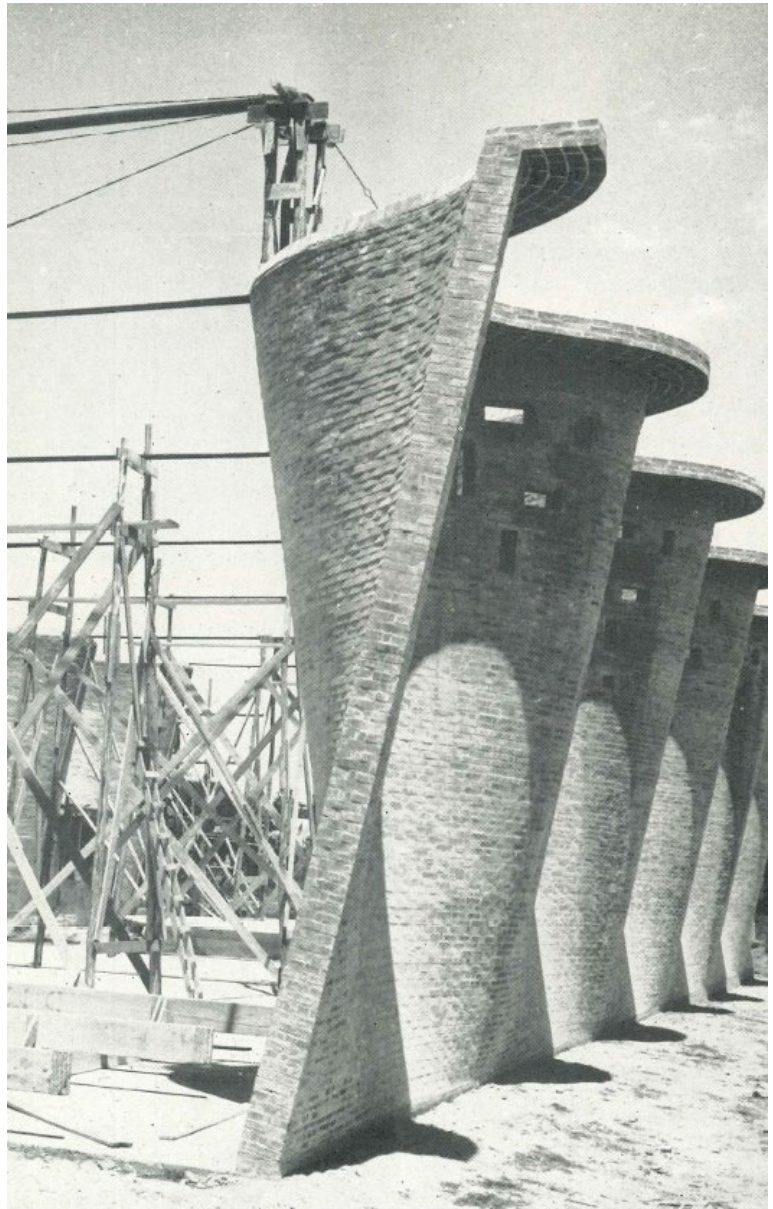


Fig. 207

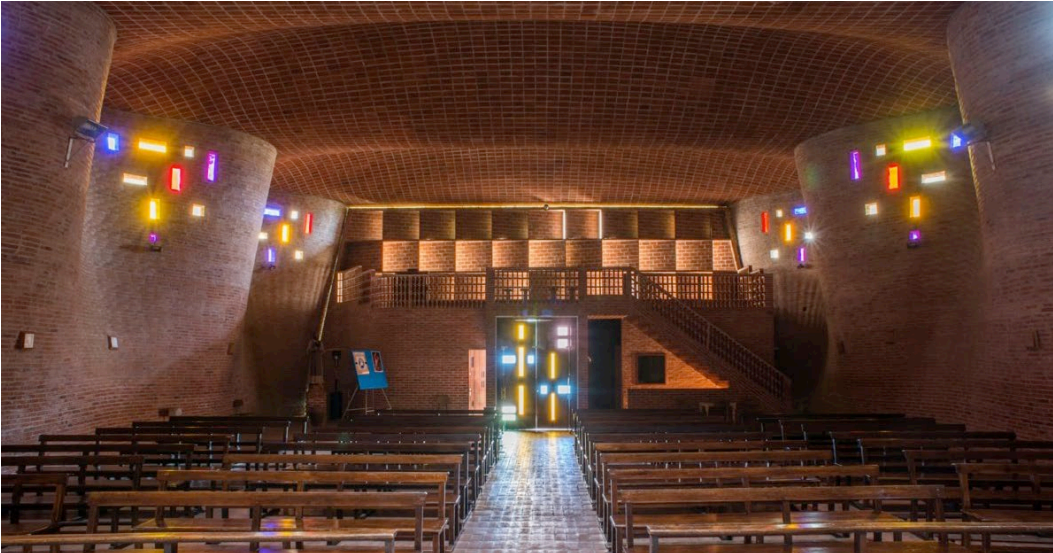


Fig. 208

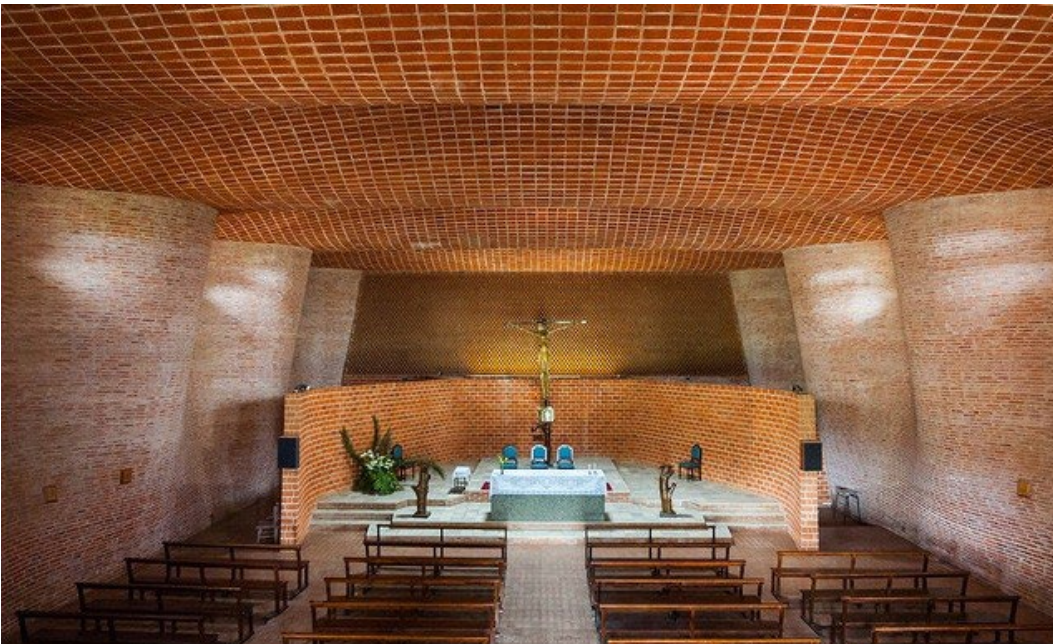


Fig. 209



Fig. 210

Fig. 208 Fotografía interior de la Iglesia de la Atlántida (1952).

Fig. 209 Fotografía del altar de la Iglesia de la Atlántida (1952).

Fig. 210 Fotografía exterior de la Iglesia de la Atlántida (1952).

Fig. 211 Fotografía interior de la Iglesia de la Atlántida (1952).

Fig. 212 Fotografía exterior de la Iglesia de la Atlántida (1952).



Fig. 211



Fig. 212

4.7.3 Argentina (1960-1980)

Al igual que en otros países, en Argentina la pobreza y la escasez marcaron las décadas de los años 60 y 70. Ante tal situación surge un pensamiento arquitectónico, encabezado por Eduardo Sacriste (1905-1999), que busca solucionar el problema, creando sistemas constructivos económicos y sostenibles. Para el desarrollo de la nueva arquitectura el arquitecto eligió la bóveda tabicada, sistema que había conocido durante sus viajes por Europa. Su gran aportación fue la incorporación de la técnica prefabricada al abovedamiento cerámico.¹³⁷

A principios del siglo XX, Eduardo Sacriste nace en Buenos Aires. Tras conseguir su título en 1932 inicia un largo viaje por el mundo, conociendo la arquitectura vernácula de Europa, Asia y el norte de África. En 1946 funda el Instituto de Arquitectura y Urbanismo de Tucumán, institución que impulsa los pensamientos del Movimiento Moderno, en la línea del Grupo AUSTRAL. Finalmente, en 1950 se asienta en la ciudad de Tucumán, donde trabajará como arquitecto y docente.¹³⁸

En 1977 se publica *Viviendas con bóvedas*, donde se recogen todas las construcciones que utilizaron este elemento y con las que se desarrollaron variaciones del sistema. Generalmente, las unidades residenciales que se diseñaron son de una planta, moduladas en sucesivas crujeas abovedadas en paralelo, consiguiendo estabilidad mediante tirantes, contrafuertes o vigas de hormigón armado. Se trata de una arquitectura que buscaba funcionalidad y una estética moderna en el proyecto, utilizando métodos constructivos económicos y eficaces.¹³⁹

Muchas de las técnicas constructivas empleadas en las viviendas eran copias de sistemas anteriores, como el uso de la cerámica armada de Dieste o las bóvedas de hormigón con acabado cerámico de las casas Jaoul de Le Corbusier.¹³⁹ Las más llamativas fueron aquellas que buscaron una construcción más rápida y barata, sirviéndose de sistemas prefabricados, como en la casa Carrieri (1961), proyectada por Sacriste y Rariz.¹⁴⁰

Para formar las bóvedas de la casa se utilizaron costillas armadas de 3 m de luz y 50 cm de ancho, compuestas de ladrillo hueco sobre moldes que se habían fabricado de acuerdo a la sección requerida por el proyecto. Una vez construida y curada la costilla, los operarios las colocaban a mano sobre los muros [Fig. 213-216]. El peso que adquirirían las piezas era aproximadamente de 200 kg, por lo que eran fácilmente manejables por cuatro o seis trabajadores. Tras la instalación de éstas, se disponía una malla sobre la bóveda y se vertía una ligera capa de cemento, garantizando la unión de las partes. La técnica constructiva fue muy revolucionaria, quedando como ejemplo para arquitectos posteriores.¹⁴¹

137.- García, J., Beltrán, M^a de los Ángeles., "La prefabricación de bóvedas de ladrillo. Una utopía latinoamericana.", en *Rita: Revista indexada de textos académicos*, 2014, núm. 2, p. 92-93.

138.- García, J; González, M; Losada, J.C., "Arquitectura y construcción tabicada en torno a Eduardo Sacriste." en *Informes de la Construcción*, 2012, vol. 64, núm. 525, p. 37.

139.- *Ibid.*, p. 38-39.

140.- *Ibid.*, p. 42.

141.- García, J., Beltrán, M^a de los Ángeles., "La prefabricación de bóvedas de ladrillo. Una utopía latinoamericana.", en *Rita: Revista indexada de textos académicos*, 2014, núm. 2, p. 97.

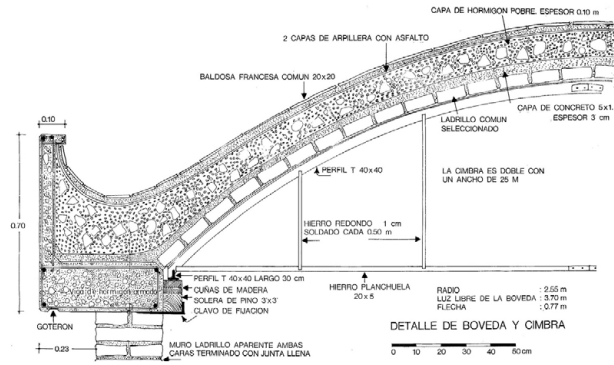


Fig. 213

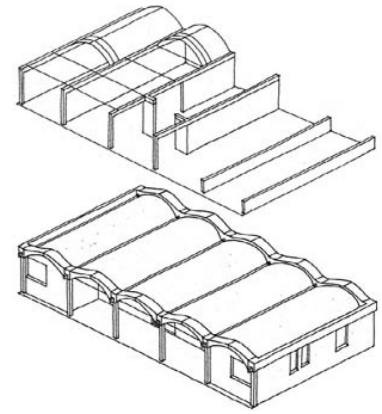


Fig. 214

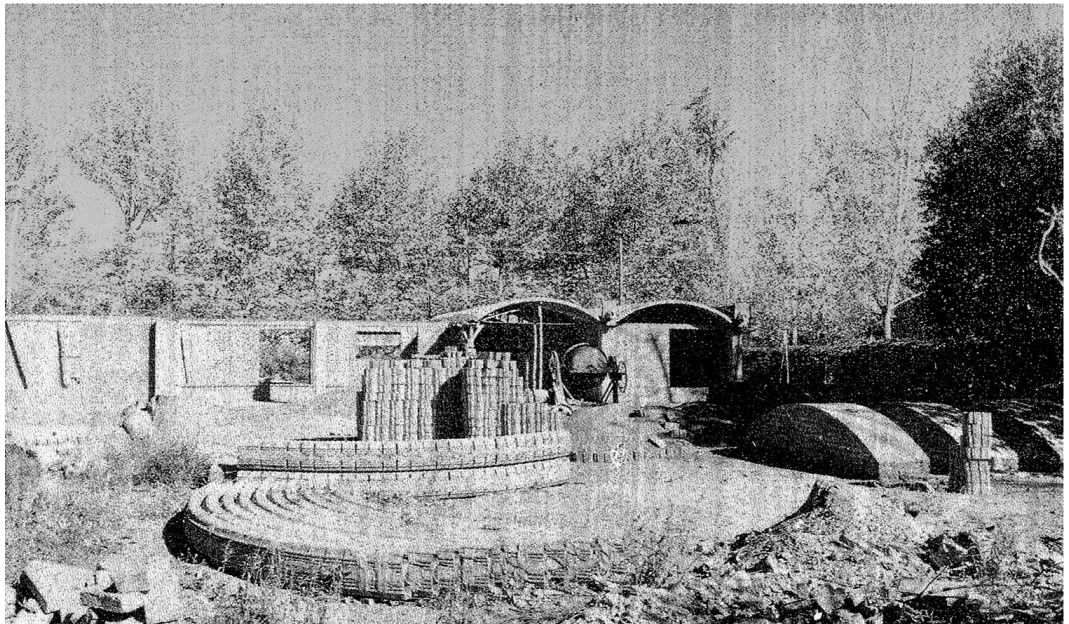


Fig. 215

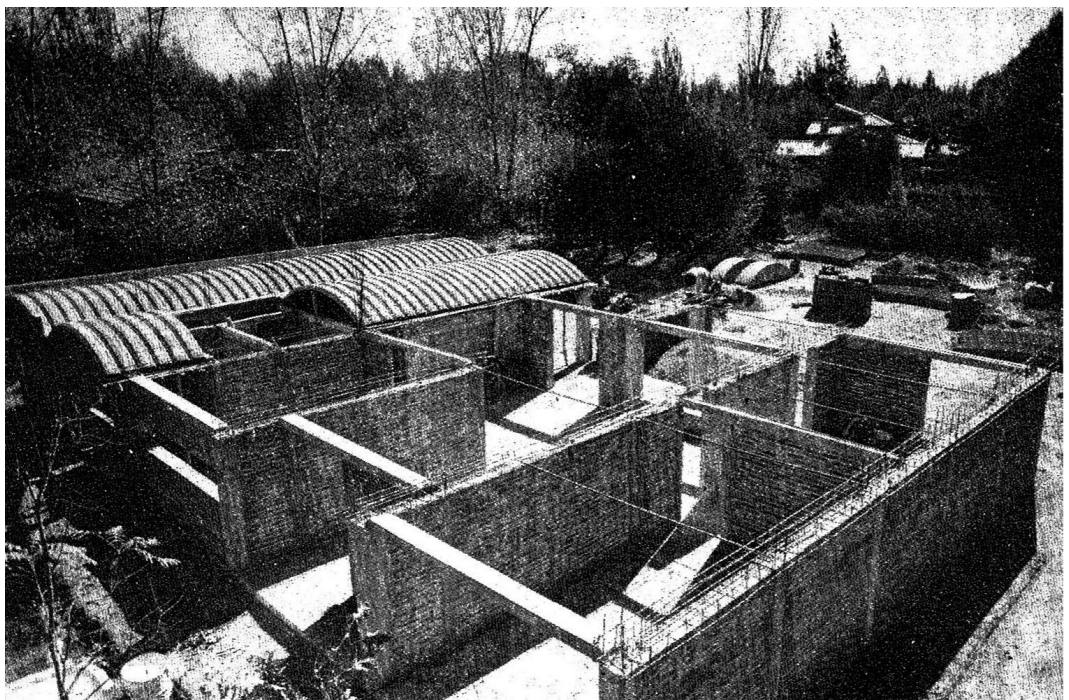


Fig. 216

Fig. 213 Sección de la bóveda prefabricada de Eduardo Sacriste.

Fig. 214 Esquema estructural de la Casa Carrieri (1961).

Fig. 215 Fotografía de la construcción de la Casa Carrieri (1961).

Fig. 216 Fotografía de la construcción de la Casa Carrieri (1961).

Para concluir con el ensayo hablaremos del desarrollo que se hizo de la técnica en México, donde el arquitecto Carlos González Lobo patenta el sistema CGL-2, mejorando el empleado en Argentina mediante la reducción del peso de los elementos prefabricados.

4.7.4 México (1970-2000)

En la década de los 60 y 70, ante la dura situación económica de Latinoamérica donde la precariedad se acentúa y el acceso a una vivienda digna es imposible para las clases más desfavorecidas, surge la figura de Carlos González Lobo (1939-), nacido en la Ciudad de México. Estudió arquitectura en la Universidad Nacional Autónoma de México y es allí donde conoció al profesor Antonio Pastrana y Ochoa (1913-1967),¹⁴² quien le enseñó a proyectar para los intereses de las clases populares. Otro de los factores que marcaría su obra y pensamiento social es la situación que se da en el resto de Latinoamérica, donde empiezan a surgir los primeros sistemas de autoconstrucción dirigidos hacia la población con menos recursos.¹⁴³

La arquitectura que finalmente termina desarrollando Carlos González Lobo va dirigida a reivindicar el derecho que tienen los necesitados a una vivienda digna. Se describe como "apropiada y apropiable": apropiada para la clase social a la que va dirigida, empleando materiales baratos y de fácil acceso, y apropiable fácilmente por el usuario, quien se convierte en constructor de su propia casa, gracias a una técnica que no necesita cualificación.¹⁴⁴

En 1958 González Lobo crea su primer método de autoconstrucción, que trata de bóveda de hormigón armado sin cimbra, que se denominó CGL-1. Veintidós años después, en 1980 patenta el sistema CGL-2 o comúnmente conocido como las bóvedas prefabricadas de barro armado, técnica en la que nosotros nos vamos a centrar. El propio arquitecto reconoce que la inspiración para crear este método son las obras de Gaudí y Dieste.¹⁴⁵

"Este método constructivo me lo sugirieron los trabajos de A. Gaudí en la escuelita de la Sagrada Familia, y la obra del Ing. Eladio Dieste en el Uruguay."

González Lobo, C., "Por una arquitectura apropiada y apropiable", en *Informes de la Construcción*, 1987, Vol. 39, núm. 391, p. 82.

El sistema de construcción CGL-2 parte la bóveda por la mitad y divide la sección en 3 partes para que sea más fácil su construcción [Fig. 217]. Tras el corte de ésta, surgen dos brazos laterales, a los cuales llamamos dovelas, y una parte central o clave, fabricada en hormigón armado. Para reducir el peso de las primeras, se separan en fragmentos a lo largo de la directriz del

142.- Antonio Pastrana y Ochoa (1913-1967) oriundo de México. Fue profesor de arquitectura en la Universidad Nacional Autónoma de México. Poseía una visión muy particular de la arquitectura como sistema agitador de la sociedad capaz de cambiar la concepción de la ciudad desde la pequeña escala. Construyó varias viviendas donde destaca el funcionalismo y la adaptabilidad climatológica, concepto que el propio Pastrana acuñaría como "habitacional-rural". El proyecto más importante del arquitecto fue El gimnasio de la Ciudad Universitaria, que no se llegó a construir. González Ortiz, H., "Carlos González Lobo. Caminos hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la arquitectura.", p. 43-48

143.- González Ortiz, H., "Arquitectura en precario. La propuesta de Carlos González Lobo.", en *Ciencia Ergo Sum*, 2004, vol. 11, núm. 1, pp. 117-122.

144.- González Lobo, C., "Por una arquitectura apropiada y apropiable.", en *Informes de la Construcción*, 1987, vol. 39, núm. 391, p. 74-75.

145.- *Ibid.*, p. 73.

abovedamiento.¹⁴⁶

Para formar estos elementos, primero se dibuja la sección de la bóveda en el suelo y sobre ella se construye un molde, también llamado "burro". Una vez que se haya obtenido éste, podemos construir sobre él las dovelas. Éstas se componen de dos hileras de tabiques o tabicones, dejando un espacio intermedio de 4 cm donde se aloja una varilla, permitiendo así la conexión con el arranque y con la clave del centro de la bóveda. Entre las diferentes filas de la dovela, se deja un espacio de 3 cm donde se colocará otros tres hilos de acero retorcido, que permitirán el empalme entre ellas a lo largo de la bóveda [Fig. 218].¹⁴⁷

Tras seis días de fraguado, se puede empezar a construir el resto del abovedamiento. Una vez se realizan las uniones entre las diferentes piezas gracias a los hilos y las varillas, se coloca una malla electro-soldada sobre la bóveda y se vierte cemento, creando una capa de 3 cm que terminará de unificar todo el conjunto [Fig. 219].¹⁴⁸



Fig. 217

Fig. 217 Esquemas de González Lobo para explicar el origen del sistema CGL-2.

Fig. 218 Esquemas de González Lobo para explicar la construcción de las dovelas en el sistema CGL-2.

Fig. 219 Esquemas de González Lobo para explicar el montaje de las bóvedas construidas con el sistema CGL-2.

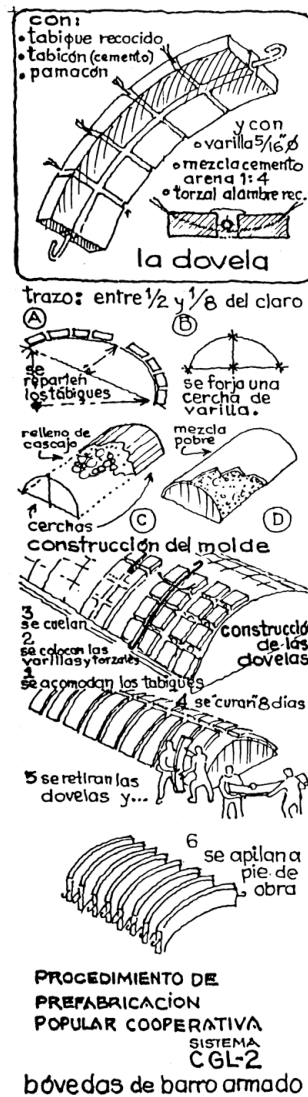


Fig. 218

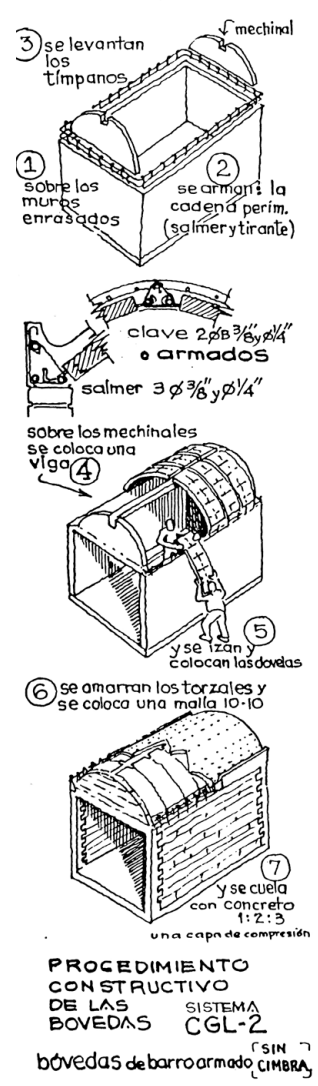


Fig. 219

146.- *Ibíd.*, p. 82.

147.- *Ibíd.*, p. 83.

148.- *Ibíd.*, p. 84.

En 1991 tras el desbordamiento del Río Fuerte en la ciudad de Sinaloa (México), los poblados ubicados en la ribera del río quedaron devastados, por lo que se inició un plan de reubicación para las poblaciones afectadas por la catástrofe. González-Lobo participó en la mejora del prototipo de vivienda que se iba a implantar en el nuevo emplazamiento.¹⁴⁹

Originalmente, el proyecto contaba con casas de 3.5 x 6.5 m, con una altura máxima de 2.25 m y una cubierta de losa de hormigón armado. Con la intervención del arquitecto, se sustituyó este elemento de cubrimiento por el sistema CGL-2 [Fig. 220-223]. Con la nueva técnica, se disminuyó tanto la cantidad de acero como de hormigón armado empleados en obra, reduciendo así el presupuesto de la construcción. Gracias al ahorro se pudieron ampliar las viviendas, agregando un cuarto de baño más a cada una. Entre 1991 y 1992, se habían conseguido realojar a 1.400 familias, gracias a la rapidez del método constructivo CGL-2, que permitió la colaboración de toda la comunidad.¹⁵⁰

Al mismo tiempo que se construían las unidades residenciales, se estaba ejecutando la escuela de la comunidad [Fig. 224-225], donde también se utilizó el CGL-2 para cubrir el edificio. El proyecto aprovechó los moldes empleados en las casas, modulando el espacio al ancho de la vivienda. El centro educativo se compuso de 6 aulas de 8 x 9 m, con un patio central de 12 x 18 m pensado para las actividades culturales de éste. El lateral oeste se cierra con los despachos de los profesores, la biblioteca y los servicios.¹⁵¹

Enfrente del espacio de recreo, se ubican los aseos del edificio [Fig. 226], que poseen una planta circular y una cubierta de doble curvatura. Para construirla, se cambiaron de posición las dovelas, colocando la clave en la parte inferior y dejando los laterales apoyados sobre pilares de hormigón, creando así una sección en V. El deseo de innovación en la obra estaba reflejado por la necesidad de una ventilación natural, que evitará malos olores en el interior de los baños.¹⁵²

149.- González Ortiz, H., *“Carlos González Lobo. Caminos hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la arquitectura.”*, p. 200.

150.- *Ibíd.*, p. 201-203.

151.- *Ibíd.*, p. 205-209.

152.- *Ibíd.*, p. 210-213.



Fig. 220



Fig. 221

Fig. 220 Fotografía durante la construcción de las dovelas.

Fig. 221 Fotografía de las dovelas sobre el burro.

Fig. 222 Fotografía de la construcción de las viviendas para los damnificados por el desbordamiento del Rio Fuerte (1991).

Fig. 223 Fotografía de las viviendas para los damnificados por el desbordamiento del Rio Fuerte (1991).



Fig. 222



Fig. 223

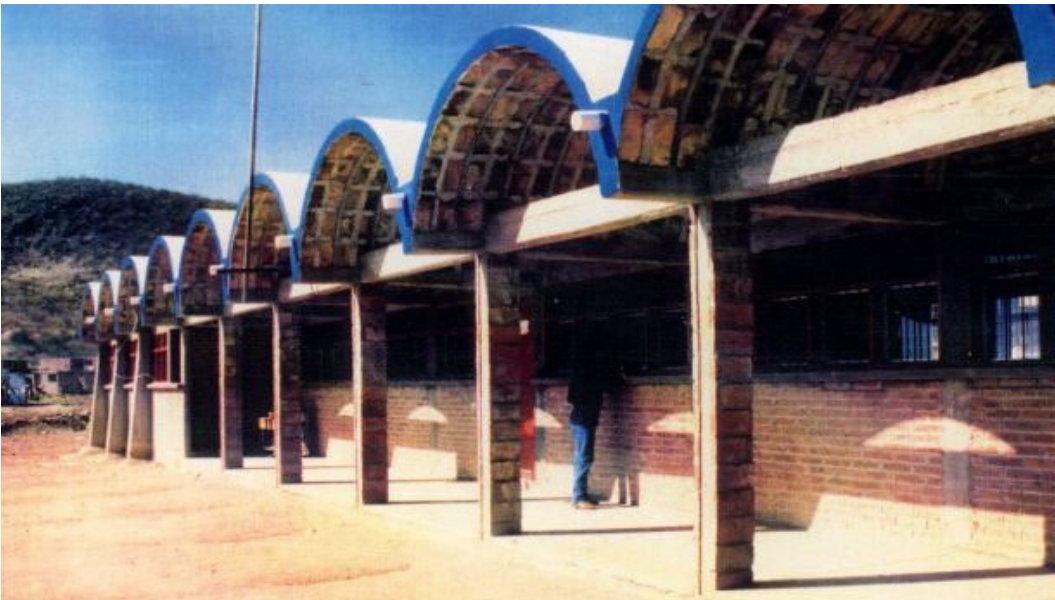


Fig. 224



Fig. 225

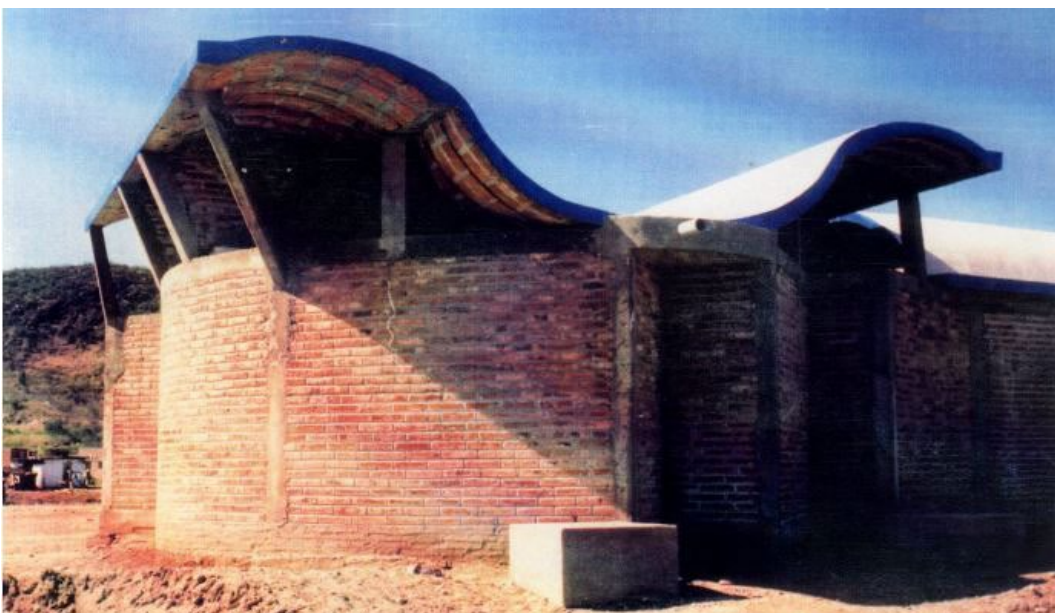


Fig. 226

Fig. 224 Fotografía exterior de la Escuela de la comunidad de damnificados por el desbordamiento del Rio Fuerte (1991).

Fig. 225 Fotografía interior de la Escuela de la comunidad de damnificados por el desbordamiento del Rio Fuerte (1991).

Fig. 226 Fotografía exterior de los aseos de la Escuela de la comunidad de damnificados por el desbordamiento del Rio Fuerte (1991).

Tras finalizar la investigación, podemos entender por qué la bóveda tabicada se ha convertido en un elemento sin fronteras. La principal causa es su sencillez de medios, ya que, sin el empleo de métodos auxiliares para la construcción, el coste de producción es menor, convirtiéndola en la técnica más empleada en tiempos de austeridad. Este hecho puede apreciarse de forma más clara durante la segunda mitad del siglo XX, donde el sistema tabicado renace para la reconstrucción de los edificios destruidos por la Guerra Civil española o, en el caso de Alemania, tras la II Guerra Mundial. Con la misma actitud se afianza en Latinoamérica, donde el método se desarrolla creando técnicas asequibles para las clases más desfavorecidas.

Si bien la supresión de los medios auxiliares para la ejecución de una bóveda tabicada es una virtud, debemos tener claro que ésta implica una destreza constructiva. La mano de obra especializada es muy importante en la realización de un abovedamiento. A lo largo de los dos últimos siglos, podemos observar como la arquitectura pierde calidad en aquellas zonas donde la mano de obra es poco cualificada. Quizás el ejemplo más claro sea México, donde el sistema queda al servicio de los campesinos para poder crear viviendas económicas, pero con acabados robustos y toscos dada la inexperiencia de éstos.

Otra de las características que hacen de la bóveda tabicada un sistema global es su resistencia al fuego, que permite crear edificios ignífugos. Gracias a ello, los abovedamientos tabicados se hicieron un hueco en la arquitectura americana a finales del siglo XIX, bajo la imagen de la *Guastavino fireproof Construction Company*.

Al observar la arquitectura desarrollada en los siglos XIX y XX, podemos ver como esta técnica se ha ido adaptando a diferentes modas, lo que sigue demostrando la gran versatilidad del sistema. Con el paso del tiempo y gracias a las obras de Guastavino y los arquitectos modernistas, el método tabicado generó un estilo propio donde la cerámica vista toma todo el protagonismo.

Sus características le han hecho tener vigencia también en el siglo XXI, resurgiendo con un corte ecológico-económico, dada la situación global del

planeta. Los estudios realizados por Sacriste y que se pueden consultar en el artículo *“Arquitectura y construcción tabicada en torno a Eduardo Sacriste”* (citado en esta bibliografía), demuestran el poco impacto medioambiental del sistema tabicado. En la actualidad se utiliza como técnica constructiva en los poblados más desfavorecidos de África. No obstante, su estética y su “banda verde” no han pasado desapercibidas y algunos de los estudios más reconocidos la han aplicado a sus proyectos. Es el caso de la Fundación Norman Foster en un proyecto piloto de Hangares para Drones [Fig. 1] en Ruanda (África).

De esta forma, sería lógico pensar que en el futuro la escasa huella ambiental y el bajo coste de este método fueran características muy valoradas. Esto podría traducirse en el aumento de su uso en países subdesarrollados, así como en la reconstrucción de las zonas devastadas por las guerras. Una de las grandes regiones donde sería posible que las bóvedas tabicadas tuvieran una mejor acogida es el continente africano, ya que éstas permitirían consolidar los nuevos poblados para refugiados de forma rápida y económica. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo su empleo podría darse en mayor medida en la arquitectura singular, donde su estética artesanal y versatilidad formal cobrarían más importancia al dotar de exclusividad a la obra.

Bajo el punto de vista que defiende este trabajo, en el futuro perdurará la técnica, es decir, que continuarán ejecutándose abovedamientos ligeros con paralelepípedos colocados de base. No obstante, debido al avance de la tecnología y al interés general de crear un mundo más sostenible, se considera que se producirán cambios en el material, surgiendo así piezas que no requieran de combustión para su creación y elementos ligeros generados mediante impresión 3D. Por último, cabe decir que, a causa de los motivos anteriormente mencionados, podrían empezar a comercializarse sistemas prefabricados con los que realizar autoconstrucciones de espacios modulados, consiguiendo así que la bóveda tabicada vuelva a adaptarse a las necesidades de nuestro tiempo, como lleva haciendo desde hace siglos.

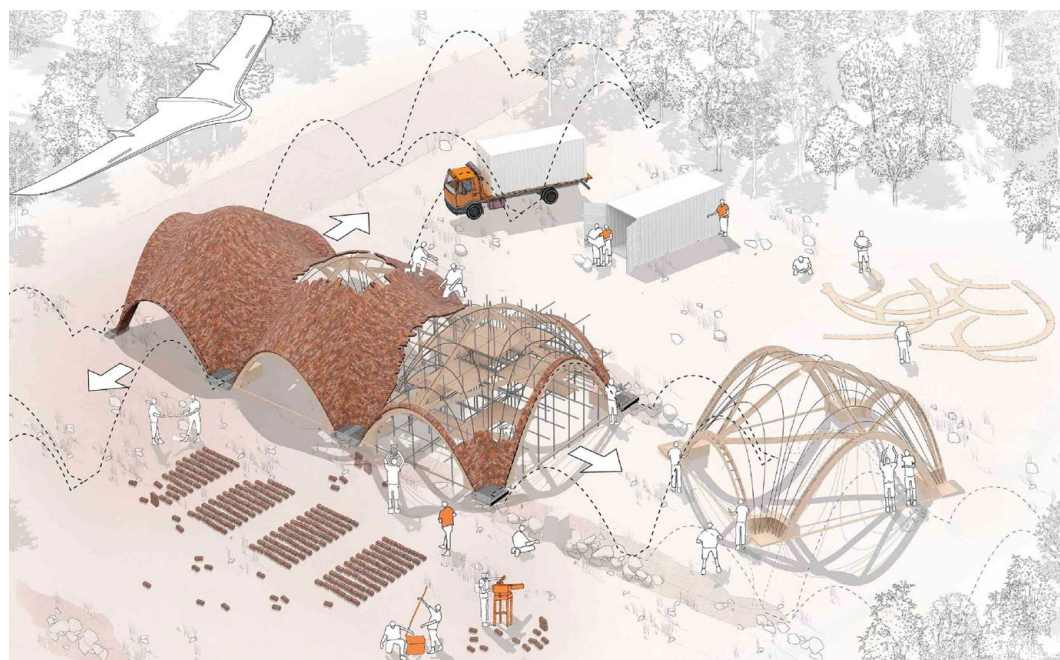
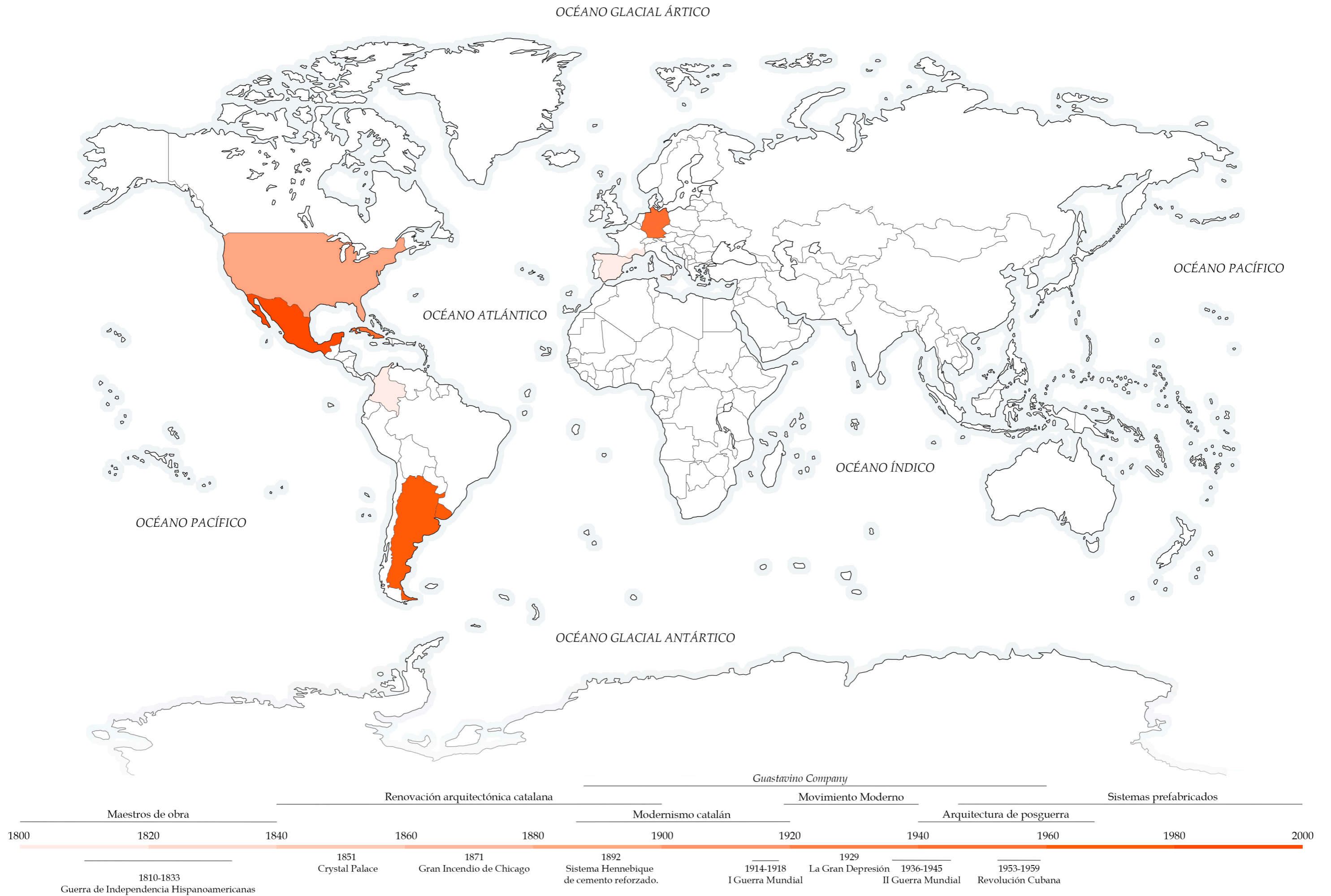


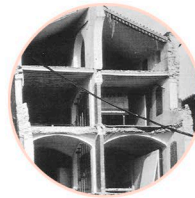
Fig. 1 Axonometría del proyecto Hangares para África de la Fundación Norman Foster.

Fig. 1

*A*nexo



1800



1823 Casa de la Caridad (Barcelona)

1820

1840



1855 Fábrica La Blanca (Manresa)

1860



1868 Fábrica Batlló Hermanos (Barcelona)

1880



1889 Biblioteca Pública de Boston

1900



1914 Parque Güell (Barcelona)



1910 Cúpula de San Juan el Divino (Nueva York)

1920



1934 Viviendas de Alquiler Calle Padua (Barcelona)

1940



1952 Iglesia de la Atlántida (Montevideo)



1961 Escuelas Nacionales de Arte de la Habana

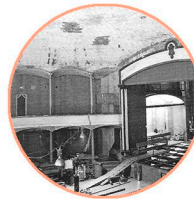
1960



1871 Universidad Literaria de Barcelona



1854 Masia Can Arús (Llobregat)



1881 Teatro de la Massa (Vilassar de Dalt)



1895 Baltimore Estate (Carolina del Norte)



1909 Fábrica Aymerich, Amat Jover (Tarrasa)



1919 Cooperativa La Gandesa (Tarragona)



1935 Viviendas en el Garraf



1947 Bloque de viviendas Virgen del Pilar (Madrid)



1961 Casa Carrieri (Tucumán)



1969 Iglesia Santa María Madre de la Iglesia (Madrid)

1980



1991 Viviendas para los damnificados del Rio Fuerte (Sinaloa)

2000

Bibliografía

Libros y publicaciones

Universidad de Barcelona. (1970). *Anuario del curso 1969-1970*.

de las Casas, A. Huerta, S. Rabasa, E. (Eds.). (1996). *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996*. Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera y CEHOPU.

Huerta, S. (Ed.). (2000). *Las bóvedas de Guastavino en América*. Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera.

Graciani, A. Huerta, S. Rabasa, E. Tabales, M. (Eds.). (2000). *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla 26-28 de octubre de 2000*. Madrid: Editoriales Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de Sevilla.

Sambricio, C. (2003). *Un siglo de vivienda social (1903-2003)*. Madrid: Editorial Nerea.

Truñó, Á. (2004). *Construcción de bóvedas tabicadas*. Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera.

Huerta, S. (2004). *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Barcelona: Editorial Instituto Juan de Herrera.

Huerta, S. (Ed.). (2006). *Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura de Rafael Guastavino*. Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera.

Arenillas, M. Segura, C. Bueno, F. Huerta, S. (Eds.). (2007). *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007*. Madrid: Editoriales Instituto Juan de Herrera, SEdHC, CICCPC, CEHOPU.

Loren, M. (Ed.). (2008). *Guastavino CO. La reinvenió de l'espai públic a New York*. Valencia: Editorial Consorcio de Museos de la Comunidad Valenciana.

Huerta, S. Marín, E. Soler, R. Zaragoza, A. (Eds.). (2009). *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 21-24 octubre 2009*. Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera.

Marín, R. Soler, R. Zaragoza, A. (Eds.). (2012). *Construyendo bóvedas tabicadas. Actas del simposio internacional sobre bóvedas tabicadas, Valencia 16.17 y 28 de mayo de 2011*. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

Ochsendorf, J. (2014). *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. Barcelona: Editorial Papersdoc y Ayuntamiento de Barcelona.

Huerta, S. Fuentes, P. (Eds.). (2015). *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 octubre de 2015*. Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera.

Huerta, S. Fuentes, P. Gil Crespo, I. (Eds.). (2017). *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Madrid: Editorial Instituto Juan de Herrera.

Trabajos fin de estudio

González Ortiz, H. (2002). *Carlos González Lobo. Caminos hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la arquitectura.* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Azpilicueta Astarloa, E. (2004). *La Construcción de la Arquitectura de Postguerra en España (1939-1962).* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España.

Arjona Borrego, J M^a. (2011). *1954-Les cases barates de Vila-roja. Memòria d'una desaparició anunciada i les Claus del seu valor històric.* (Tesis de maestría). Universidad de Gerona, Gerona, España.

López López, D. (2012). *Análisis estructural de bóvedas tabicadas. Estudio histórico, analítico y experimental para la determinación de la influencia en la resistencia y estabilidad de bóvedas tabicadas de diferentes variables constructivas* (Tesis de maestría). Escuela de Arquitectura del Vallés, Barcelona, España.

Pizarro Juanas, M^o J. (2012). *En el límite de la arquitectura-paisaje. Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana.* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España.

Redondo Martínez, E. (2013). *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España.

de Coca Leicher, J. (2013). *El recinto ferial de La Casa de Campo de Madrid (1950-75).* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España.

García Ovies, A. (2015). *El pensamiento creativo de Fernando Higueras.* (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España.

Artículos

Moya Blanco, L. (1943). *Casas abovedadas en el barrio de Usera. Construcción por la Dirección General de Arquitectura. RNA: revista nacional de arquitectura.* (14). p. 52-57.

Moya Blanco, L. Martínez Feduchi, L. (1943). *Proyecto de edificio destinado a Museo de América. RNA: revista nacional de arquitectura.* (24). p. 52-57.

Fisac, M. (1948). *Iglesia del Espíritu Santo, en Madrid. RNA: revista nacional de arquitectura.* (78). p. 199-206.

Aburto, R. (1948). *Granja-Escuela en Talavera de la Reina. RNA: revista nacional de arquitectura.* (80). p. 299-306.

Cabrero Torres-Quevedo, F. (1948). *Residencia de Trabajadores en San Rafael. RNA: revista nacional de arquitectura.* (80). p. 317-320.

Bosch Reitzg, I. (1949). *La Bóveda vaída tabicada. RNA: revista nacional de arquitectura.* (89). p. 185-199.

de Miguel, C. (1949). *Casa del Pescador en Cartagena. RNA: revista nacional de arquitectura.* (89). p. 200-206.

- Ruiz Ruiz, J. Asís Cabrero, F.** (1950). *I Feria Nacional del Campo*. RNA: revista nacional de arquitectura. (103). p. 305-318.
- González Lobo, C.** (1987). *Por una arquitectura apropiada y apropiable*. Informes de la Construcción. 39 (391). p. 71-91.
- Martínez Moreno, J.M.** (1988). *La exposición mundial colombina de Chicago, 1893*. Boletín de la Real Academia Sevillana de Buenas Letras: Minervae Baeticae. (16). p. 153-168.
- Cabeza, J. Almodóvar, J.** (1996). *Las bóvedas de cerámica armada en la obra de Eladio Dieste. Análisis y posibilidades de adaptación a las condiciones constructivas españolas*. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid. Vol. 1. p. 135-142.
- Brufau, R.** (1999). *Las bóvedas gausas*. DPA: documents de projectes d'arquitectura. (15). p. 18-25.
- Redondo Martínez, E.** (2000). *Las patentes de Guastavino & Co. en Estados Unidos (1885-1939)*. Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla 26-28 de octubre de 2000. Vol. 2. p. 895-905.
- García-Gutiérrez Mosteiro, J.** (2003). *Asís Cabrero y Las Viviendas en La Colonia Virgen del Pilar*. Un siglo de vivienda social (1903-2003). p. 298-299.
- González Ortiz, H.** (2004). *Arquitectura en precario. La propuesta de Carlos González Lobo*. Ciencia Ergo Sum. 11 (1). p. 117-124.
- Ares Álvarez, Ó.** (2004). *Gatepac. Casas de fin de semana, entre la tradición y la máquina*. DC PAPERS: revista de crítica y teoría de la arquitectura. (11). p. 116-128.
- Mas Guindal, A. Adell, J M^a.** (2005). *Eladio Dieste y la cerámica estructural en Uruguay*. Informes de la Construcción. 56 (496). p. 13-23.
- Ochsendorf, J.** (2005). *Los Guastavino y la bóveda tabicada en Norteamérica*. Informes de la Construcción. 56 (496). p. 57-65.
- Rodríguez García, A. Hernando de la Cueva, R.** (2007) *La bóveda tabicada y el movimiento moderno español*. Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007. Vol. 2. p. 763-774.
- Forte Luna, M.** (2009). *Origen de la bóveda tabicada*. En Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 21-24 octubre 2009. Vol. 1. p. 491-500.
- Ramón Graells, A. Rodríguez Pedret, C.** (2010). *El GATEPAC y la Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona*. A: Congreso DOCOMOMO Ibérico. p. 115-121.
- García, J. González, J. Losada, C.** (2012). *Arquitectura y construcción tabicada en torno a Eduardo Sacriste*. Informes de la Construcción. 64 (525). p. 35-50.
- Pizarro Juanas, M^a J. Rueda Jiménez, Ó.** (2013). *Una nueva expresividad de las bóvedas tabicadas*. Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. Arquitectura y Urbanismo. XXXIV (1). p. 73-86.
- García, J. Beltrán, M^a d Á.** (2014). *La prefabricación de bóvedas de ladrillo. Una utopía latinoamericana*. Rita: revista indexada de textos académicos. (2). p. 92-99.
- Tabera Roldán, A.** (2015). *El bagaje europeo de Antonio Bonet para Argentina: el manifiesto austral*. En RA: revista de arquitectura, 17. p. 27-32.

de Coca Leicher, J. (2015). *Al límite de la tradición. La arquitectura moderna en las bóvedas de la Feria del Campo, Madrid 1950. Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 octubre de 2015.* Vol. 1. p. 461-470.

Jiménez Jiménez, J. (2015). *Rafael Aburto y el Grupo José Antonio de Quintanar de la Orden. La utilización de la bóveda tabicada como alternativa constructiva. Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 octubre de 2015.* Vol. 2. p. 863-873.

López García, E. (2015). *La mediterraneidad en la obra de Le Corbusier. La bóveda catalana lecorbuseriana: Influencia y evolución. En Actas del Congreso Internacional Le Corbusier, 50 años después. Valencia 18-20 de noviembre de 2015.* p. 1-12.

Bühler, D. (2017). *La constructora ``Hermanos Rank`` y la introducción de las bóvedas tabicadas en Múnich a partir de 1947. Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017.* Vol. 1. p. 215-224.

Huerta, S. (2017). *Las bóvedas tabicadas en Alemania: la larga migración de una técnica constructiva. Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017.* Vol. 2. p. 760-772.

Audiovisuales

Luque, A. (Productor). (2016, abril 15). *Imprescindibles: El arquitecto de Nueva York (Rafael Guastavino).* (Documental). Radio televisión española.

Procedencia de imágenes

Capítulo I

Fig. 1, 2. López, D; Van Mele, T; Block, P; *The combination of tile vaults with reinforcement and concrete.* p. 3.

Fig. 3, 4 Baúl de arquitectura. *Construyendo la grandeza de un imperio: las bóvedas de hormigón romanas I.* <https://bauldearquitectura.wordpress.com/2014/12/28/construyendo-la-grandeza-de-un-imperio-las-bovedas-de-hormigon-romanas-i/>

Fig. 5 Martínez Fernández, R; *Sistemas económicos de techado con bóvedas de fábrica: bóveda Nubia y bóveda recargada mexicana.* En *Construcción con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2010/2011.* Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. p. 92.

Fig. 6, 7 Soler Cervantes, M; *La Torre de Romilla en el Soto de Roma (Chauchina-Granada).* http://www.culturandalucia.com/GRANADA/La_Torre_Romilla/La_Torre_Romilla_en_el_Soto_de_Roma_Chauchina_Granada.htm

Fig. 8 Elaboración propia.

Fig. 9 Elaboración propia.

Fig. 10 Redondo Martínez, E; *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo.* p. 25.

Fig. 11 Fortea Luna, M; *Origen de la bóveda tabicada.* En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 21-24 octubre 2009.* p. 496.

Capítulo II

Fig. 1, 2 Elaboración propia.

Fig. 3 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América.* p. 59.

Fig. 4, 6 Truño, Á; *Construcción de bóvedas tabicadas.* p. 18.

Fig. 5 Truño, Á; *Construcción de bóvedas tabicadas.* p. xiv.

Fig. 7 Truño, Á; *Construcción de bóvedas tabicadas.* p. 183.

Fig. 8 Elaboración propia.

Fig. 9 Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural.* p. 61.

Fig. 10 McShea, M; *East Boston High – R. Guastavino and Son – 1899.* <http://newyorkandstuff.blogspot.com/2014/11/east-boston-high-r-gaustavino-and-son.html>

Fig. 11 Elaboración propia.

Fig. 12 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América.* p. 94.

Fig. 13 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América.* p. Álbum lamina 10.

Fig. 14-16 Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural.* p. 169.

Capítulo III

Fig. 1 Cartuja de Vall de Cristo (Wikipedia). https://es.wikipedia.org/wiki/Cartuja_de_Vall_de_Cristo

Fig. 2, 3 Serra Desfilis, A; Miquel Juan, M; *La Capilla de San Martín en la Cartuja de Valldecris: construcción, devoción y magnificencia.* En *Revista Ars Longa.* p. 70.

Fig. 4 Google Imágenes. https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fu01.appmifile.com%2Fimages%2F2018%2F09%2F25%2F7fae54f7-f1da-4c68-9dc2-18684a3a7cfd.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fc.mi.com%2Fthread-1609810-1-0.html&docid=VoRN0S-hz_SRUM&tbnid=4SJeSs-x9r6HZM%3A&vet=10ahUKEwiHlsKN8sjkAhUk2uAKHYQRBqoQMwgrKAAwAA..i&w=4000&h=3000&hl=es&bih=657&biw=1366&q=arch&ved=0ahUKEwiHlsKN8sjkAhUk2uAKHYQRBqoQMwgrKAAwAA&iact=mrc&uact=8

- Fig. 5, 6** Redondo Martínez, E; *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo*. p. 37, 40.
- Fig. 7** Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iglesia_de_los_Juanes,_Valencia,_Espa%C3%B1a,_2014-06-30,_DD_111.JPG
- Fig. 8** Patrimonio Cultural, Generalitat de Cataluña. <http://patrimoni.gencat.cat/es/coleccion/universidad-de-cervera>
- Fig. 9, 10** Barcelona Film Commission, Castell de Sant Ferran. <http://www.bcncatfilmcommission.com/es/location/castell-de-sant-ferran>
- Fig. 11, 12** Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 23.
- Fig. 13** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 227.
- Fig. 14** Truñó, Á; *Construcción de bóvedas tabicadas*. p. xxxiii.
- Fig. 15, 16** *Ibíd.* p. xxxii.
- Fig. 17, 18** Redondo Martínez, E; *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo*. p. 192.
- Fig. 19** Universidad de Barcelona; *Anuario del curso 1969-1970*. p. 7.
- Fig. 20** *Ibíd.* p.16.
- Fig. 21** *Ibíd.* p.15.
- Fig. 22, 23** *Ibíd.* p.8.
- Fig. 24, 25** Redondo Martínez, E; *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: La transformación de un sistema constructivo*. p. 173.
- Fig. 26** *Ibíd.* p. 172.
- Fig. 27** *Ibíd.* p. 193.
- Fig. 28** Casetas de Volta: Arquitectura rural dispersa y temporera del secano litoral. p. 3.
- Fig. 29** *Ibíd.* p. 8.
- Fig. 30** Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 26.
- Fig. 31** *Ibíd.* p. 32.
- Fig. 32** *Ibíd.* p. 30.
- Fig. 33** *Ibíd.* p. 29.
- Fig. 34** *Ibíd.* p. 28.
- Fig. 35, 36** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 228.
- Fig. 37** Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 36.
- Fig. 38** *Ibíd.* p. 35.
- Fig. 39** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 206.
- Fig. 40, 41** *Ibíd.* p. 275.
- Fig. 42, 43** Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 39.
- Fig. 44** Oi REALTOR, El 48 Open House Barcelona abre sus puertas. <https://www.oirealtor.com/noticias-inmobiliarias/el-48h-open-house-barcelona-abre-sus-puertas/>
- Fig. 45** Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 56.
- Fig. 46, 47** *Ibíd.* p. 54.
- Fig. 48** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 96.
- Fig. 49** Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 56.
- Fig. 50, 51** *Ibíd.* p. 57.
- Fig. 52, 53** *Ibíd.* p. 67.

Fig. 54 Wikipedia https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Weltausstellung-chicago_brockhaus.jpg

Fig. 55 Wikipedia https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Looking_West_From_Peristyle%2C_Court_of_Honor_and_Grand_Basin%2C_1893.jpg

Fig. 56 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 260.

Fig. 57 Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 73.

Fig. 58 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 167.

Fig. 59, 60 Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 76.

Fig. 61 *Ibíd.* p. 77.

Fig. 62 *Ibíd.* p. 76.

Fig. 63, 64 *Ibíd.* p. 81.

Fig. 65 *Ibíd.* p. 86.

Fig. 66 *Ibíd.* p. 83.

Fig. 67 *Ibíd.* p. 82.

Fig. 68 *Ibíd.* p. 83.

Capítulo IV

Fig. 1 Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 95.

Fig. 2 Taringa. https://www.taringa.net/+imagenes/estas-si-que-no-las-has-visto-fotos-de-acontecimientos-hist_g9j9c

Fig. 3 untapped cities. <https://untappedcities.com/2018/03/16/join-us-for-the-subway-a-talk-at-museum-of-the-city-of-new-york/>

Fig. 4 Architectural Digest. 9 Dazzling Tiled Archways Devised by Rafael Guastavino. <https://www.architecturaldigest.com/gallery/guastavino-tile-arches>

Fig. 5 DiSanto, Ch; *La restauración de las bóvedas cerámicas de Guastavino en el puente de Queensboro*. En *Revista LOGGIA*. nº 20. p. 46.

Fig. 6 Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 102.

Fig. 7 *Ibíd.* p. 103.

Fig. 8 *Ibíd.* p. 153.

Fig. 9 Rochester Subway. <http://www.rochestersubway.com/topics/2010/11/rochesters-old-railroad-stations/>

Fig. 10 Rafael Guastavino's universe. <https://thebeardedbutler.co.uk/rafael-guastavino-s-universe/>

Fig. 11 Loren Méndez, M; *La obra de la compañía Guastavino en Nueva York. Su actualidad y restauración*. En *Revista LOGGIA*. nº 20. p. 33.

Fig. 12, 13 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 192.

Fig. 14 *Ibíd.* p. 193.

Fig. 15 *Ibíd.* p. 192.

Fig. 16, 17 *Ibíd.* Álbum lamina 38.

Fig. 18 The phora. <http://www.thephora.net/forum/showthread.php?t=112432>

Fig. 19 Ochsendorf, J; *Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla estructural*. p. 137.

Fig. 20 The phora. <http://www.thephora.net/forum/showthread.php?t=112432>

Fig. 21 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 167.

Fig. 22 Elaboración propia.

Fig. 23 La Rambla. <https://www.laramblabarcelona.com/exposicion-universal-de-1888/expo-1888-1/>

- Fig. 24** Wikipedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Expo_Barcelona_1888.jpg
- Fig. 25** Flickr. <https://www.flickr.com/photos/wikimapa/4404790034>
- Fig. 26** Catalunya. <http://www.catalunya.com/ruta-del-modernisme-domenech-i-montaner-24-1-10?language=ca>
- Fig. 27** Wikiarquitectura. <https://en.wikiarquitectura.com/building/palace-of-catalan-music/#>
- Fig. 28** Catalunya. <http://www.catalunya.com/ruta-del-modernisme-domenech-i-montaner-24-1-10?language=ca>
- Fig. 29** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 231.
- Fig. 30** Wikiarquitectura. <https://en.wikiarquitectura.com/building/palace-of-catalan-music/#>
- Fig. 31, 32** A contracorrent. <https://carlesquerol.wordpress.com/2016/11/30/el-fons-fotografic-de-codorniu-del-primer-terc-del-segle-xx-a-labast-de-tothom/>
- Fig. 33** Aspic. <https://aspic.es/en/cavas-de-codorniu-un-monumento-historico-artistico/>
- Fig. 34** Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Caves_Codorniu_\(Sant_Sadurn%C3%A9_D_d%27Anoia\)_-_68.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Caves_Codorniu_(Sant_Sadurn%C3%A9_D_d%27Anoia)_-_68.jpg)
- Fig. 35** Rovira Pey, J; *Aspectos constructivos puestos de manifiesto en la restauración del Parque Güell de Barcelona*. En *Informes de la Construcción*. vol. 42. núm. 408. p. 83.
- Fig. 36** *Ibíd.* p. 78.
- Fig. 37** Art Chist. <http://artchist.blogspot.com/2015/10/park-guel-in-barcelona-spain-by-antoni.html>
- Fig. 38** Park Güell. <https://parkguell.barcelona/ca/park-historic/mes-100-anys-historia>
- Fig. 39, 40** Art Chist. <http://artchist.blogspot.com/2015/10/park-guel-in-barcelona-spain-by-antoni.html>
- Fig. 41** Pinterest. <https://www.pinterest.ru/pin/517491813423151699/?autologin=true>
- Fig. 42, 43** Wikiarquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/cripta-de-la-colonia-guell/>
- Fig. 44** Casals Balagué, A; González Moreno-Navarro, J; *Gaudí y el misterio de la encarnación (Las incógnitas de la Cripta de la Colonia Güell)*. En *Informes de la Construcción*. vol. 42. núm. 408. p. 68.
- Fig. 45, 46** El arquitecto curioso. <http://arquitectocurioso.blogspot.com/2016/10/arquitectura-desconeguda-pavello-de.html>
- Fig. 47** Barcelona, ahora y siempre. <http://orgullosademicidad.blogspot.com/2014/07/sanatorio-antituberculoso.html>
- Fig. 48, 49** El arquitecto curioso. <http://arquitectocurioso.blogspot.com/2016/10/arquitectura-desconeguda-pavello-de.html>
- Fig. 50** Hidden Architecture. <http://hiddenarchitecture.net/torre-de-la-creu/>
- Fig. 51-53** Digital Cámara Lens. <https://www.digitalcameralens.com/Html/Articulos/Torre%20Gibert/Torre%20Gibert.htm>
- Fig. 54, 55** Catalunya. <http://www.catalunya.com/masia-freixa-17-16003-427?language=es>
- Fig. 56** Espais recobrats. <https://www.espaisrecobrats.cat/sociedad-general-de-electricidad-restaurant-viena/>
- Fig. 57, 58** Mi Blog de Art Nouveau. <http://isartnouveau.blogspot.com/2016/02/terrassa-barcelona.html?view=flipcard>
- Fig. 59** The Art Nouveau World. <http://art.nouveau.world/ex-sociedad-general-de-electricidad>
- Fig. 60** Jardins i Patrimoni. <https://jardinsipatrimoni.wordpress.com/2015/04/06/apunts-sobre-els-jardins-de-les-fabriques-saphil-jardins-del-patrimoni-industrial/>
- Fig. 61** Patrimoni industrial. <https://mnactec.cat/blog/patrimoni-industrial/la-imatge-de-la-setmana-21/>
- Fig. 62** Figueras Novella, M; *Propuesta de rehabilitación energética de la nave de exposiciones del "Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya"*. p. 22.

- Fig. 63** Pinterest. <https://www.pinterest.es/pin/469078117430142783/?lp=true>
- Fig. 64** Alchetron. <https://alchetron.com/Llu%C3%ADs-Muncunill-i-Parellada>
- Fig. 65** Figueras Novella, M; *Propuesta de rehabilitación energética de la nave de exposiciones del 'Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya'*. p. 19.
- Fig. 66** Pinterest. <https://www.pinterest.es/pin/241435230002940572/?lp=true>
- Fig. 67** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 150.
- Fig. 68** Diari de Tarragona. <https://www.diaridetarragona.com/ebre/Cent-anys-del-celler-modernista-de-Gandesa-20181119-0036.html>
- Fig. 69** Palau Moja. https://palaumoja.com/city_child/bodega-cooperativa-de-gandesa/?lang=es
- Fig. 70** El Món. https://elmon.cat/catalunyamagrada/llocs/celler-cooperatiu-gandesa_43267102.html
- Fig. 71** Catalunya. <http://www.catalunya.com/celler-cooperatiu-gandesa-17-14002-29?language=fr>
- Fig. 72** Elaboración propia
- Portada de AC nº 1: <https://issuu.com/faximil/docs/1931-ac-011>
- Portada de AC nº 12: <https://issuu.com/faximil/docs/1933-ac-12>
- Portada de Ac nº 25: <https://issuu.com/faximil/docs/1937-ac-25>
- Fig. 73-78** Issuu. <https://issuu.com/faximil/docs/1935-ac-19>
- Fig. 79-82** Issuu. <https://issuu.com/faximil/docs/1934-ac-16>
- Fig. 83, 84** Rodríguez García, A. Hernando de la Cueva, R; *La bóveda tabicada y el movimiento moderno español*. En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos, 7-9 junio 2007*. Vol. 2. p. 769.
- Fig. 85, 86** Moya Blanco, L; *Casas abovedadas en el barrio de Usera. Construcción por la Dirección General de Arquitectura*. RNA: revista nacional de arquitectura. (14). p. 55.
- Fig. 87, 88** *Ibíd.* p. 57.
- Fig. 89** *Ibíd.* p. 56.
- Fig. 90, 91** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 51.
- Fig. 92** Ago construcciones. <http://blog.ago-construcciones.com/abierto-arquitectura-para-disfrutar-de-los-treinta-edificios-mas-emblematicos-de-madrid/>
- Fig. 93** *Iglesia de San Agustín, en Madrid*. En *Informes de la Construcción*. vol. 3. núm. 148. p. 11.
- Fig. 94** *Ibíd.* p. 12.
- Fig. 95** Bóvedas tabicadas en el Campus UPV http://bovedastabicadasupv.blogspot.com/2014_04_01_archive.html?view=classic
- Fig. 96** *Capilla del colegio de Santa María del Pilar*. En *Informes de la Construcción*. vol.18. núm. 173. p. 51.
- Fig. 97** Madrid en Foto. <http://enfotomadrid.blogspot.com/2013/04/parroquia-de-santa-maria-del-pilar.html>
- Fig. 98** *Capilla del colegio de Santa María del Pilar*. En *Informes de la Construcción*. vol.18. núm. 173. p. 50.
- Fig. 99, 100** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 54.
- Fig. 101** González Capitel, Antón; *La construcción de iglesias*. En *la arquitectura religiosa de Luis Moya*. p. 28.
- Fig. 102** de Miguel, C; *Casa del Pescador en Cartagena*. RNA: revista nacional de arquitectura. (89). p. 201.
- Fig. 103** *Ibíd.* p. 200.
- Fig. 104** *Ibíd.* p. 204.
- Fig. 105, 106** *Ibíd.* p. 205.
- Fig. 107** *Ibíd.* p. 206.
- Fig. 108, 109** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 64.

- Fig. 110** Arjona Borrego, J M^a; 1954-*Les cases barates de Vila-roja. Memòria d'una desaparició anunciada i les Claus del seu valor històric.* p. 59.
- Fig. 111** *Ibíd.* p. 60.
- Fig. 112** *Ibíd.* p. 66.
- Fig. 113, 114** *Ibíd.* p. 64.
- Fig. 115, 116** Cabrero Torres-Quevedo, F; *Residencia de Trabajadores en San Rafael. RNA: revista nacional de arquitectura.* (80). p. 320.
- Fig. 117** *Ibíd.* p. 319.
- Fig. 118** *Ibíd.* p. 317.
- Fig. 119-121** Azpilicueta Astarloa, E; *La Construcción de la Arquitectura de Postguerra en España (1939-1962). II-Apéndice de fichas sobre edificios, actuaciones y sistemas constructivos.* p. 85.
- Fig. 122, 123** *Ibíd.* p. 79.
- Fig. 124** Ruiz Ruiz, J. Asís Cabrero, F; *I Feria Nacional del Campo. RNA: revista nacional de arquitectura.* (103). p. 307.
- Fig. 125** de Coca Leicher, J; *Al límite de la tradición. La arquitectura moderna en las bóvedas de la Feria del Campo, Madrid 1950. En Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 octubre de 2015. Vol. 1. p. 464.*
- Fig. 126** Ruiz Ruiz, J. Asís Cabrero, F; *I Feria Nacional del Campo. RNA: revista nacional de arquitectura.* (103). p. 310.
- Fig. 127, 128** *Ibíd.* p. 311.
- Fig. 129** de Coca Leicher, J; *Al límite de la tradición. La arquitectura moderna en las bóvedas de la Feria del Campo, Madrid 1950. En Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 octubre de 2015. Vol. 1. p. 466.*
- Fig. 130** Ruiz Ruiz, J. Asís Cabrero, F; *I Feria Nacional del Campo. RNA: revista nacional de arquitectura.* (103). p. 315.
- Fig. 131** de Coca Leicher, J; *El recinto ferial de La Casa de Campo de Madrid (1950-75).* p. 154.
- Fig. 132** *Ibíd.* p. 175.
- Fig. 133** *Ibíd.* p. 172.
- Fig. 134, 135** Ruiz Ruiz, J. Asís Cabrero, F; *I Feria Nacional del Campo. RNA: revista nacional de arquitectura.* (103). p. 315.
- Fig. 136** Elaboración propia.
- Fig. 137** Jiménez Jiménez, J; *Rafael Aburto y el Grupo José Antonio de Quintanar de la Orden. La utilización de la bóveda tabicada como alternativa constructiva. En Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, 13-17 octubre de 2015. Vol. 2. p. 871.*
- Fig. 138, 139** *Ibíd.* p. 869.
- Fig. 140, 141** *Ibíd.* p. 866.
- Fig. 142** Aburto, R; *Granja-Escuela en Talavera de la Reina. RNA: revista nacional de arquitectura.* (80). p. 301.
- Fig. 143** *Ibíd.* 303.
- Fig. 144** *Ibíd.* 306.
- Fig. 145** *Ibíd.* 302.
- Fig. 146** *Ibíd.* 303.
- Fig. 147, 148** *Ibíd.* 300.
- Fig. 149** Fisac, M; *Iglesia del Espíritu Santo, en Madrid. RNA: revista nacional de arquitectura.* (78). p. 200.
- Fig. 150** *Ibíd.* p. 205.
- Fig. 151** *Ibíd.* p. 206.

Fig. 152 *Ibíd.* p. 205.

Fig. 153 *Ibíd.* p. 202.

Fig. 154 García Ovies, A; *El pensamiento creativo de Fernando Higuera*. p. 425.

Fig. 155 Elaboración propia.

Casa Caparros; *Ibíd.*

Casa Fierro; *Ibíd.* p. 428.

Casa La Macarrona; *Ibíd.* p. 442.

Vivienda Museo para María Josefa Huarte; *Ibíd.* p. 443.

Iglesia en Onil; *Ibíd.* p. 445.

Museo para Antonio López; *Ibíd.* p. 454.

Fig. 156 Bühler, D; *La constructora "Hermanos Rank" y la introducción de las bóvedas tabicadas en Múnich a partir de 1947*. En *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Vol. 1. p. 218.

Fig. 157 *Ibíd.* p. 219.

Fig. 158 Huerta, S; *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, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Vol. 2. p. 768.

Fig. 159, 160 Bühler, D; *La constructora "Hermanos Rank" y la introducción de las bóvedas tabicadas en Múnich a partir de 1947*. En *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Vol. 1. p. 221.

Fig. 161, 162 Huerta, S; *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, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Vol. 2. p. 770.

Fig. 163 Bühler, D; *La constructora "Hermanos Rank" y la introducción de las bóvedas tabicadas en Múnich a partir de 1947*. En *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Vol. 1. p. 222.

Fig. 164 Huerta, S; *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, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Vol. 2. p. 771.

Fig. 165, 166 Bühler, D; *La constructora "Hermanos Rank" y la introducción de las bóvedas tabicadas en Múnich a partir de 1947*. En *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Donostia-San Sebastián, 3-7 octubre de 2017*. Vol. 1. p. 223.

Fig. 167, 168 Fotos Antiguas. <http://viejas-fotos.blogspot.com/2014/11/las-escuelas-de-la-sagrada-familia.html>

Fig. 169 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 75.

Fig. 170 López García, E; *La mediterraneidad en la obra de Le Corbusier. La bóveda catalana lecorbuseriana: Influencia y evolución*. En *Actas del Congreso Internacional Le Corbusier, 50 años después. Valencia 18-20 de noviembre de 2015*. p. 8.

Fig. 171 Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 77.

Fig. 172 *Ibíd.* p. 78.

Fig. 173 Maisons Jaoul. <http://maisonsjaoul.weebly.com/boacutedas.html>

Fig. 174 Pinterest. <https://www.pinterest.es/pin/574912708667204666/?lp=true>

Fig. 175 Pinterest. <https://www.pinterest.com.mx/pin/563231497142138084/?autologin=true>

Fig. 176 Pinterest. <https://www.pinterest.es/pin/383650461988199000/?lp=true>

Fig. 177 Paradiso, M; *Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. Pasado, presente y futuro*. p. 43.

Fig. 178 Pizarro Juanas, M^o J; *En el límite de la arquitectura-paisaje. Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana*. p. 194.

- Fig. 179** Paradiso, M; *Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. Pasado, presente y futuro*. p. 87.
- Fig. 180, 181** *Ibíd.* p. 50.
- Fig. 182** Pizarro Juanas, M^o J; En el límite de la arquitectura-paisaje. *Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana*. p. 242.
- Fig. 183, 184** archdaily. https://www.archdaily.com/427268/ad-classics-the-national-art-schools-of-cuba-ricardo-porro-vittorio-garatti-robert-gattardi?ad_medium=gallery
- Fig. 185** Pizarro Juanas, M^o J; En el límite de la arquitectura-paisaje. *Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana*. p. 288.
- Fig. 186** *Ibíd.* p. 286.
- Fig. 187** Paradiso, M; *Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. Pasado, presente y futuro*. p. 32.
- Fig. 188** *Ibíd.* p. 54.
- Fig. 189** What's that on your pants?. <http://humanthesis.blogspot.com/>
- Fig. 190** Flickr. <https://www.flickr.com/photos/94612749@N00/4458168662/in/photostream/>
- Fig. 191** Pizarro Juanas, M^o J; En el límite de la arquitectura-paisaje. *Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana*. p. 230.
- Fig. 192** *Ibíd.* p. 306
- Fig. 193** *Ibíd.* p. 304.
- Fig. 194** Paradiso, M; *Las Escuelas Nacionales de Arte de la Habana. Pasado, presente y futuro*. p. 53.
- Fig. 195, 196** *Ibíd.* p. 62.
- Fig. 197** *Ibíd.* p. 56.
- Fig. 198** Arnaldos Montaner, A; Antonio Bonet Castellana, Le Corbusier y la bóveda catalana: forma y orden. En *Revista dearq* (14). p. 127.
- Fig. 199, 200** Urbipedia. https://www.urbipedia.org/hoja/Casa_Berlingieri
- Fig. 201** Huerta, S. (Ed.); *Las bóvedas de Guastavino en América*. p. 245.
- Fig. 202** Brufau, R; *Las bóvedas gausas. DPA: documents de projectes d'arquitectura*. (15). p. 23.
- Fig. 203-205** *Iglesia de la Atlántida*. En *Control grafico de formas y superficies en transición*. p. 171.
- Fig. 206** *Ibíd.* 170.
- Fig. 207** Alchetron. <https://alchetron.com/Eladio-Dieste>
- Fig. 208** Beaudouin Architectes. <http://www.beaudouin-architectes.fr/2013/10/eladio-dieste/>
- Fig. 209** Flickr. <https://www.flickr.com/photos/fotografiadearquitectura/15117509012/>
- Fig. 210** Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iglesia_Atl%C3%A1ntida_Dieste_7.jpg
- Fig. 211** Beaudouin Architectes. <http://www.beaudouin-architectes.fr/2013/10/eladio-dieste/>
- Fig. 212** Google Imágenes. <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fpbs.twimg.com%2Fmedia%2FCByUAFjW8AABoxO.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Ftwitter.com%2Fdrexlerjorge%2Fstatus%2F584504838723137536&docid=vANoo3tqKMqGAM&tbnid=scbravLRe7LSzM%3A&vet=10ahUKEwifhqDbgMvkAhXhQEEAHTMsCRsQMwgrKAAwAA..i&w=1024&h=1024&hl=es&bih=657&biw=1366&q=brutalist%20architecture&ved=0ahUKEwifhqDbgMvkAhXhQEEAHTMsCRsQMwgrKAAwAA&iacl=mrc&uact=8>
- Fig. 213** García, J. Beltrán, M^o d Á; *La prefabricación de bóvedas de ladrillo. Una utopía latinoamericana*. En *Rita: revista indexada de textos académicos*. p. 93.
- Fig. 214** García, J. González, J. Losada, C; *Arquitectura y construcción tabicada en torno a Eduardo Sacriste*. En *Informes de la Construcción*. p. 42.
- Fig. 215, 216** García, J. Beltrán, M^o d Á; *La prefabricación de bóvedas de ladrillo. Una utopía latinoamericana*. En *Rita: revista indexada de textos académicos*. p. 94.

Fig. 217 Gonzáles Lobo, C; Por una arquitectura apropiada y apropiable. *Informes de la Construcción*. p. 83.

Fig. 218 *Ibíd.* p. 84.

Fig. 219 *Ibíd.* p. 85.

Fig. 220 Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.fa-unam.mx/herencia-en-la-arquitectura-actual-mvp.html>

Fig. 221-223 archdaily. https://www.archdaily.mx/mx/795607/estos-son-los-proyectos-de-arquitectura-participativa-de-la-unam-reconocidos-en-la-bienal-de-venecia-2016?ad_medium=gallery

Fig. 224 Gonzáles Ortiz, H; Carlos Gonzáles Lobo. *Camino hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la arquitectura*. p. 209.

Fig. 225 *Ibíd.* p. 207.

Fig. 226 *Ibíd.* p. 212.

Conclusiones

Fig. 1 <https://www.revistaad.es/arquitectura/galerias/fundacion-norman-foster/8500/image/620221>

