

# La solución constructiva de la bóveda encamionada del salón de plenos del palacio del Senado en Madrid (España)

## *The constructive solution of the timber vault at the Plenary Hall of the Senate in Madrid (Spain)*

R. Bustamante<sup>(\*)</sup>, J. Monjo<sup>(\*)</sup>

### RESUMEN

Se analiza el tipo constructivo de la bóveda encamionada que cubre el Salón de Plenos del Palacio del Senado de España del primer cuarto del siglo XIX, que está compuesta por los siguientes elementos: un plafón rectangular o forjado de tablas con entrevigado de yeso armado con fibras de esparto, que está colgado mediante abrazaderas de unas vigas longitudinales que se apoyan sobre los tirantes de las cerchas de madera de la cubierta original. Y por una semibóveda formada por camones de dobles tablas apoyados en un encadenado perimetral. Por el intradós el plafón y la semibóveda están guarnecidos con yeso y separados entre sí por una moldura perimetral semicircular en los lados Norte y Sur. En el trabajo se presenta una investigación histórica de los cambios registrados desde la antigua iglesia agustina, hasta el Salón de Cortes y Salón de Plenos, un análisis del tipo constructivo al que pertenece la bóveda, una caracterización geométrica y una descripción de los principales elementos.

### SUMMARY

*The constructive type of the timber vault that covers the Plenary Hall of the Palace of the Senate of Spain belonging to the first quarter of the 19th century is analyzed, being composed of the following elements: a rectangular soffit or timber slab with the voids filled up with plaster armed with fibers of esparto, which is hung by means of clasps from a few longitudinal straps of the wooden trusses of the original cover; a half vault formed by double table "camones" supported by a continuous wooden perimeter. By the inner face the soffit and the half vault are provided by plaster and separated by a semicircular perimetric molding in the North and South sides. The papers presents a historical investigation of the changes since the former Augustinian church to the Lounge of Spanish Parliament and Lounge of Plenary sessions, an analysis of the constructive type to which the vault belongs, a geometric characterization and a description of the principal elements.*

**Palabras clave:** Bóveda encamionada; plafón; semibóveda; Salón de Plenos; Palacio del Senado .

**Keywords:** Timber vault; soffit; half vault; Plenary Hall; Spanish Senate Palace.

<sup>(\*)</sup> Escuela Técnica Superior Arquitectura - Universidad Politécnica de Madrid (España).  
Persona de contacto/Corresponding author: rosa.bustamante@upm.es (R. Bustamante)

## 1. ANTECEDENTES

En septiembre de 2009 los autores, miembros del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la UPM, fueron requeridos para llevar a cabo un estudio diagnóstico de los acabados interiores del Salón de Plenos del Palacio del Senado de Madrid, entre los que se encontraba, como elemento principal, el techo del mismo, constituido por una semibóveda encamonada, formadas por camones o piezas curvas de madera.

Por su interés, dado que los trabajos existentes sobre bóvedas encamonadas solamente presentan parte de la estructura, se describe la del Salón de Plenos, sus antecedentes históricos, y su solución constructiva, como una aportación a este sistema de techos. Así mismo consideramos de interés el trabajo debido a la importancia de la integración de los estudios históricos y constructivos previos, como paso preliminar a cualquier decisión de conservación o de intervención en el patrimonio histórico.

La metodología del trabajo de caracterización constructiva ha consistido en la realización de cuatro estudios: la investigación histórica del Salón de Plenos para determinar la antigüedad de la bóveda, la consulta bibliográfica y de los estudios previos y posteriores a las restauraciones realizadas sobre bóvedas encamonadas, la definición de la geometría y la caracterización de los materiales que componen la misma, y el análisis de las causas de las lesiones que presenta para proponer su reparación. De todos ellos, en el presente artículo se resumen los tres primeros.

## 2. EVOLUCIÓN HISTÓRICO-CONSTRUCTIVA

A continuación se describen cronológicamente las obras más significativas que tienen relación con los cambios constructivos registrados en el Salón de Plenos y en particular, que inciden en la bóveda y cubierta del mismo.

### 2.1. Convento de Doña María de Aragón (siglos XVI- XVII)

El que actualmente conocemos como Palacio del Senado, fue en su origen el Colegio-Convento de Doña María de Aragón construido por Francisco de Mora (1580-1601), posiblemente con trazas de Juan de Valencia. Siguiendo la disposición básicamente tradicional del modelo de conventos de la época, el conjunto se organizaba en torno a dos claustros que articulaban, tanto las dependencias monacales como el colegio.

La Iglesia, situada al Oeste del conjunto y de planta rectangular, con cabecera orientada al Norte y pies al Sur, constaba de “una nave de cuatro tramos, cubierta por bóveda de cañón con fajones que descansaban sobre ocho grandes pilares y lunetos, sobre la que iría un forjado a dos aguas” (1).

Tan pronto como el sistema constitucional en España creó un Parlamento, inicialmente unicameral, y las Cortes de Cádiz se trasladaron a Madrid en 1814, empezó a buscarse un lugar de reunión adecuado para albergar dicha institución. Las primeras reuniones se celebraron en el Teatro de los Caños del Peral (donde hoy se encuentra el Teatro Real) tras una breve adaptación hecha por el ingeniero Antonio Prat. Pero este edificio se encontraba en muy malas condiciones, hasta el punto de que cuatro años más tarde, en 1818, sería demolido.

### 2.2. El Salón de Cortes (1814-1823)

Como consecuencia, los diputados decidieron trasladarse al vecino Convento de Doña María de Aragón, cuya iglesia sería adaptada a Salón de Cortes (2). Antonio Prat fue el autor de la primera reforma, para transformar la planta de nave central y capillas laterales en un gran espacio coherente con las nuevas funciones a cumplir. Recién en 1997 José María Gentil Baldrich, en la biografía del Ingeniero Antonio Prat, académico de mérito de la Academia de San Fernando, confirmaba la autoría de la adaptación por primera vez (3).

Sabiendo ahora, con la mayor certeza posible, que Antonio Prat fue el autor de la primera reforma llevada a cabo en la iglesia, queda por determinar en qué consistieron dichas obras que duraron seis meses (desde el otoño de 1813 hasta finales de abril de 1814). Según narra Pedro Moleón, “en 1814 debían de mantenerse aún en pie parte de los muros de la cabecera y sus salas contiguas, es decir, la sacristía y su simétrica, así como los muros del espacio del atrio-sotacoro y las salas que lo flanqueaban, es decir, el baptisterio y su simétrica. El resto de Iglesia, esto es, la parte correspondiente al crucero, la nave y las seis capillas laterales, es lo que fue destinado por Prat, tras los derribos pertinentes de muros y bóvedas afectados por la ocupación francesa, al Salón de Sesiones de las Cortes de 1814”. “Qué articulación interna tuvo aquella forma ovalada envolvente creada por Prat, qué acabado final, qué techo, qué fachada, son cosas que ignoramos todavía” (2). Lo que sí sabemos es que Prat crea un nuevo perímetro oval, coincidente con el de la bóveda encamonada. Actualmente subsisten restos de antiguas estructuras en

el Salón, por ejemplo, un arco y un muro ochavado con parte de una pechina decorada en la cabecera y pilastras de ladrillo revestidas por estucos.

Para el traslado de las Cortes al habilitado Salón de Prat, se eligió la significativa fecha del 2 de mayo de ese mismo año 1814. Sin embargo, unos días después, el 11 de mayo (el 4 de mayo según otros autores) el rey Fernando VII decidió abolir la Constitución de Cádiz, y la iglesia será devuelta a la orden de los padres agustinos, eso sí, destrozada por un populacho enfurecido por los acontecimientos.

Sería el arquitecto Isidro Velázquez el encargado de devolverle el carácter religioso al efímero Salón de Cortes de 1814. Las obras de consolidación y reforma comenzaron en los primeros meses de 1817 en la fachada existente, que se encontraba peligrosamente desprendida de la armadura principal por la parte superior. "También quedan formados los andamios para todo el blanqueo y adornos, como para la transformación en mancebos de las seis robustas figuras que fingen sostener parte de la bóveda, y eran alusivas a fines muy diferentes de los del presente" (4). Parece, pues, que las obras llevadas a cabo para recuperar el carácter religioso de la Iglesia hasta mayo de 1818, se centraron más en devolver la estabilidad estructural al edificio debido a los múltiples procesos patológicos que presentaba.

En el año de 1820, Isidro Velázquez será llamado por el Rey para transformar inversamente la reforma que él mismo había llevado a cabo tan solo dos años atrás, puesto que, una vez restaurada oficialmente la Constitución de Cádiz desde el 9 de marzo de ese mismo año de 1820, las Cortes volverían a instalarse de nuevo en el Salón de Sesiones. El plazo de ejecución fue muy reducido, tan solo tres meses, tiempo que hubiera sido insuficiente de no ser por las obras de consolidación y reforma llevadas a cabo por él mismo en los años anteriores.

Pedro Moleón enumera las actuaciones realizadas; dice que "a Isidro Velázquez se debe también la apertura de las tribunas altas centrales y el doble graderío para el público (actualmente solo existe un nivel) sobre aquel coro que antes había consolidado. De él es también el detalle ornamental de balaustradas, molduras y dosel real, el techo plafonado sobre grandes escocias y el programa iconográfico de las seis esculturas situadas en los intercolumnios laterales de los pórticos" (2). Entendiendo que se refiere al acabado del intradós de la bóveda

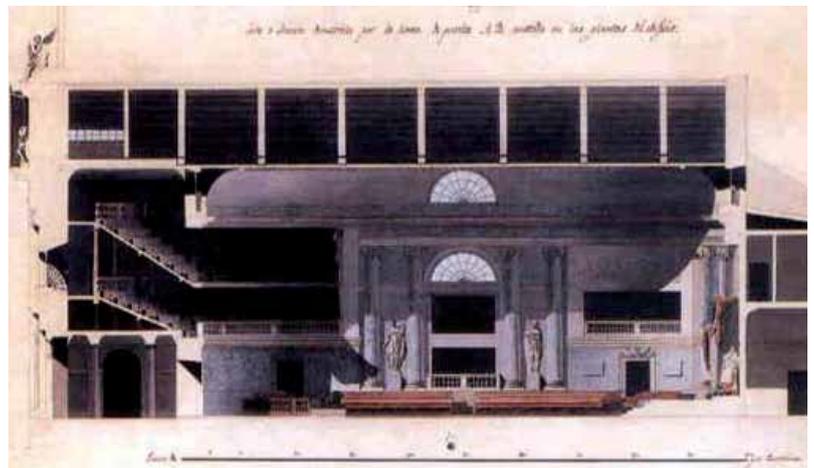
y no a la estructura, parece suponer que la bóveda encamionada actual ("techo plafonado sobre grandes escocias") es obra de este arquitecto y no de Antonio Prat. Puede ser una corrección a la supuesta autoría de este último, o tratarse de una reforma sobre el antiguo techo de Prat.

En las leyendas manuscritas que acompañan a las planimetrías del Salón (Figura 1), hechas a tinta y aguada de varios colores sobre papel, Velázquez describe la decoración interior minuciosamente. Dice que "La luz la recibe el Salón por dos semicírculos de 11½ pies de diámetro que están al centro encima de las tribunas de los Taquígrafos, y por cuatro lunetos de igual figura y capacidad, colocados en el techo. La tribuna recibe la luz de dos grandes tragaluces" (5). Las medidas de los lunetos coinciden con las actuales, aproximadamente 1,50 m de flecha, y ahora solamente quedan abiertos al exterior la ventana semicircular y el luneto del lado Oeste que se aprecian en la Figura 1, pues los del lado Norte y Este están ocultos por las ampliaciones realizadas. En la sección de Velázquez la bóveda encamionada, o falso techo, está colgada de seis tirantes, que se conservan actualmente.

Una vez terminadas las obras de rehabilitación del Salón, Isidro Velázquez dejó su conservación en manos de Antonio Prat, quien se incorporó como conservador en octubre de 1820. Pasados tan solo unos meses de la inauguración del Salón debido a la mala acústica que presentaba, Prat optó por cegar las tribunas altas centrales, que no habían existido en el Salón de 1814 que él mismo había reformado. También en esta etapa, se colocaron dos pies derechos para el apoyo de la cornisa semicircular que cubría la tribuna para el público y que serían sustituidos más tarde por dos columnas de fundición, tal como hoy se mantienen.

1. Sección longitudinal del Salón de Cortes por Isidro Velázquez, 1820.

(publicado por Moleón 2009)



1

2. Estado actual del Salón de Sesiones Plenarias.  
(Fotografía Archivo Senado de España).

El 22 de marzo de 1823 se celebró la última Sesión en este Salón, retornando de nuevo a la etapa absolutista de Fernando VII. El Salón por lo tanto, es devuelto de nuevo a la orden de los agustinos.

### 2.3. El Salón de Plenos del Senado (1835-1900)

Finalmente el salón de Cortes de Isidro Velázquez volvió a la vida parlamentaria en 1835 cuando se fijó en él la Sede del Estamento de Próceres. En este momento la ubicación de la Cámara Alta se haría ya definitiva.

Las propuestas e intervenciones documentadas hechas por varios arquitectos desde 1843 hasta 1900 aproximadamente (6), tenían como objetivo modernizar la fachada Sur y, en particular, acentuar la portada de ingreso a las dependencias del Senado. La reforma de toda la fachada Sur de la Plaza de la Marina de Aníbal Álvarez Bouquel fue realizada entre 1844 y 1850. Así mismo se sabe que intervino Jerónimo de la Gándara, aunque se desconoce el alcance de su obra. Por otro lado, la propuesta de fachada de Emilio Rodríguez Ayuso de 1882 no llegó a realizarse aunque se conoce el alzado. Y a fines del siglo XIX se realizó la intervención de Agustín Ortiz de Villajos para modificar la fachada Sur que se conservaría hasta el estallido de la Guerra Civil; introduciendo además un tímpano en la balaustrada de remate de la planta alta para jerarquizar la entrada principal (a los antiguos claustros) y reemplazando la marquesina existente.

### 2.4. El actual Salón de Plenos

Nada más terminar la Guerra Civil en 1939, el arquitecto Manuel Ambrós Escanellas fue responsable del acondicionamiento del antiguo Palacio del Senado a sede del Consejo

Nacional. Ambrós dirigió las múltiples reformas realizadas hasta 1977, que conservaron la estructura básica del edificio. Es autor de las actuales fachadas, en particular del pórtico de ingreso al Salón de Plenos (1951) y de la ampliación de la segunda planta hacia la Plaza de la Marina y la Calle del Reloj y de la modificación de la fachada Norte (obras realizadas desde 1969 a 1979).

Del informe recogido a continuación, se conocen de una manera más precisa las intervenciones llevadas a cabo. "Como primeros trabajos se dedicó el final de los años 1939 y parte de 1940 a corregir los desperfectos que por impacto de obuses de artillería se habían ocasionado en las formas de madera que sustentaban la cúpula y hacía de cubierta del Salón de Sesiones" (7). Especialmente se reforzó la estructura en las zonas en las que inciden las cargas de la cubierta.

Interesa recoger especialmente la parte en la que describen las obras llevadas a cabo para la reparación de la cubierta en 1973, que justifica la sustitución de la armadura de madera y de la que se conservan los tirantes. "Estas obras se realizaron como consecuencia de haber observado movimientos importantes en las formas de madera de la cubierta, las cuales a su vez sustentaban la bóveda decorada del Salón. Dichos movimientos, derivados del estado de la madera, producían empujes sobre los muros y ofrecían peligro de derrumbamiento de todo el sistema de cubierta. Por ello, la obra, importante y peligrosa, tuvo que ser realizada tomando todas las precauciones ya que la sustitución de las formas de madera por otras de hierro, sin que el cambio afectase a la estabilidad de la bóveda, debía ser ejecutada con la aportación de todos los medios técnicos y materiales necesarios. No obstante lo expuesto fue realizado en un plazo de tres meses" (7).

Finalmente, la instalación de aire acondicionado en el Palacio del Senado, que se llevaría a cabo a finales de los años ochenta o principios de los años noventa, afectaría directamente a la bóveda encamionada, puesto que sería literalmente agujereada en prácticamente todo su perímetro (en los enlistonados), para insertar en ella los conductos de impulsión, quedando de esta forma hasta la fecha.

Con respecto al acabado pictórico actual del intradós de la bóveda (Figura 2), se desconoce el momento de su ejecución, aunque por su aspecto podríamos decir que se trata de un "marouflée" es decir, una tela pintada y pegada posteriormente sobre el techo. Suelen ser corrientes en la segunda mitad del XIX y principios del XX.



### 3. LAS BÓVEDAS DE CARPINTERÍA

Para caracterizar la bóveda del Salón de Plenos del Senado, se ha realizado una comparación con otras bóvedas encamonadas, que ya se describían en el Tratado de Vitruvio (año 13 A.C.), en el capítulo correspondiente a los jaharrados o enlucidos (8). Se justificaba su ejecución cuando se quería aplicar un enlucido similar al de las paredes. En dicho texto se recomienda la elección de las maderas más adecuadas y los aspectos constructivos que se comentan a continuación:

- La separación de los camones no debe ser más de dos pies, que en pies capitolinos equivale aproximadamente a 59 cm;
- Estos listones o camones se curvarán en arco y se asegurarán a la armadura del techo mediante unos pescantes, o ristreles, con clavos de hierro;
- Una vez “asegurados los listones, se unirá á ellos un tejido de cañas griegas quebrantadas, atándolas con tomiza de esparto de España, y siguiendo la curvatura; por la parte superior de este camón se dará una capa de mortero, para que si penetrasen algunas gotas del techo, no pase al enlucido”; tal vez una de las citas más antiguas que hace referencia a la fibra de esparto.
- Pero aporta otra alternativa en el caso de no contar con cañas, hacer manojos de carrizos de las laguna que se asegurarán a los camones con tomiza, “metiéndoles dentro algunas varas de madera para mayor seguridad”, o listones para hacer un entramado.
- Finalmente, “concluido y tejido el encamonado, se extenderá en su cielo inferior la trulización: luego se igualará con una mano de mortero común; y últimamente se acicalará con greda ó con estuco”. Es decir después de un enfoscado, se aplicará el estuco, que se realizará en base a mármol blanco y cal, “sin mezclar yeso”.

Por lo tanto, uno de los orígenes de las bóvedas encamonadas radica en la necesidad de aplicar enlucidos a los techos, cuando se carecía de bóvedas de fábrica, de ladrillo o piedra.

Sin embargo, no será hasta mediados del siglo XVI en que se aporte una propuesta de bóvedas mediante arcos de madera. Es la solución constructiva de Philibert de L'Orme que en su tratado *Nouvelles inventions pour bien bastir et a petits fraiz* de 1561, plantea el método en base a tablas encamonadas arriostradas transversalmente por listones y ensamblados con clavijas de madera. Al respecto, habría que remitirse al estado del arte sobre los tratados de las armaduras de cubierta en “Las estructuras

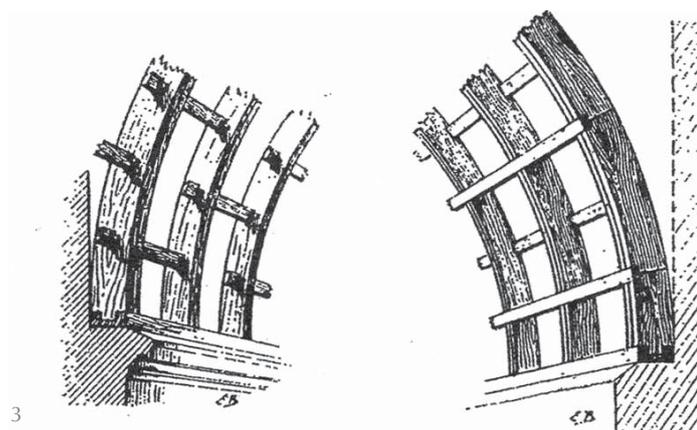
de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810)” (9), en el que se recoge la mejora que hace Rondelet en el siglo XIX, en su *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, de 1810. Para evitar taladrar los arcos se colocan los listones en los cantos de los arcos, y se unen con simples entalladuras a media madera (Figura 3).

En el tipo constructivo de L'Orme las piezas de madera ensambladas constituyen unas costillas trabajando a compresión que son recibidas por un encadenado de arriostramiento, además de los listones dispuestos en dirección perpendicular. Es una carpintería estructural terminada con el esmero de una carpintería de taller porque va a quedar directamente vista por el intradós.

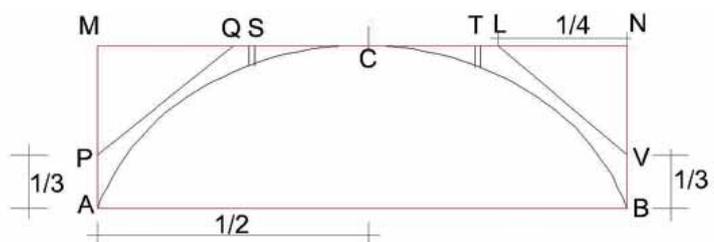
En 1639 Fray Lorenzo de San Nicolás describe un procedimiento que es similar al de Vitruvio en el tratado *Arte y Uso de la Arquitectura*, capítulo 52, para hacer una bóveda tabicada con la ayuda auxiliar de una encamonada, “haciendo camones de madera, y que son unos pedazos de viguetas, tablones, y fíjanse en el asiento de la bóveda, y rematan en un tercio de su lado”. Como puede apreciarse en la Figura 4 (10), la bóveda ACB tiene una luz AB y la cercha para construirla está formada por la viga MN y por los tornapuntas PQ y VL, pero “si fuere encamonada, sentarás los camones en el lugar que están las cancas, o tornapuntas, con la parte de vuelta que les toca”, es decir, con la parte curva que les corresponde. Los ristreles S y T unirán los camones que van a formar la superficie abovedada que “bien entomizado, jaharrará y quedará como el dibujo lo demuestra”.

3. Sistema de arcos de L'Orme, izquierda, y solución de Rondelet, derecha (Gómez Sánchez, p 233).

4. Dibujo hecho por los autores basado en el croquis de la bóveda encamonada del Tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás, Cap. 52, p 93.



3



4

5. Bóveda de la iglesia parroquial de San Pedro y San Pablo de Polán, Toledo.

(Dibujo Estudio F. Jurado)

6. Bóveda de la Iglesia de San José de Pinto, Madrid.

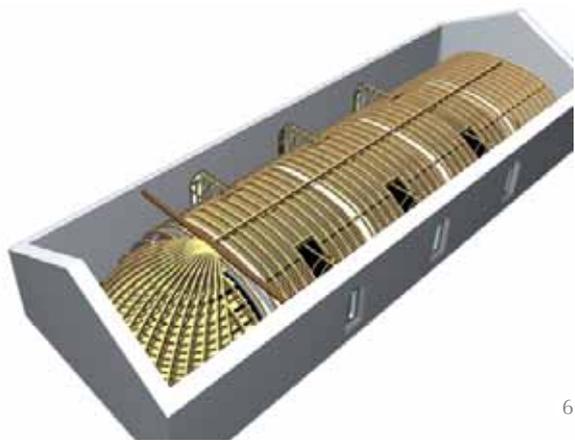
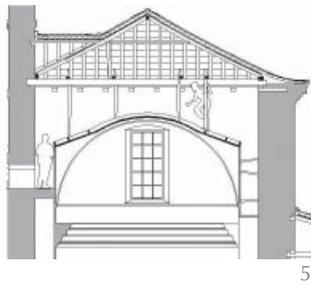
(Colaboración R. Zúñiga)

7. Bóveda encamionada en el Virreinato del Perú

(F. Marussi: 1986, en gráfico 2, p. 62)

En 2005 Luis de Villanueva, en el Cuarto Congreso de Historia de la Construcción, reabre el estudio de estas bóvedas y las tipifica “como bóvedas de carpintería de madera que fueron frecuentes en España a partir del XVII” (11), y presenta varios ejemplos en base a los modelos de Fray Lorenzo de San Nicolás y de L’Orme. Y como muy bien indica se trata de “utilizar como definitiva lo que hasta entonces sólo era una construcción provisional” (11). Da noticia de que la bóveda de la nave mayor de la iglesia parroquial de Torija (Guadalajara) reformada en el siglo XVIII, tiene tres pares de ristreles que unen los camones o costillas a los tirantes mediante unas correas, y que los enlistonados por el intradós están enlucidos con un mortero de yeso y cal.

Dentro de este tipo de bóvedas colgadas de la armadura de la cubierta, se puede mencionar, la de la iglesia parroquial de San Pedro y San Pablo situada en la ciudad de Polán, Toledo, del último cuarto del siglo XVIII (12), que se diferencia en que los ristreles son más largos que en Torija, dado que la armadura de la cubierta está más separada de la bóveda (Figura 5) y los camones rectos se unen con unas tablas cortas.



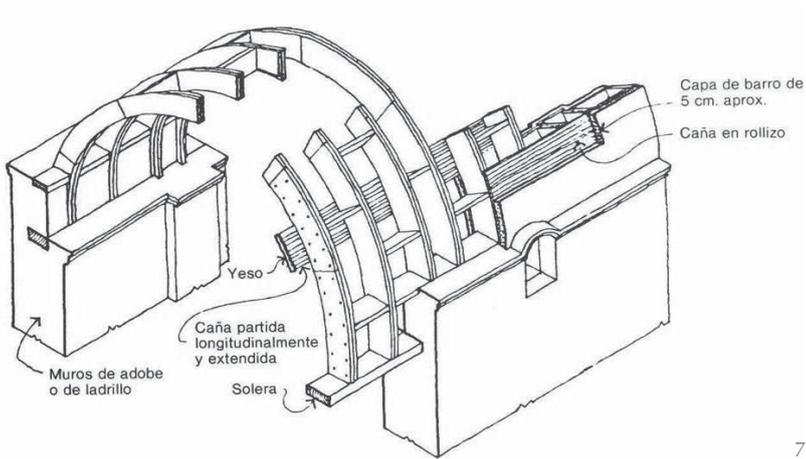
En la bóveda de la iglesia de San José de Pinto, de 1895, que recientemente se ha caracterizado geométricamente, cada arco de la bóveda está formado por doce camones de 8 cm por 20 cm y por el intradós tiene un cañizo revestido con yeso de 3,5 cm a 4,5 cm de espesor y enlucido de escayola de 5 mm de espesor (13). En la cabecera los camones se distribuyen radialmente, arriostados por el encadenado o durmiente perimetral, y los lunetos también están hechos en base a encamionados (Figura 6).

La difusión constructiva de las bóvedas encamionadas se produce también en el Virreinato del Perú, según da cuenta F. Marussi, en la construcción de iglesias en la costa peruana (14), con bóvedas vaídas y de cañón corrido con y sin arcos fajones (Figura 7). De 1687 data el compromiso de ejecución de una encamionada con quincha, para la iglesia de Nuestra Señora de Atocha (Lima), con motivo de las reparaciones de los daños causados por el terremoto de 1687. Utilizándose clavos y huascas, tiras frescas de cuero de vaca o carnero como elemento de unión.

Un ejemplo de bóvedas autoportantes, son las de la casa parroquial de Bujalance, Córdoba, que están apoyadas en los muros laterales (15). Las dos bóvedas tienen 3 m de luz y los gruesos camones se unen a media madera. Las cañas están aplicadas por manojos, como manifestaba Vitruvio, pasando por encima y por debajo de los listones, de tal forma que el yeso también está aplicado por el extradós. La bóveda de arista del vestíbulo está formada por la intersección de los camones colocados de modo diagonal, acodalados por travesaños, como se aprecia en la Figura 8.

La construcción de las bóvedas encamionadas continuó siendo un tema de interés en el siglo XIX, para evitar el deterioro de las ya construidas, y por las posibilidades de construir grandes naves. En el Tratado de Giuseppe de Valadier, “Volte a incannuciatto”, los camones no son curvos, para evitar que el corte produzca fibras cortas que originen fendas (16); en la misma lámina se presentan dos tipos de cañizos, uno entramado y otro con ayuda de listones (Figura 9). También se puede mencionar la publicación de P.J., Ardant, *Etudes théoriques et expérimentales sur l’établissement des charpentes a grande portée*, de 1840.

Como se ha visto en los ejemplos analizados, en las bóvedas colgadas su estabilidad depende de la armadura de la cubierta. Y en cualquiera de los tipos constructivos, los camones forman el esqueleto y las superficies del intradós se conforman por el enlucido del cañizo o del enlistonado.





8

#### 4. LA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA BÓVEDA DEL SALÓN DE PLENOS

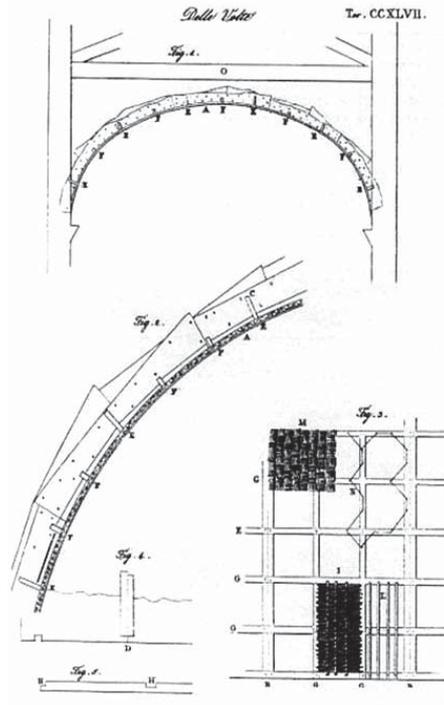
Vistos los dos tipos principales de bóvedas encamionadas desde el punto de vista de funcionamiento estructural, colgadas y autoportantes (17), habría que añadir un tipo mixto que es el de la bóveda del Salón de Plenos del Senado. Puede tipificarse como una bóveda compuesta por:

- Un plafón central que es un forjado de viguetas de madera y entrevigado de yeso, colgado de los tirantes de la antigua armadura de madera, y por,
- Una semibóveda anular que se puede definir como autoportante, porque no está colgada, pues los camones son arriostrados por un encadenado perimetral en la base, mientras que las testas se unen al plafón.

Mediante un escaneado se caracterizó la geometría del intradós de la bóveda en base a una nube de puntos (Figura 10), y se pudo determinar con exactitud la deformación que presentaba hacia el lado Sur; una inclinación de 10 cm. Lado bastante afectado por fisuras que manifiesta su mayor afección a lo largo del tiempo y que podría explicar su sustitución parcial en algún momento de su historia.

En el escaneo en tres dimensiones se utilizó un escáner modelo LMS-Z420i de la marca Riegl. El programa para la adquisición y tratamiento de la nube de puntos es RiSCAN PRO, V1.21b.21 de la misma marca. Para el estudio y delineación de la planta del extradós se realizó la medición directa de todas las piezas.

La bóveda tiene 27,35 m de largo por 16,55 m de ancho y una altura de 2,37 m des-



9

8. Bóveda restaurada de la casa rectoral de la iglesia parroquial de Bujalance, Córdoba.

(fotografía Estudio F. Jurado)

9. Lámina del Tratado de Valadier (siglo XIX), publicada por Tamponne: 2004, p 54.

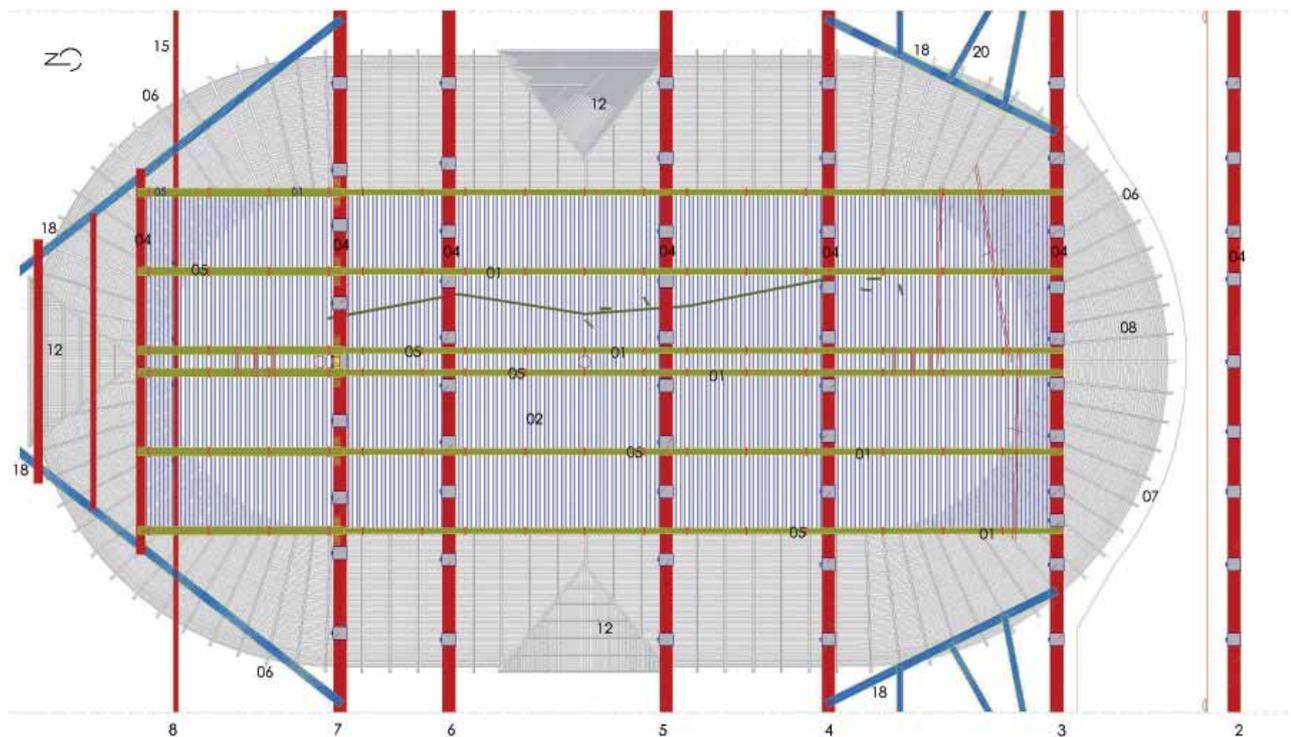
10. Vista escaneada del intradós de la bóveda del Senado con indicación de fisuras acompañada de la fotografía de la decoración. (colaboración de M.A. Alonso)

de la platabanda de la cornisa. Como toda encamionada se caracteriza por ser ligera, teniendo en cuenta la densidad de las maderas usadas, *Pinus Silvestris* o pino Valsain ( $0,38 \text{ g/cm}^3$  a  $0,46 \text{ g/cm}^3$ ) y tipo *Oregón* o *Douglas-fir* ( $0,51 \text{ g/cm}^3$  a  $0,69 \text{ g/cm}^3$ ), así como del mortero de yeso artesanal amasado con arena y cerámica cocida triturada, contribuyendo esta última a aligerarlo (densidad aparente del mortero  $1,35 \text{ g/cm}^3$  a  $1,37 \text{ g/cm}^3$ ).

La adherencia del mortero de yeso a la estructura de madera es posible por las fibras de esparto, *Stipa tenacissima*, aplicadas por



10



- |                                      |                  |                                   |                                |                           |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 01 _ viga de madera de cuelgue       | 05 _ abrazadera  | 09 _ ménsula de cornisa entramada | 13 _ moldura sobre enlistonado | 17 _ tornapunta metálico  |
| 02 _ tablas apoyadas sobre viga en T | 06 _ camón       | 10 _ canecillos de cornisa        | 14 _ moldura de cornisa        | 18 _ codal                |
| 03 _ viga en T                       | 07 _ encadenado  | 11 _ entablado                    | 15 _ tirante metálico          | 19 _ huso                 |
| 04 _ antiguo tirante de madera       | 08 _ enlistonado | 12 _ enlucido sobre enlistonado   | 16 _ par metálico              | 20 _ tornapunta de madera |

11

11. Planta del extradós de la bóveda con indicación de los elementos constructivos.

(Planimetría de los autores, colaboración M. Alonso de la Calle)

12. Extradós de la bóveda, lado Sur a la izquierda.

(Colaboración R. Zúñiga)



12

entramado en las tablas del plafón y por enrollado a la vigería y enlistonado (“entomizado”). Las uniones de las piezas de madera entre sí están hechas con clavos de hierro forjado, igualmente las pletinas de las abrazaderas.

Sin embargo, solamente desde el extradós se puede apreciar el sistema constructivo de la bóveda que se explica a continuación.

#### 4.1. El plafón central

El plafón está formado por un forjado rectangular que por el intradós está delimitado

por una moldura de yeso que lo separa de la semibóveda, formando en los extremos un perímetro semicircular.

Se ha resuelto el forjado mediante unas vigas en T invertida y sobre las salientes se apoyan las tablas de las viguetas, tanto costeras como intermedias. Estas tablas tienen un espesor aproximado de 4 cm, y los costeros hasta una altura de 6 cm. El entrevigado está relleno de mortero de yeso y se ha determinado que es el mismo en toda su extensión. Las tablas están entomizadas con fibras de esparto, para asegurar la adherencia del mortero mediante el entrama-

do de las fibras que pasan por encima y por debajo de las tablas, consiguiendo armar el yeso en ambas caras del forjado, por el extradós e intradós.

Mediante unas abrazaderas de hierro de 3 cm de ancho y longitudes variables, se unen las vigas en T invertida a otras seis vigas longitudinales de 20 cm por 20 cm de sección, las dos vigas centrales separadas apenas 1 m. Esto origina una estructura entramada de cuelgue encima del forjado, que es arriostrada por unos cuadrantes en los extremos del mismo.

Dichas vigas están apoyadas sobre cinco tirantes de madera de 30 cm por 30 cm de sección que formaban parte de las desaparecidas cerchas de la cubierta original, y por otro tirante adicional situado en costado Norte (a la izquierda en la Figura 11). Por otro lado, no existe un espacio de separación entre los tirantes y el extradós del plafón.

Los tirantes se apoyan en el muro perimetral, por lo que los esfuerzos se pueden transmitir directamente a los muros Este y Oeste. No obstante, al sustituir la antigua cubierta de madera por la actual de perfiles metálicos, dichos tirantes se han colgado de los nuevos pares metálicos mediante perfiles tubulares (Figura 12). Ello se debe, probablemente, a la falta de fiabilidad en la rigidez de dichos tirantes.

#### 4.2. Los camones de la semibóveda perimetral

Mediante dobles camones de madera, tres o cuatro, se han construido los arcos de la semibóveda, y están colocados de forma alternada por su canto, unidos por clavos de hierro forjado. Tienen de 2,5 cm a 3 cm de espesor por 25 cm a 28 cm de ancho, dimensión esta última que va disminuyendo en su encuentro con el forjado como se aprecia en la Figura 19.

Estos camones están cortados según la curvatura de la bóveda pero también están formados por tablas rectas (Figura 13). Además se ensamblan de forma diferente, en el lado Sur se unen al plafón por debajo del mismo hasta el tirante 04, más o menos hacia la mitad, mientras que en la otra mitad del plafón y en el lado Norte, las testas de los camones se ensamblan a media madera a la viga en T o bien a la vigueta de borde respectivamente (Figura 14).

Los husos o espacios entre camones, están conformados mediante enlistonados, tablas entomizadas de 10 mm de sección, para conseguir la adherencia del mortero

de yeso. Estos listones están colocados con una separación de 2 cm a 3 cm y además de constituir el intradós de la semibóveda, cumplen la función de arriostramiento de los camones. Son 19 husos en cada lado del tramo recto interrumpido por el luneto, 32 husos regulares en la bóveda Sur, y el mismo número, pero con camones cortados por el luneto existente, en la bóveda Norte, a lo cual hay que agregar 6 husos por cada luneto.

La madera de los camones de la semibóveda del lado Norte es *Pinus silvestris* y la de los del lado Sur es de tipo pino de Oregón o Douglas-fir, ambas maderas blandas. Esta diferencia de especies podría ser una evidencia de que corresponden a distintas fases constructivas. Además, en el lado Sur el enlistonado de la semibóveda carece de guarnecido por el extradós, pero no en el lado Norte, pues los husos están revestidos de yeso, asegurando una mejor protección al ataque de los materiales por organismos vivos o ingreso de humedades.

La colocación de los conductos de climatización ha provocado la rotura de los enlistonados de los husos que atraviesa, y propiciado el fisuramiento de casi todos los enlucidos alrededor de las salidas, según se puede apreciar por el intradós.

#### 4.3. El encadenado

El encadenado perimetral está formado por varias piezas y su función es la de otorgar un apoyo horizontal de apoyo a los camones con incidencia radial de las testas en los extremos Norte y Sur (Figura 15). Las juntas se hacen a tope y mediante un listón clavado al costado del camón, se asegura al encadenado. Esta viga perimetral tiene 40 cm de ancho por 25 cm de canto y está apoyada sobre los muros perimetrales del salón, excepto en el extremo Sur (Figura 16), que se apoya sobre unas ménsulas y sobre cuatro puntos principales, coincidentes con los machones de separación entre tribuna y balcones y las columnas de fundición de la tribuna del Salón.

Este encadenado recibe los empujes generados por la semibóveda en los laterales Este y Oeste, y de la bóveda anular en los extremos Norte y Sur, y los reparte a los muros y puntos de apoyo. No obstante, en el Sur se puede pensar que actúa como viga curva entre los machones. Ésta podría ser una de las principales razones de aparente inestabilidad de la bóveda en este extremo por la carencia de contrarrestos hacia este lado.

13. Camones de la semibóveda del lado Sur.

(Fotografía de los autores)

14. Camones dobles que se unen a media caña a la vigueta de borde del plafón (lado Norte).

(Fotografía de los autores)

15. Vista de la semibóveda.

(Fotografía de los autores)

16. Encadenado apoyado sobre ménsulas y conductos de climatización.

(Fotografía de los autores)



13



14



15



16



17



18

17. Luneto del costado Oeste, extradós.

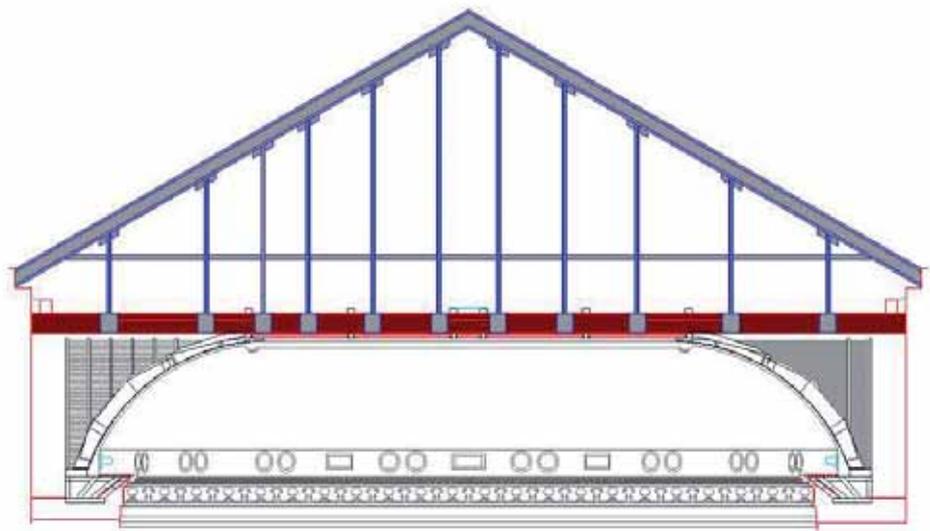
(Fotografía de los autores)

18. Luneto del costado Este, intradós.

(Fotografía de los autores)

19. Sección transversal y bajo cubierta (lado Sur).

(Fotografía de los autores)



19

#### 4.4. Los lunetos

Los lunetos también están formados por pequeñas bóvedas encamionadas por arista, que se unen a la semibóveda en los laterales y en la cabecera Norte. Los camones son perpendiculares a los de los husos y la flecha de los lunetos es la misma que la de la semibóveda (Figuras 17 y 18).

El luneto Sur se eliminó al rehacerse este lado por desperfectos acaecidos en distintos momentos, según se ha indicado en la reseña histórica. Sin embargo, el del lado Norte o del trono, que se apreciaba abierto en el boceto de Castelaro y Perea de 1844 (18) y también en el grabado de Comba y Vela de 1879 (19), se habría cegado con posterioridad a esta fecha, coincidiendo tal vez con la decoración del intradós. En cualquier caso, las fisuras del intradós denotan la intersección de las aristas del luneto Norte con el plafón.

#### 4.5. Cornisa

La semibóveda del Salón se remata con una gran cornisa por el intradós que está a la misma altura del encadenado de la bóveda encamionada, pues el ensamble de los canecillos de apoyo a la platabanda se resuelve en este punto. La cornisa establece el enlace visual del techo con la decoración de las paredes del Salón y constituye un elemento importante del conjunto (ver Figura 2).

Presenta dos soluciones constructivas diferentes. Hacia el lado Norte, se resuelve con viguetas en voladizo (canecillos) muy próximas, que no llegan hasta el borde, y con los huecos o entrevigado relleno de yeso. Hacia el lado Sur, por el contrario, se resuelve con unas pequeñas ménsulas en-

tramadas de madera, sin ningún macizado entre ellas, que están debajo del encadenado de la bóveda. Las ménsulas que definen el vuelo de la cornisa están soportadas por dobles jabalcones y un enano, acodalados por unas carreras, y carentes de riostras. A estas ménsulas se clava por el intradós el enlistonado entomizado para recibir el guarnecido de yeso (Figura 19).

#### 4.6. El intradós de la bóveda

La estructura del plafón y de la semibóveda que ha sido descrita en los apartados anteriores, presenta un aspecto diferente por el intradós, por el perímetro semicircular en los extremos Norte-Sur y porque se aprecia la continuidad de la bóveda escarzana, que por el extradós está interrumpida por la secuencia de camones y husos.

El intradós está guarnecido con un mortero de yeso de 55 mm de espesor (el mismo que ha sido aplicado por el extradós), presenta un enlucido de escayola de 2 mm de espesor, y decorado por la moldura perimetral del plafón y los rosetones situados al costado de la misma. Esta moldura oculta además las diferencias de ensambles de los camones que se producen en el encuentro del plafón con la semibóveda en los extremos semicirculares.

Como se ha indicado antes, no se cuenta con datos precisos que permitan establecer si la decoración pictórica se realizó con posterioridad a la ejecución de la bóveda, quizás a finales del siglo XIX, por parte de Aníbal Álvarez Bouquet o de Emilio Rodríguez Ayuso, o a principios del XX, o incluso, en la etapa de Ambrós Escanellas.

Contiene motivos repetitivos, por lo que podría pensarse en la aplicación de telas pre-

viamente pintadas y unidas, por las costura con clavos de sujeción vistos al costado del motivo de granados de la semibóveda. En el tramo central del plafón, se ha encontrado la aplicación previa de una pintura verde sobre el enlucido, por lo que la tela fue aplicada posteriormente. Así mismo, debajo del actual enlucido pintado en gris de la bóveda, hacia el costado Oeste, aparece un fingido de aparejo de ladrillo con llagas rehundidas. Vestigios que evidencian que la bóveda tenía otros acabados.

## 5. CONCLUSIONES

Se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- 1 De la documentación histórica analizada, la bóveda encamionada del Salón de Plenos obedece a la transformación de la antigua iglesia del convento de Doña María de Aragón a Salón de Cortes, y posteriormente a Salón de Plenos de Senado. La bóveda que se conserva actualmente habría sido realizada por el ingeniero Antonio Prat, hacia 1813, o bien en 1820 en la actuación del arquitecto Isidro Velázquez, por lo que puede confirmarse que es una obra realizada en el primer cuarto del siglo XIX.
- 2 Según los tipos constructivos de bóvedas encamionadas, se trata de una bóveda compuesta, formada por un plafón central (forjado) colgado de los tirantes de la desaparecida armadura en 1973, mediante unas vigas longitudinales que se sujetan a los mismos, y por una semibóveda perimetral arriostrada por un encadenado. A diferencia de los ejemplos convencionales, los camones se unen a

las vigas en T laterales del plafón a media madera o a tope debajo del plafón en los lados semicirculares.

- 3 En cuanto a la integridad del techo, aproximadamente la mitad Sur de la semibóveda perimetral se ha repuesto en algún momento de su historia, probablemente en la segunda mitad del siglo XX cuando se abordaron los cambios más significativos en las fachadas, eliminándose el luneto incorporado en ella. Por lo tanto, su sistema constructivo es diferente al del lado Norte, en cuanto al enlistonado entre camones sin revestir por su trasdós, y a la cornisa resuelta mediante "cerchas" paralelas en voladizo, en lugar de canecillos. Los procesos patológicos aparecen de forma más clara en la mitad Sur de la bóveda, y destacan las fisuras y las deformaciones.
- 4 A la vista de los datos históricos y constructivos que se han encontrado en los estudios previos de la bóveda encamionada del Salón de Plenos, que han sido especialmente útiles para alcanzar su diagnóstico, podemos concluir que dichos estudios resultan claramente necesarios para conocer las vicisitudes constructivas, como dato previo para las decisiones de mantenimiento e intervención en el patrimonio histórico, en particular de los bienes cuya tecnología constructiva ya no se conserva.

## AGRADECIMIENTOS

Por su colaboración, a Ignacio Moreno, doctor arquitecto, conservador del Palacio del Senado de España, y a Mónica Alonso de la Calle.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Chueca Goitia, F.: *El Palacio del Senado*, Biblioteca del Senado, Madrid, 1989.
- (2) Moleón, P.: *Isidro Velázquez. Arquitecto del Madrid Fernandino*. Ed. Ayuntamiento de Madrid, 2009.
- (3) Gentil Baldrich, J., "Noticia de Antonio Prat, arquitecto del Salón de Cortes de 1813". *Academia*, nº 85 (1997), pp 463-503.
- (4) Informe de Isidro Velázquez, con el resumen de las obras realizadas en la rehabilitación del Salón de Cortes de 1814 para la parroquia ministerial de palacio, por 133.785 reales y 24 maravedíes. Archivo del Senado de España, Madrid, 16 de diciembre de 1817.
- (5) Moleón, P.: *op. cit.*, Salón de Cortes, alzado principal y sección longitudinal, p. 439 (escala gráfica en pies castellanos).
- (6) Bustamante, R.; Monjo, J.; Alonso de la Calle, M.: *The Modifications of the Main Façade of the Spanish Senate Palace*. XXXVII IAHS, resumen p. 334. Santander, 2010.
- (7) Trenas, J. y Ambrós Escanellas, M.: *El Palacio del Consejo Nacional*. En esta publicación se describen las obras de consolidación llevadas a cabo durante los años de la postguerra. Biblioteca del Senado, Madrid, 1974.
- (8) Vitruvio: *Los Diez Libros de Arquitectura, Traducción y comentarios de J. Ortiz y Sanz*, pp 171-172, Ed. Akal, Madrid, 1987.
- (9) Gómez Sánchez, I.: *Las estructuras de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810)*, pp 65-69, Madrid, 2006.

- (10) Fray Lorenzo de San Nicolás: *Arte y Uso de Arquitectura*, Capítulo LII: Trata del primer género de bóveda, que es un cañón seguido y de las dificultades que acerca de él se pueden ofrecer, pp 92 y 93, 1639, Fondo digital de la UPM.
- (11) Villanueva, L.: "Bóvedas de madera", *Actas del Cuarto Congreso de Historia de la Construcción*, pp 1105 y 1109, Cádiz, 2005.
- (12) Jurado, F.: Informe de bases correspondiente a la iglesia parroquial de Polán, Toledo, Madrid 2000.
- (13) Bellido, J.; González Torrecilla, E.; Peña Fernández, D.; Zúñiga, R.: Proyecto Fin de Máster en Patología de la Edificación, tutelado por Rodríguez, P. Monteverde, ETS de Arquitectura de Madrid, 2010.
- (14) Marussi, F.: "Bóvedas a base de quincha en las edificaciones monumentales del Virreinato del Perú". *Informes de la Construcción*, vol. 37, nº 377 (1986), pp.59-66.
- (15) Jurado, F.: Proyecto de restauración de sacristía y casa rectoral de la iglesia de la Asunción, Bujalance, Córdoba. Madrid 2008.
- (16) Fonsal, Memorias del Seminario Taller, Reforzamiento Estructural en las Edificaciones Patrimoniales, "Las estructuras de madera de la antigüedad" por Tampone, G., pp. 131-163, Quito, 2004.
- (17) Hurtado, P.: "Bóvedas de madera y construcción naval: Mitos y verdades de la construcción de bóvedas de madera castellanas entre los siglos XVII y XVIII." CIMAD 11-1º Congreso Ibero-Latinoamericano da Madeira na Construção, Coimbra, Portugal, 2011.
- (18) Catálogo de las Pinturas del Museo Municipal de Madrid, boceto para un concurso público hacia 1844 de José Castelar y Perea, Isabel II Jurando la Constitución, pp 160-161, Madrid 1990.
- (19) Chueca Goitia, F.: "El Palacio del Senado", Grabado de Comba y Vela, Discurso de la Corona por el Rey Alfonso XII en el Salón de Sesiones en el año 1879, Madrid, 1989.

\* \* \*