

## PHILIBERT DE L'ORME, BÓVEDAS DE MADERA CASTELLANAS Y EL DESARROLLO DE LAS BÓVEDAS DE QUINCHA EN PERÚ

### PHILIBERT DE L'ORME, CASTILIAN WOODEN VAULT AND QUINCHA VAULT DEVELOPMENT IN PERU

Pedro Hurtado Valdez<sup>1</sup>

#### RESUMEN

En 1561, Philibert De L'Orme planteó la posibilidad de cubrir grandes espacios abovedados con el empleo de piezas pequeñas de madera. Aparentemente su obra quedó en el olvido hasta el siglo XIX, cuando ingenieros franceses y alemanes retomaron sus ideas para la construcción de puentes y cubiertas de grandes luces. No obstante para inicios del siglo XVII, en la región española de Castilla, los maestros carpinteros comenzaron a cubrir templos con bóvedas de madera encamonada, que seguían parcialmente los postulados de De L'Orme. Este suceso estuvo fundado en una dura crisis económica en España, que obligaba a idear soluciones baratas para las cubiertas de los edificios. Contemporáneamente, con motivo de la reconstrucción de las bóvedas de fábrica de la catedral de Lima en el siglo XVII, los alarifes indagaron por sistemas constructivos que permitieran aminorar el impacto al que estaba sometido el edificio durante los terremotos. Esta situación originó un debate técnico para determinar la naturaleza de los daños, los problemas verificados bajo fuerzas horizontales, las posibles soluciones antisísmicas a adoptarse y la eventual introducción de las bóvedas de madera según las técnicas castellanas. Estas bóvedas además de ser baratas en comparación con las de fábrica, mostraron su eficiencia sismo resistente en los posteriores terremotos. Igualmente se introdujeron novedades tecnológicas y de gran versatilidad constructiva, por lo que adquirieron un desarrollo autónomo a sus homólogas españolas.

#### Palabras clave

Bóveda de madera, bóvedas encamonadas, bóveda de L'Orme, bóveda de quincha, costa peruana

#### ABSTRACT

In 1561, Philibert De L'Orme raised the possibility of covering large vaulted spaces through the use of small wooden pieces. Apparently his work was forgotten until the nineteenth century, when French and German engineers returned to their ideas for building bridges and decks with large spans. However the early seventeenth century, in the Spanish region of Castille, master carpenters began to cover temples with wooden plank vaults, which followed partially De L'Orme postulates. This event was based on a severe economic crisis in Spain, forced to come up with inexpensive solutions to the roofs of buildings. At the same time, looking for the reconstruction of the masonry vaults of Lima's Cathedral in the seventeenth century, the master masons decided to adopt new masonry vault system that allow reducing the effect of the earthquakes in the buildings. This resulted into a technical discussion in order to determine the nature of the damage, the problems verified under horizontal forces, the possible seismic solutions to be adopted and the eventual introduction of wooden vaults according to the Castilian techniques. These vaults were cheaper than the masonry and showed their efficacy in subsequent strong earthquakes. Also they introduced new technology and versatility constructive; therefore they acquired an autonomous development of their Spanish counterparts.

#### Keywords

Wooden vault, wooden plank vault, wooden vaults in Peruvian Coast, Quincha vaults

<sup>1</sup> PhD en Arquitectura. Miembro en el comité internacional para el análisis y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico (ICOMOS-ISCASAH).

## INTRODUCCIÓN

Desde los albores de la presencia española en Perú la piedra y el ladrillo fueron materiales regularmente empleados para levantar bóvedas y cúpulas<sup>2</sup>. Prontamente los constructores hispanos observaron que las nuevas tierras colonizadas eran sacudidas constantemente por sismos de altas magnitudes, originando el colapso de la mayoría de las bóvedas, las cuales hasta entonces no estaban preparadas para hacer frente a fenómenos de esta envergadura.<sup>3</sup> Para el siglo XVII en muchas ciudades del Virreinato de Perú ya se habían experimentado diversas maneras de levantar bóvedas en fábrica, sin haberse encontrado una respuesta razonable en términos de tiempo, economía y estabilidad frente a los sismos. En la constante indagación de propuestas para garantizar la seguridad de las cubiertas se volvieron a construir en fábrica bóvedas de crucería, asumiéndose su mejor resistencia a los terremotos frente a las existentes de cañón o de arista, pero sin conseguir la confirmación en la práctica del desempeño estructural deseado<sup>4</sup>.

Por otro lado, a pesar que durante el siglo XV en Europa, se retoma la exploración científica por entender la naturaleza de los esfuerzos en los elementos constructivos, no será hasta el siglo XVII con Galileo Galilei cuando estos avances empiezan a ser medianamente difundidos<sup>5</sup>. Es así que el conocimiento científico sobre el desempeño

de la madera aún no se encontraba suficientemente desarrollado cuando Philibert De L'Orme programó cubrir grandes espacios con sus cerchas de madera<sup>6</sup>. El mismo arquitecto galo tuvo que realizar ensayos públicos ante el escepticismo de algunos miembros de la corte francesa, sin pretender extraer más conclusiones que la simple verificación visual de la capacidad de carga y de la estabilidad general de su propuesta.

De L'Orme intuía que la distribución de los esfuerzos en una estructura conformada por muchas piezas solidarias entre sí por medio de múltiples ensambles gozaba de estabilidad, debido a que si fallaba una parte de las piezas el resto se ajustaría a la nueva configuración: “*Cuando la tercera parte de los camones o de los arcos esten deteriorados, o bien podridos y rotos, lo que quede será todavía demasiado fuerte y podrá durar más que la carpintería que se acostumbra hacer*” (De L'Orme, 1561, Cap. VI, f.8r).

Los estudios para determinar las características de este tipo de construcción quedaron estancados en Francia durante dos siglos, hasta que la importancia otorgada al entrenamiento continuado de la caballería militar, hizo indispensable contar con naves de grandes luces sin apoyos intermedios. Esta situación motivó a los ingenieros galos entre otras cosas a revisar textos antiguos que tratasen al respecto, los cuales serían incorporados posteriormente a la arquitectura civil. De esta manera Guillaume Legrand y Jacques Molinos en

<sup>2</sup> Fray Reginaldo de Lizarraga menciona la construcción de edificios abovedados de fábrica que había encontrado durante su estancia en el Virreinato peruano en 1609 (Lizarraga, 2002). De igual forma Guamán Poma de Ayala dibuja ciudades virreinales de comienzos del siglo XVII mostrando imágenes de edificios con cubiertas abovedadas en piedra y ladrillo (véase láminas en Pease, 1993).

<sup>3</sup> “*Los temblores*” de tierra echaron abajo en 1609, en 1647 y en 1746 todos los restos de la arquitectura del siglo XVI... del gran empeño arquitectónico del siglo XVI, sólo ha sobrevivido, en el Perú: unas bóvedas de lacería, descubiertas por el terremoto de 1940 en la iglesia de Santo Domingo; y las ruinas de las iglesias de Saña...” (Porras Barrenechea, 1987, p. 69). Ciertamente, en el sur de la península Ibérica, existen zonas sísmicamente activas, pero presentan una periodicidad muy espaciada y con una magnitud máxima histórica de 6,8 MMS (Martínez Solares, 2003). A diferencia de lo que los constructores españoles encontraron en el Virreinato del Perú, donde los grandes terremotos son poco espaciados entre ellos y las magnitudes superiores a 8 MMS. Para las fechas en cuestión todavía no se había dado la catástrofe del terremoto de Lisboa de 1755.

<sup>4</sup> El hundimiento de las bóvedas de cañón realizadas con ladrillo en la iglesia de Pacasmayo y con piedra en la catedral de Cuzco motivaron su cambio por bóvedas de crucería. Las bóvedas de la catedral de Lima se rehicieron después del terremoto de 1609 bajo el sistema de crucería, pero volvieron a colapsar en el terremoto de 1687, para ser reconstruidas luego en madera bajo el tipo encamonado.

<sup>5</sup> Leonardo da Vinci había esbozado entre finales del siglo XV y comienzos del siglo XVI ideas del tipo de empujes producidos por un arco de fábrica, llegando también a realizar diversos experimentos sobre esfuerzos en vigas y columnas de madera (Timoshenko, S. P., 1983, pp.3-6). Sin embargo el carácter hermético que el mismo Leonardo imprimió a sus estudios y su tardía publicación, mucho tiempo después de su muerte, produjo que estas ideas empezaran a ser conocidas solo a finales del siglo XVI. Incluso el Codex Leicester fue descubierto dentro de un baúl con llave en 1717 y el Codex de Madrid fue traído en secreto a España por Pompeo Leoni, pasando a poder del Rey en 1639, quien lo mantuvo en su biblioteca particular. Luego en 1830 fue depositado en la Biblioteca Nacional de España, la cual publicó una edición facsímil recién en 1874 (Cervera Bravo, J., 1982, p.41).

<sup>6</sup> La denominación de cercha que se usaba en el Virreinato de Perú consideraba a una estructura de madera en arco conformada por tablas de madera contrapeadas entre sí (camones y contracamones), y cuya unión con otros arcos similares daría posteriormente la forma al esqueleto de una bóveda de madera.

1782 retomaron los planteamientos de De L'Orme para la construcción de la cúpula de Halle au Blé en París. Siguió esta corriente Joseph Chalgrin y G. Detournelle, en 1799 y 1800 respectivamente, con la construcción de las amplias salas de la cervecería de Rennes y en el Senarmom de Fontainebleau.

Contemporáneamente, en Prusia y Sajonia, aparecen publicaciones sobre el sistema constructivo de De L'Orme, donde se trataban de analizar su comportamiento estructural. Así David Gilly, jefe de la oficina de construcciones de Prusia, publicó su texto *"Sobre la invención, construcción y ventajas de las cubiertas conformadas con planchas de madera"* en la cual evaluaba el comportamiento de las cerchas encamionadas, pero considerando erróneamente que éstas seguían el mismo principio de los arcos de fábrica y como tal explicaba su preferencia por los arcos apuntados (Gilly, 1797). Igualmente Johann Albert Eytelwein (1764-1848) asumía las juntas de los camones como conexiones rígidas, especulando que la transmisión de los esfuerzos en compresión en las cerchas era de la misma entidad que el producido en los arcos de fábrica (Hahmann, 2006, p. 1506).

Por su parte Franz Joseph Ritter von Gerstner (1756-1832) trabajó sobre el análisis de la capacidad de carga de las cerchas encamionadas, pero bajo la perspectiva de su aplicación a puentes, las cuales se ensamblaban tratando de seguir una imaginaria línea de empujes. Similarmente, Funk realizó pruebas de carga en un puente que bajo órdenes expresas del príncipe de Sajonia se construyó para evaluar el comportamiento estructural de los arcos encamionados de madera. Finalmente, Paul Joseph Ardant, en 1847, llevó a cabo experimentos en cerchas sometiéndolas a cargas en su contorno curvo, para lo cual utilizó cuerdas y poleas que se ajustaban al perímetro de los arcos. Ardant también aplicó a la madera los recientes estudios que provenían de Francia sobre el comportamiento elástico de los materiales, observando que estas estructuras tendían a fallar por el giro que se producía en las uniones de los camones.

Consideraciones propias de los arcos de fábrica, como la forma ideal y las resultantes de las reacciones seguirían dominando la discusión científica europea sobre estas cerchas hasta mediados del siglo XIX<sup>7</sup>. Finalmente, la preferencia por el empleo de los arcos de madera tipo Emy y el desarrollo de las estructuras metálicas condujo al olvido del sistema de De L'Orme en Europa.

En medio de este panorama edificatorio los alarifes peruanos optaron por experimentar también con bóvedas de madera, cuyo referente inmediato lo constituían las bóvedas castellanas, las cuales a su vez fueron influenciadas por Philibert de L'Orme. Sin embargo en Perú, fuera del naciente debate ilustrado europeo sobre estas estructuras, continuarán dimensionando los elementos de madera y proponiendo soluciones constructivas según dictaba la experiencia y las indicaciones de los gremios respectivos.

No se tienen noticias en los conciertos de obra, o algún otro documento de la época, de la realización de ensayos para verificar el comportamiento de las estructuras encamionadas, tal vez porque la experiencia constructiva acumulada en España había demostrado la fiabilidad estática al ser sometidas a cargas verticales. Además, los sismos como pruebas reales y constantes de su funcionamiento frente a fuerzas horizontales, servían tanto a la comprobación de las hipótesis de diseño como a la corrección y ajuste permanente con el fin de mejorar su comportamiento sismorresistente<sup>8</sup>.

## ANTECEDENTES DE LAS BÓVEDAS DE MADERA

La primera referencia escrita sobre cubiertas abovedadas de madera se encuentra en la descripción que ofrece Vitrubio cuando trata del modo de efectuar los enlucidos en Roma:

*"Cuando las circunstancias exijan formar techos abovedados, procédase del siguiente modo: se colocarán*

<sup>7</sup> Basta recordar que la primera aplicación de la estática en la solución de problemas de arcos de fábrica la realiza Lahire recién en 1695 utilizando el polígono funicular en sus análisis. Incluso en el siglo XIX (1825) el Consejero de construcciones de Bavaria Johan Michael Voit hacía referencia a las características de los arcos de fábrica existentes para referirse a la naturaleza de las cerchas encamionadas.

<sup>8</sup> Juan y Ulloa, miembros de la misión científica española de 1738, anotaron que el uso de las bóvedas encamionadas no dependía de un factor económico si no de seguridad: "...no siendo economía esta invención; porque obliga a valerse de ella el peligro de los Temblores, que no permiten sin inminente riesgo, que sean estas piezas de una materia pesada, y que necessite de ligazon de Mezcla para unirse" (Juan, J. y De Ulloa, A., 1748, p.50).

*unos listones – o pequeñas vigas- rectos que guarden entre sí una distancia no mayor de dos pies... Cuando los listones hayan sido fijados formando un arco, se asegurará el entramado o bien el techo abovedado mediante tirantes de madera, y con abundantes clavos de hierro quedaran bien sujetos... Fijados los listones, se sujetarán entre sí mediante una textura de cañas griegas aplastadas, que se atarán con cuerdas de esparto hispano, según lo exija la curvatura de la bóveda...*" (Vitrubio, 1995, p. 267).

No obstante este tipo de construcción en realidad corresponde a una falsa bóveda, la cual se ejecutaba con el empleo de cogotes de diferentes dimensiones, que colgaban de las vigas del forjado que es en realidad la verdadera estructura portante. Bajo ellas se disponen correas longitudinales que ayudan a dar la curvatura al tejido de caña definiendo con ello el intradós de la bóveda, sin el auxilio de camones. El asunto se esclarece con la interpretación gráfica del texto vitrubiano realizada por Rusconi (1590), siendo compartida aún en tiempos actuales por Howe (1999).<sup>9</sup>

La lectura de Vitrubio plantea también la reflexión que la construcción de bóvedas de madera era un hecho conocido desde épocas antiguas.<sup>10</sup> Esta tradición constructiva continuará aún en la Edad Media, aunque se conozca poco sobre los textos elaborados durante este periodo, los cuales hubieran podido explicar de modo más claro el alcance de los sistemas constructivos utilizados<sup>11</sup>. Esta realidad se debía en gran medida al carácter hermético de la transmisión de conocimientos dentro del seno de los gremios y las logías, de maestro a discípulo. Sólo se tiene noticias del cuaderno de dibujos de Villard de Honnecourt (1235, f.34), que contiene las primeras referencias gráficas conocidas sobre armaduras de cubierta.

De Honnecourt dibuja dos cubiertas que corresponden a una armadura de palomillas, mientras la tercera cubierta constituye una

armadura formada con pares y nudillo, además de riostras curvas que se cruzan y pequeños pies derechos junto a la base. Este segundo caso si bien no muestra una bóveda de madera en toda regla sí hace patente que ya en la arquitectura medieval se empleaba elementos curvos de madera en la solución de cubiertas.

Por su parte Leonardo da Vinci había realizado en el siglo XIV dibujos de vigas obtenidas con piezas colocadas en rosca una sobre otra. Las uniones se solucionaban con empalmes en diente de sierra y clavijas metálicas que atravesaban el conjunto. La viga se curvaba mecánicamente por medio de una prensa, para lo cual se dejaba fijo el centro de la pieza y se presionaban los extremos de ella. Lamentablemente, Leonardo no dio más detalles de esta viga compuesta curva.

En el siglo XV aparecen los tratados italianos de Antonio Averlino (Il Filarete), Francesco di Giorgio Martini y León Battista Alberti. De los tres será Alberti (1485) quien tocará el tema de estructuras de madera, pero sólo en los aspectos del corte y secado, las especies a utilizar, nociones básicas de sus propiedades mecánicas y como podían ser empleadas en puentes y en cubiertas. Da también algunas recomendaciones constructivas, aunque centra su discurso principalmente en los puentes. En esta parte Alberti distingue entre las cubiertas de línea recta a realizarse con madera y las cubiertas curvas o bóvedas que se debían construir con piedra, criticando la costumbre de cubrir las iglesias con estructuras de madera por su baja resistencia al fuego:

*“Que conviene que los techos de los templos sean en boveda, para que no esten sujetos a incendio, como muchos cosas, y también la dignidad, y fabrica de los frontispicios. En los templos querria yo que por causa de la dignidad y de la perpetuydad principalmente el techo*

<sup>9</sup> Otras traducciones del texto de Vitruvio mencionan erróneamente las palabras “camón” para referirse al tejido curvo de caña y “encamonado” para designar a la bóveda como tal. (Cfr. Vitruvio, 1787, pp.171-172), (Cfr. Vitruvio, 1986, pp.176-177). La traducción de Vitruvio en el texto italiano de Rusconi (Rusconi, 1590) o en el inglés de Howe (Vitruvius, 1999), tampoco consignan la construcción de bóvedas encamonadas, sino de bóvedas de listones de madera y caña, logradas con una técnica distinta.

<sup>10</sup> Choisy muestra unos dibujos de arcos formados por camones en los cuales planteaba la hipótesis que las bóvedas pétreas de la India tuvieron su origen en la construcción de bóvedas de madera. (Choisy, 1970, vol.2, pp.44-45).

<sup>11</sup> Basta recordar la cúpula de madera de la iglesia de San Marco en Venecia (1231) construida sobre una cúpula de fábrica. Esta armadura estaba compuesta por múltiples riostras, puntales y tirantes, los cuales se escondían en el espacio formado entre ambas estructuras. Evidencias similares constituyen las cubiertas abovedadas de madera de la arquitectura normanda en Inglaterra, como en la iglesia de Todos los Santos en East Meon (1150) o en la iglesia de Southwell (1198) (Cfr. Peraza, 2005, pp. 48-55).

*fuesse de boveda: y no se cierto porque bado viene, que casi no ballareys templo alguno celebrado que por injuria del fuego no aya venido en perdición”* (Alberti, 1582, Libro VII, p. 215).

Durante el siglo XVI se acentúa en Europa esta escasez de madera de grandes longitudes, situación que servirá como catalizador para el desarrollo de los dos grandes sistemas de construcción de estructuras formadas por piezas de menor longitud que la luz a salvar, ya sea en las estructuras de celosía o en los métodos de ensamble de elementos para obtener piezas mayores a partir de tablas cortas.<sup>12</sup> Dentro de esta corriente predominante, este siglo tendrá la presencia de dos tratadistas que abordarán por vez primera en un texto el modo de construir bóvedas de madera a partir de piezas pequeñas, De L'Orme en Francia (1561) y Serlio en Italia (1600).<sup>13</sup> Pero entre ambos planteamientos hay una gran diferencia, porque Serlio únicamente describe las características de su propuesta de modo breve, tanto gráfica como literalmente (asigna sólo una lámina y unas cuantas líneas), omitiendo los detalles necesarios para construirla. Una experiencia contraria resulta ser De L'Orme, quien incluye numerosas láminas de su idea, la cual básicamente trata de cerchas o arcos de madera (*rancs de courbes*) formados por camones (*petit bois*) arriostrados lateralmente con correas (*entretoises*), unidas por clavijas de madera (*clavettes*) hasta definir una cubierta abovedada (Fig. 1a).

De L'Orme describe la forma y dimensión de los camones y demás piezas a utilizar, igualmente las características de las cerchas, los detalles constructivos y tipos de ensambles. Dibuja también las bóvedas terminadas y da referencias de ejemplos realizados con este sistema en Francia. La

intención del arquitecto galo fue la de presentar este sistema como una propuesta nueva y de la cual asumió la paternidad, indicando que trataba de ser una alternativa para la obtención de piezas de gran longitud a bajo costo.<sup>14</sup> Además esgrimió la ventaja del sistema que garantizaba la estabilidad del conjunto, ya que aunque se deteriorasen algunas piezas, éstas podían cambiarse sin mayor riesgo o necesidad de demolición.<sup>15</sup>

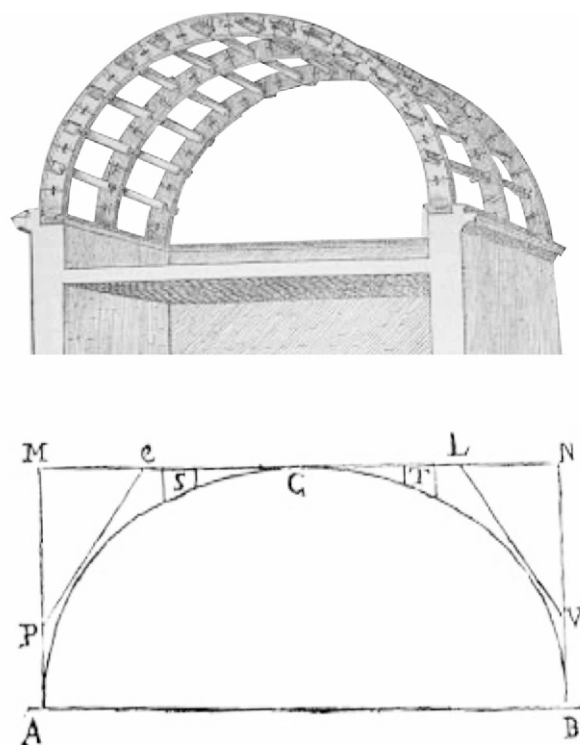


Figura 1. a) Bóveda encamónada<sup>16</sup> y b) Elementos de una bóveda encamónada<sup>17</sup>

<sup>12</sup> Alberti ya comentaba sobre la necesidad de unir diversas piezas con el fin de obtener una viga compuesta. Aún Brunelleschi en 1421 se quejaba por la dificultad que significaba conseguir vigas de castaño para realizar andamios, maquinarias de elevación y refuerzos en sus obras, a pesar que él las solicitaba con dos años de anticipación (Mark, 2002, pp.264-266). Se debe tener en cuenta que la escasez de madera se había notado ya durante el Medioevo y que el mismo Villard de Honnecourt dibujó un modelo de ensamblaje de cubierta plana con piezas pequeñas, que después será retomado por Serlio (De Honnecourt, 1235, f.23).

<sup>13</sup> Se debe considerar que la primera edición del tratado de Serlio es de 1537 y su traducción al castellano corresponde a la edición de 1552. Sin embargo estos textos se refieren sólo a los Libros Tercero y Cuarto, siendo la edición completa traducida al español de 1600, donde se incluye el Libro Siete que es el que muestra los dibujos de bóvedas de madera.

<sup>14</sup> "... cette invention n'a point esté pour lucrative... mais plustost pour la necessité des grands bois qui ne se trouvent plus en France..." (De L'Orme, 1561, Cap. III, f.4).

<sup>15</sup> "Vous voiez que ceste nouvelle façon & invention a un tres grand advantage & profit, au pris de l'ancienne. Car si quelque piece de bois se gaste ou se pourrist, vous la pouvez oster & remettre tout incontinent s'il vous plaist, sans rien abbatre ne demolir, comme il se fait aux autres charpenteries" (Ibidem, Cap. XIII, f.55).

<sup>16</sup> según De L'Orme (1561, f.10)

<sup>17</sup> según San Nicolás (1639, f.92)

En 1570 Palladio se concentró principalmente en el tema de las estructuras de celosía para el caso de puentes, mostrando al igual que sus coetáneos Serlio y De L'Orme una particular preocupación por establecer estructuras conformadas por piezas de menor dimensión que la luz a salvar. A pesar que el texto de Palladio no entra en el estudio específico de los arcos o bóvedas de madera como lo hacen los otros dos, sí hace referencia a un par de edificios, el convento de la Caridad de Venecia y las bodegas de Moncenigo, que tenían por cubiertas unas bóvedas encamionadas, de las cuales resaltaba el poco peso de éstas<sup>18</sup>. Del testimonio de Palladio se desprende que las bóvedas encamionadas también eran levantadas en tierras italianas ya en la segunda mitad del siglo XVI.

En el ámbito de la carpintería de lo blanco español se puede decir que los tres tratadistas más conocidos del siglo XVII fueron el alarife de Sevilla Diego López de Arenas (1633), el maestro de obras de Salamanca Rodrigo Alvarez (1699) y el fraile carmelita Andrés de San Miguel, quien desarrolló una intensa actividad proyectual en México. De los tres, serán sólo López de Arenas y San Miguel los que tocarán, con mayor o menor acierto, el tema de las cúpulas de madera y el modo de trazarlas.

Asimismo, un tratado importante que vio la luz en España en la primera mitad del siglo XVII fue el texto de Fray Lorenzo de San Nicolás, cuya primera parte explica brevemente la manera de realizar una bóveda encamionada según el procedimiento español, es decir sujeta de una estructura superior (San Nicolas, 1639, f.91-92v). San Nicolás refiere y dibuja también la forma de cubrir los cruceros de las iglesias con chapiteles, pero que constituyen armaduras distintas a la cúpula encamionada del tipo de De L'Orme (Fig.1b).<sup>19</sup>

Contemporáneamente, al tratado de San Nicolás, aparece el texto de Rodrigo Álvarez, el cual pretende ser un tratado práctico de arquitectura pero que no aporta nada nuevo en la discusión sobre bóvedas de madera. Muestra, sin embargo, un dibujo exactamente similar al de San Nicolás donde cubre una capilla con una estructura con intradós curvo, explicando que se trata de un chapitel, por tanto aclarando el error de considerar esta estructura como una cúpula encamionada:

*“Porque no ygnoren algunos maestros de carpintería la execución de la fabrica de chapiteles. pondre aquí la planta y diseño desta cúpula. y entenderán que es sacada por otra luz que yo he tenido, es que en mis primeros años de mi infancia travaje en Madrid en algunos chapiteles, en Salamanca en el de los Agustinos Descalzos, y también maestré el de los padres clérigos Menores y Trinitarios Descalzos...”* (Alvarez, 16??, f.45r-45v).

## BÓVEDAS DE MADERA ENCAMIONADA CASTELLANAS

Entre los años 1550 a 1555, Philibert De L'Orme formuló su propuesta de bóvedas de madera con camones, utilizándolo luego en 1555 en el castillo de Limours, en 1559 en el proyecto de la cúpula para la reconstrucción del monasterio de Montmartre, en los palacios de La Muette y de Annet. La publicación de sus obras se realizó en 1561.<sup>20</sup> El ambiente constructivo español del siglo XVI tenía ya conocimiento de la invención de De L'Orme, puesto de manifiesto por el propio arquitecto francés, quien habla del envío de su obra fuera de las fronteras francesas, incluida España.<sup>21</sup>

Paradójicamente, los tratadistas españoles de los siglos XVI y XVII, no comentan a De L'Orme,

<sup>18</sup> “Las bóvedas de estas son encamionadas de caña para que pesen poco” (Palladio, 1570, L.II, cap.VI, p.51). “Las piezas mayores tienen las bóvedas, altas veinte y un pies; y la construcción de estas es encamionado de cañas para que sean ligeras” (Ibidem, L.II, cap.XIV, p.61).

<sup>19</sup> Se trata de una estructura de perfil poligonal por fuera y semiesférico por dentro, es decir una armadura de paños curvos sobre planta octogonal resuelta mediante cerchas radiales y que San Nicolás proponía como una alternativa a las cúpulas de piedra, tanto por su economía como por su posibilidad de dar menores empujes a los muros (San Nicolas, Segunda parte, Cap.51, f.189-193).

<sup>20</sup> “Dans les années 1550-1555, sans qu'on puisse préciser les dates, Delorme invente le système de charpente à petits bois. La résistance des poutres constituées d'ais assemblées par cheville est officiellement testée devant le roi. En 1555, l'invention, aux dires de l'architecte, est mise en oeuvre au château de Limours pour couvrir l'aille d'accès... Celle-ci pourrait donc être une de ces charpentes d'assemblage à arbalétriers courbes reliés par des liernes” (Boudon et al. 1985, p.53). “Un incendio distrusse nel 1559 il convento di Montmartre, e poco prima della sua morte Enrico II promise alle suore di soccorrere nell'opera di ricostruzione, concedendo loro l'uso dei materiali già impiegati per una Salle de Triomphe effimera realizzata alle Tournelles. In previsione di ciò de l'Orme progettò un'immensa rotonda di 180 piedi di diametro... e coperto da un'alta cupola lignea dalla struttura caratteristicamente ingegnosa, sormontata da una larga lanterna...” (Blunt, 1997, p. 99).

<sup>21</sup> “...Oltre la renommée qui s'en respandra par nations étrangères, esquelles se portent, comme l'ay ueu, telles façons de charpenterie par plusieurs hommes qui en ont envoié en Italie, Allemagne, Espagne et plusieurs autres lieux. Ce que ie scay pour en auoir fait et font tous le iours...” (De L'Orme, 1561).

salvo la anecdótica mención de Juan de Torija sobre el empleo de aquel texto como ayuda para la elaboración de su propio tratado. Naturalmente Torija se detiene a analizar la experiencia De L'Orme únicamente en lo tocante a estereometría de la piedra y ejecución de bóvedas con este material, sin dedicar capítulo alguno a las bóvedas de madera.<sup>22</sup> No obstante, ya en 1578, Nicolás de Vergara El Mozo en su intervención en la reconstrucción de la iglesia de Santo Domingo El Antiguo en Toledo, bajo proyecto de Juan de Herrera, mencionaba que se debían incluir cerchas encamonadas en la cúpula (Marías, 1987, p.173). Según esta descripción la traza de Juan de Herrera, que no se llegó a ejecutar, incorporaba en el segundo tercio del siglo XVI una media naranja sobre la base de un sistema de ocho grandes cerchas de madera formadas por camones y contracamones, con el fin de cubrir el cuerpo octogonal del crucero. Esta disposición de planta poligonal caracterizará a las armaduras españolas que buscaban recrear el efecto de una cúpula, y posiblemente fue el inicio del uso de las técnicas encamonadas en España, extendiéndose luego a la construcción de bóvedas.

Kubler por su parte era de la opinión que las cúpulas encamonadas de Francisco Bautista y fray Lorenzo de San Nicolás eran sólo una adaptación de las armaduras de madera flamencas introducidas en España desde Flandes a partir de 1558 por iniciativa de Felipe II y usadas en El Escorial. Es decir que la propuesta francesa de cubiertas abovedadas de madera con camones llegaría a España indirectamente a través de los Países Bajos (Kubler et al., 1959, p. 22).<sup>23</sup> Por tanto, a pesar que San Nicolás refiere que fue Bautista el primero en utilizar este tipo de cúpula en la iglesia del Colegio Imperial de San Isidro, la cercha formada con camones como elemento

constructivo para armar cúpulas de madera era ya conocida en España antes del siglo XVII.<sup>24</sup>

En realidad estas cúpulas indican armaduras más próximas a la naturaleza de los chapiteles con un perfil exterior curvo. Efectivamente, la cúpula encamonada española se caracterizó por estar constituida por pares curvos (cerchas) realizados con camones, con los que a su vez se definían los bordes poligonales de la cubierta. Mientras que para completar el resto de la estructura aún se empleaban un conjunto de piezas lineales, como sucede en la cúpula de la capilla de San Juan de la Penitenciaría o en el proyecto no efectuado para la nueva cúpula de la capilla de San Ildefonso, ambos en Alcalá de Henares.

Sin embargo las cúpulas y bóvedas encamonadas españolas interpretan parcialmente el planteamiento de De L'Orme, no tanto en el corte de las piezas de los camones, el sistema francés le dotaba de extradós e intradós mientras el español sólo de intradós, sino en la concepción estructural del propio sistema. De esta manera las cúpulas encamonadas españolas se realizaron sin pretender llevar una función estructural predominante, porque las cerchas se fijaban sobre una armadura oculta en el intradós o en el caso de las bóvedas encamonadas sujetadas de una estructura superior, ya sea del tirante o de los pares con los que se formaba la cubierta. Mientras la propuesta de De L'Orme daba como consecuencia una cúpula o bóveda que se autosostenía y cuyos diversos elementos se trababan a presión entre sí con clavijas de madera evitando el uso de clavos de hierro.<sup>25</sup> Sin embargo la condición principal para que este tipo de armadura apareciera y se difundiera en España durante el siglo XVII no fue tanto la novedad de la propuesta sino la necesidad de disminuir los costos de las construcciones en general. Esta situación venía motivada por una asfixiante recesión y una

<sup>22</sup> Torija indica que para la redacción de su libro había consultado los tratados de Vitruvio, Alberti, Palladio, De L'Orme, Ivan Bullan, Serlio, Viñola, Fontana, Rubens y Scamozzi. Sin embargo el texto de Torija no toca bóvedas de madera, como si lo hace con arcos y bóvedas de cantería (Torija, 1661, pp. 73-75).

<sup>23</sup> Bonet también pensaba que estas estructuras típicas de la arquitectura madrileña del siglo XVI y XVII eran originarias de Francia (Bonet, 1961, pp. 14-15). Bajo la misma perspectiva Marías dio el nombre de Philibert De L'Orme como el padre del nuevo sistema constructivo adoptado en España para la construcción de cúpulas lúnea (Marías, 1987, p. 176).

<sup>24</sup> Francisco Bautista (1596-1679) además de la original cúpula de la iglesia San Isidro, también construyó otras cúpulas encamonadas en la iglesia de la Vida Pobre en Toledo, en la iglesia de su convento en Salamanca y en la iglesia de Villaseca (Tovar, 1975, p. 83).

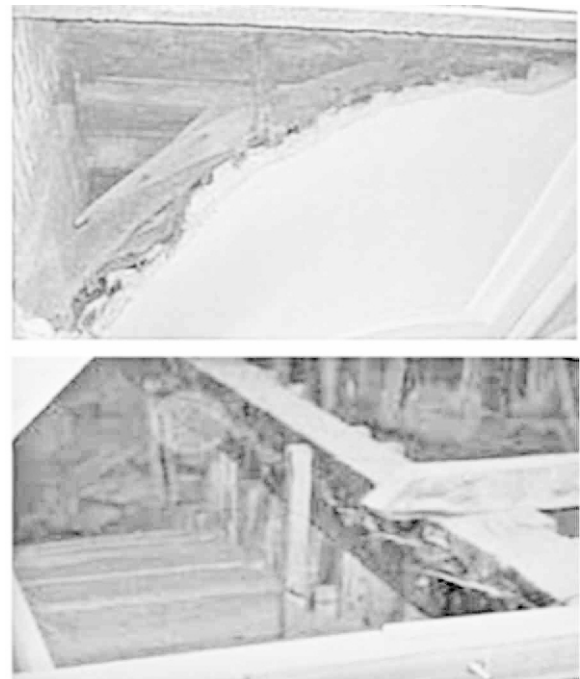
<sup>25</sup> A confirmar esta apreciación resulta el testimonio del murciano Rejón de Silva (1788) cuando menciona en su diccionario que una bóveda encamonada española se encontraba necesariamente fijada a la estructura del forjado o cubierta: "...estos (los camones) asegurados a los tirantes o pares para formar las bóvedas encamonadas..." (Nuere, 2000, p. 288).

progresiva disminución de recursos económicos que sufría la Monarquía española. Dado que el costo en esta época de una bóveda de cantería era cuatro veces mayor que el de una bóveda de madera o tabicada se entiende la razón del auge de estas dos últimas soluciones.

A la austeridad económica reinante se sumó el cambio de estilo arquitectónico con el advenimiento del periodo Barroco, el cual jugó un papel decisivo porque ayudó a consolidar el desarrollo de las bóvedas encamonadas, al obligar a idear métodos baratos para la transformación espacial de las naves de los templos. Esta solución consintió a muchas iglesias españolas que presentaban cubiertas de madera de par y nudillo o pares con tirantes evitar el desmontaje de la vieja estructura para levantar una nueva, sino que utilizando los elementos de la armadura antigua podían suspender de ella una bóveda encamonada que definiría el nuevo interior del templo. La construcción de las bóvedas encamonadas aparte de la economía directa que producía, permitió también un sustancial ahorro de material en la estructura de base, porque se eliminaban los contrafuertes interiores que se solían colocar entre las capillas laterales, como consecuencia de la reducción del peso y de los empujes en comparación con las de fábrica. A tal efecto era posible también achafanar, en el caso de cúpulas, los cuatro machones o pilastras del crucero sobre los que ésta se apoyaba.

La eclosión constructiva de las bóvedas encamonadas se produjo principalmente en tierras castellanas, como en su época lo comentaba San Nicolás en referencia a las ciudades de Madrid, Salamanca y Talavera de La Reina. Menciona que en Madrid ya se habían construido las bóvedas de la iglesia del colegio jesuita de San Isidro, del *Convento de Agustinos Descalzos* y de la *Capilla del Desamparo de Cristo*, evidenciándose que este sistema constructivo estaba ya presente en la capital española desde el primer tercio del siglo XVII. Datos que se confirman con la bóveda encamonada del salón de Embajadores del Casón del Buen Retiro, que Alonso de Carbonell cubrió en 1637, dos años antes de la aparición del texto de San Nicolás. Por otro lado parece que Alcalá de Henares fue un crisol de edificaciones con bóvedas encamonadas, reflejado en el Oratorio de San Felipe Neri, los colegios de Trinitarios, de Málaga, de Carmen Calzado y de Caracciolos, todas correspondientes al siglo XVIII (Fig.2a).

En la iglesia de San Antón en Madrid, levantada a partir de 1740 por Pedro de Ribera, se ha vislumbrado que todas las bóvedas están sostenidas por medio de cogotes de unas grandes vigas, que son las que realizan la labor portante (Fig.2b). Entre las cerchas se han colocado listones que arman el conjunto y sirven de base al revoco final de yeso. De igual manera la iglesia parroquial de Torija en Guadalajara, también realizada en el siglo XVIII, presenta una bóveda encamonada sujeta de dobles vigas de madera que salvan la luz de la nave y que constituyen los elementos estructurales del conjunto. Sobre estas vigas madres se apoyan seis correas dispuestas en el sentido de la nave, y a un lado de ellas van clavados cogotes de madera que fijan la posición de las cerchas mediante un empalme por muesca (Villanueva 2005, p.1107). Finalmente, la forma del intradós de la bóveda de Torrija viene dada por tablas clavadas desde la parte baja de las cerchas. Al igual que en la capilla de Caracciolos y en la iglesia de San Antón, aquí también las tablas están convenientemente distanciadas entre ellas y rodeadas con cordeles para permitir una mayor adherencia del revoco de yeso con la que eran recubiertas.



**Figura 2:** a) Bóveda encamonada en la capilla de Caracciolos (Alcalá de Henares). b) Bóveda encamonada en la iglesia de San Antón (Madrid).



Conviene precisar que no sólo la arquitectura religiosa recurrió al empleo de las bóvedas encamonadas para cubrir las naves de las iglesias sino que también fue un recurso habitual en la arquitectura civil y militar. De este modo los constructores cubrieron grandes salones de palacios, salas de teatro y cuarteles con este sistema constructivo. Por ejemplo el teatro Rojas en Toledo, datado del siglo XVIII, muestra una concepción constructiva parecida a los casos precedentes, con gruesas vigas horizontales que definen la estructura portante de las que se sujetan las cerchas de la bóveda por medio de cogotes.

En la memoria de 1761 sobre las condiciones establecidas para la construcción de la Real Aduana de Madrid, actuales oficinas del Ministerio de Hacienda, por parte de Francisco Sabatini se incluían bóvedas encamonadas cuyos cerramientos se realizaban con listones de madera y cordeles para ayudar a la formación del intradós con yeso. Mientras la bóveda debía de estar sujeta de un forjado horizontal de madera compuesto por vigas de pie y cuarto (35cm) o de tercia (28cm) separadas cada 50cm entre ellas.<sup>26</sup>

## BÓVEDAS DE MADERA EN EL VIRREINATO DE PERÚ

### La vertiente del Atlántico

Las bóvedas de madera construidas durante la presencia hispana en Sudamérica presentan diferencias entre ellas, las cuales están relacionadas con las zonas geográficas donde se edificaron. Para comprender dicha posibilidad de cambios en las propuestas constructivas se debe imaginar un virreinato conformado por extensos territorios que abarcaban gran parte del continente Sudamericano. Aquellas tierras ubicadas en la vertiente del océano del Pacífico correspondían a las audiencias de Santa Fé (parte de Colombia), Quito (actual Ecuador y sur de Colombia) y Chile

(centro de Chile). Mientras que las que pertenecían a la vertiente del océano Atlántico eran las audiencias de Charcas (Bolivia, norte y sur de Chile, Paraguay y noroeste de Argentina) y Buenos Aires (nordeste y sur de Argentina).

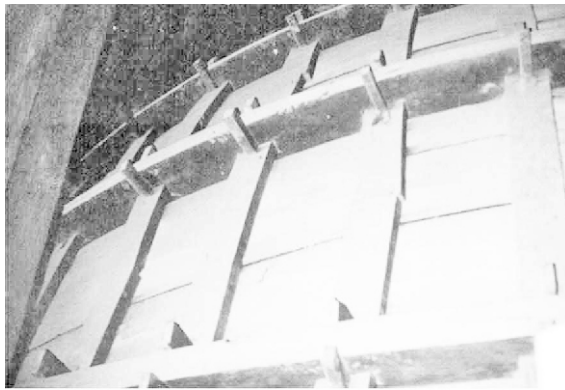
En la vertiente del Atlántico la principal aportación conocida de bóvedas encamonadas lo realizó Philippe Lemaire en Córdoba (Argentina), con la construcción de la cubierta de la iglesia de La Compañía de Jesús en 1667, donde se evidencian características constructivas influenciadas por el sistema desarrollado por Philibert De L'Orme (Fig.3a).<sup>27</sup> Esta iglesia despliega una planta en cruz latina, con una nave principal de 50 m de longitud y una nave transversal, en la zona del crucero, que posee un largo de 24 m, además de una cúpula de 10,70 m de diámetro (Gómez et al., 2003, pp.83-88).

Las cerchas forman una línea de camones y otra de contracamones, con recorte del perfil curvo tanto para el intradós como para el extradós. Cada camón es de 200 cm de longitud, 30 cm de canto y 7 cm de espesor, siendo arriostradas perpendicularmente por correas de 7 x 3 cm de sección, separados cada 53 cm y trabados por clavijas pasantes de madera a ambos lados de la cercha, tal como lo establecía De L'Orme. Una característica esencial de las bóvedas de Lemaire es la creación de pre compresiones a través del uso de listones y tablas de cerramiento aseguradas con las clavijas en forma de cuñas, que se curvaban durante su colocación, las cuales al tratar de recuperar su forma original presionaban contra las cerchas (Laner, 2001, p.14).

Las armaduras abovedadas de este tipo centraron su área de influencia principalmente en la zona de La Plata (Argentina), con ejemplos similares durante los siglos XVII y XVIII en las iglesias jesuitas de San Carlos en Salta (1666) y de Nuestra Señora de los Milagros en Santa Fé (1734), construida por el hermano jesuita José Schimdt,

<sup>26</sup> "9ª condición. - Los suelos del piso del quarto segundo, de bobedas encamonadas, y enlistonado, y entomizado, con el primer dado de mano de yeso negro, cal y su guarnecido de cal tirada a paleta, y luego estucado con cal blanca, como asimismo las del tercero y piso de desvanes, y a cómo cada pie... 10ª condición. - Que los suelos de esta bobeda han de ser algunos de vigas de a pie y quarto, otros de viga de tercia, sentados a un pie y octavo de ancho de uno a otro, entablado por encima con tabla del gordo de a siete o de a nueve en rústico, recorrida y juntada por los cantos, y con su solado de baldosa fina de la Ribera y sin que toquen en dichas bobedas estos suelos, y a cómo cada pie y en cada clase de maderas de éstas" (Sabatini, 1761).

<sup>27</sup> Se debe tener en cuenta que en la biblioteca de la Compañía de Jesús de Córdoba fue encontrado un ejemplar del texto de De L'Orme. (Ayerza et al., 1996, p.44).



**Figura 3:** a) Bóveda encamonada en la iglesia de La Compañía de Córdoba, Argentina Laner, 2001, p.14). b) Bóveda encamonada en la iglesia de San Juan de Dios de Bogotá, Colombia (López et al., 2010, p.77).

cuyas bóvedas encamonadas fueron retiradas en 1930 y 1936 respectivamente. En las misiones guaraníes de Paraguay los jesuitas continuaron levantando iglesias, durante el siglo XVIII, con bóvedas encamonadas inspiradas en el prototipo cordobés de Lemaire. Fruto de ello fue la iglesia de la reducción de Itapúa, construida por José Brasanelli entre 1718 y 1725, aunque se perdió en 1848. Esta iglesia tenía 90 varas de largo por 38 de ancho repartidas en tres naves.

De similar manera, gracias al levantamiento que en 1788 realizó el ingeniero geógrafo Julio Ramón de César, se sabe que la cubierta de la desaparecida iglesia jesuita de Asunción mostraba las características propias de las bóvedas de Lemaire.<sup>28</sup> A pesar de la destrucción de muchas de estas bóvedas en tierras paraguayas aún se puede encontrar evidencias del sistema constructivo empleado en la iglesia de Yaguarón, edificada entre 1761 y 1785 por el arquitecto portugués José Souza Cavadas.<sup>29</sup>

### La vertiente del Pacífico

El resto de bóvedas de madera que se construyeron en la periferia del Virreinato de Perú corresponden a la vertiente del Pacífico. Ejemplos de estas bóvedas se encuentran en la cubierta de la iglesia San Agustín de Quito, reconstruido durante el siglo

XVIII, en la iglesias colombianas de Santa Clara cuya cubierta fue reconstruida después del terremoto de 1785, de San Nicolás de la Candelaria (1702), de San Juan de Dios (1723) y en la iglesia jesuita de San Ignacio (1763), todas ellas en la ciudad de Bogotá (Fig.3b).

El conjunto de estas iglesias presentan bóvedas de madera con una propuesta diversa al tipo que Lemaire introdujo en la región de La Plata, y cuyas características constructivas son más cercanas a las bóvedas encamonadas españolas. En efecto, estas bóvedas muestran mayoritariamente camones sin recorte de la curva que define el extradós de la bóveda, emplean masivamente los clavos de forja para fijar las uniones y están suspendidas de una armadura de pares y nudillos, que forma la cubierta de los edificios (López y Ruíz, 2010). Dentro de este tipo también se puede considerar la bóveda encamonada de la catedral de Santa Cruz de la Sierra en Bolivia construida en 1770 y reedificada en 1838. Por ejemplo la nave principal de la iglesia de San Ignacio de Bogotá está dividida en seis tramos, con una longitud total de 28,43 m y una luz de 11,00 m Las cerchas se conforman con dos líneas de camones de 25cm de canto, 5cm de espesor y 210cm de longitud, los cuales están clavados y atados con cuerdas vegetales. Estas cerchas están separadas entre sí 100-110cm aproximadamente y se arriostan perpendicularmente por listones de

<sup>28</sup> De Cesar incluyó también un detalle constructivo que expresa la influencia inicial de De L'Orme en la arquitectura de Lemaire, y posteriormente de ésta en el resto de arquitectos de la región de La Plata (2008, p.12).

<sup>29</sup> "...va recubierta de una falsa bóveda en cañón corrido, realizada por medio de planchas de madera profusamente ornamentadas que siguen la curvatura" (Bayon, D. y Marx, M. 1989. p. 202).

madera que contactan con los camones en la parte del intradós.<sup>30</sup>

En la región austral de Chile (zona de Chiloé) existen iglesias edificadas íntegramente en madera con utilización de bóvedas encamonadas, pero estos templos son relativamente modernos (corresponden al siglo XIX). Estas bóvedas de madera se caracterizan por emplear los sistemas de ensambles y clavijas del tipo De L'Orme, escatimando en el uso de clavos. Sin embargo tan igual que las bóvedas españolas suelen estar suspendidas de una armadura superior. En cualquier caso todas las construcciones mencionadas fueron edificadas con posterioridad a la mayor parte de las bóvedas encamonadas que se levantaron en la Audiencia de Lima (capital del Virreinato), correspondiente principalmente a la franja costera del actual Perú.

### La introducción de las bóvedas de madera en Lima

Las iniciales bóvedas construidas en la ciudad de Lima desde el siglo XVI fueron ejecutadas en cantería o fábrica, como sucedió en la capilla mayor de la catedral (1551), que fue realizada con piedra, en las iglesias de Nuestra Señora de la Merced (1542), Nuestra Señora del Rosario (1547) y en las capillas de los hospitales de Santa Ana (1564) y del Espíritu Santo (1573), efectuadas con ladrillo y cal. El 19 de julio de 1586 un fuerte movimiento sísmico dañó estas bóvedas, las cuales se volvieron a reconstruir en fábrica. Ciertamente, durante los siglos XVI y XVII, los templos se cubrieron con bóvedas y cúpulas en piedra o ladrillo con mortero de cal, y a reconstruirse con idénticos materiales cuando colapsaban ante los efectos de los sismos. Bajo similar criterio se afrontaba el proceso de reconstrucción en las demás ciudades virreinales, puesto en evidencia en los restos de la iglesia de San Agustín en Zaña, levantada en 1617.

Se sabe que el monasterio de La Encarnación cubrió la capilla mayor de su iglesia con una bóveda de ladrillo en 1587, similarmente lo hizo el monasterio de La Concepción en 1602 y el monasterio de La Trinidad ejecutó la nave completa con bóveda de arista en 1614, ésta última

se reconstruyó varias veces. Igualmente el alarife Luis Ortiz de Vargas levantó las bóvedas de fábrica de la iglesia de la recoleta dominica de la Venturosa Magdalena en 1627. El templo de la recoleta Agustina de Guía (1633) poseía bóvedas de arista realizadas en piedra y ladrillo, las cuales se hundieron en el terremoto de 1746 (Bernales, 1972, pp. 87-101).

Tales sucesos revelan que las técnicas constructivas de bóvedas de fábrica que los alarifes españoles llevaron a Sudamérica no contaban aún con el perfeccionamiento adecuado para funcionar en un medio sísmico tan activo, debido a que generalmente las bóvedas de fábrica levantadas en zonas de frecuentes terremotos incluían elementos adicionales que ayudaban a menguar el impacto de los temblores en ellas. Por ejemplo las bóvedas bizantinas, edificadas en zonas sísmicas, no sólo llevaban grandes macizos como estribos, sino principalmente estas estructuras se encontraban ceñidas con un sólido encadenado de madera o cadenas de hierro embebidas en el espesor de las fábricas (Choisy, 1997, pp. 117-125). De similar forma en Italia, tierra con fuerte actividad sísmica, las bóvedas de fábrica eran habitualmente reforzadas con tirantes de madera y cadenas de hierro que unían los extremos de las bóvedas, los cuales eran visibles desde el intradós (Bradford, 1997, pp. 219-223).

En España todos estos elementos de refuerzo para las bóvedas de fábrica no se consideraban de vital importancia para brindar estabilidad y como tal se construían también en el Virreinato de Perú. Pero a mediados del siglo XVII las iglesias limeñas dejan de levantar bóvedas vaídas o de arista y comienzan a cubrirse con bóvedas de crucería, no como un anacronismo estilístico sino porque se pensaba que fuesen más estables a las sacudidas de los terremotos. Sin embargo a raíz de los constantes daños que seguían ocasionando los sismos en las cubiertas de fábrica se introdujo el sistema constructivo de bóvedas encamonadas, alentadas por la comprobación del buen comportamiento sismorresistente de otras estructuras de madera como fueron los entramados tejidos de caña (quincha).

<sup>30</sup> En el caso del templo de Santa Clara se tiene la descripción efectuada por Bayón y Marx: "...por dentro, despliega un encanto que proviene de las agradables proporciones y de un bermoso artesanado de cañón corrido con penetraciones ejecutadas en madera que disimula la simple estructura de par y nudillo que sostiene el techo exterior de tejas" (Ibidem, p.27).

Algunas de las primeras experiencias que se ha podido establecer del empleo de las bóvedas encamonadas se plasmaron en la sacristía del templo de San Francisco, en la primera mitad del siglo XVII, la cual sirvió a su vez como modelo para la capilla de La Piedad en la iglesia de San Sebastián levantada en 1657 por Mateo de Tovar.<sup>31</sup> Igualmente son tempranas las bóvedas encamonadas de la capilla de la Inquisición y de la pequeña iglesia de La Veracruz de Lima, construidas por Fray Diego Maroto en 1665 y 1666 respectivamente.<sup>32</sup> Solución que fue posteriormente repetida en 1678 en la iglesia principal del convento de Santo Domingo, Nuestra Señora del Rosario.

### La influencia de las bóvedas encamonadas castellanas en las cubiertas abovedadas de Lima

Las primeras bóvedas de madera construidas en Lima mostraban características similares con las bóvedas encamonadas que se venían construyendo en la zona de Castilla (España) desde comienzos del siglo XVII. No sólo por la forma de las piezas que se empleaban en su ejecución, dotándolas sólo con el recorte del intradós, sino esencialmente por su desempeño estructural de no desarrollar una función portante, estando sujetas de una armadura superior, la que a su vez se conformaban por vigas, jabalcones y cogotes de sujeción, tan igual como el soporte de las bóvedas españolas.

Indudablemente en la península Ibérica estas bóvedas de madera tuvieron su nacimiento en

motivaciones más de naturaleza económica que en la búsqueda de cualquier eficacia sismorresistente. Pero una vez trasladada al virreinato de Perú, como un modo de hacer frente a las constantes reconstrucciones que imponía el medio, se comenzó a evaluar su comportamiento frente a los terremotos, encontrando posteriormente su desarrollo bajo esta condicionante constructiva.<sup>33</sup> En un principio el empleo de las bóvedas encamonadas no tuvo el impulso suficiente, debido a que muchos alarifes consideraban que la madera no era fiable y que podía originar posteriores problemas, como incendios y pudrición.<sup>34</sup>

Resulta interesante apuntar que las primeras iglesias cuyas bóvedas se reconstruyeron con bóvedas encamonadas fueron de pequeñas dimensiones, como las mencionadas en las capillas de La Piedad en la iglesia de San Sebastián y del Tribunal del Santo Oficio o la iglesia de La Veracruz. Asimismo, Diego Maroto, como fraile dominico y con el importante cargo de Maestro Mayor de la Catedral y examinador de alarifes, pudo haber construido bóvedas encamonadas en la iglesia principal de su Orden religiosa, las cuales fueron finalmente levantadas en fábrica. Mientras que en la pequeña iglesia de la Veracruz Maroto consiguió levantar bóvedas encamonadas a la usanza castellana. Debido al tamaño de estas construcciones y al hecho de que los representantes de las grandes órdenes religiosas no aceptaron las cubiertas de madera sino que prefirieron continuar reconstruyendo sus grandes templos con bóvedas de fábrica, parece evidenciar que las bóvedas encamonadas se establecieron originalmente como una intervención

<sup>31</sup> "...se obliga el dicho Mateo de Tovar de hacer la dicha capilla de dos bovedas la una ha de comenzar desde el arco de la iglesia hasta el toral que se hace y la otra desde este dicho arco toral hasta la pared que remata la dicha capilla de yeso y caña brava fundada sobre madera mulata de roble semejantes a las que están hechas en la sacristía de Señor San Francisco..." (AGN, Protocolos notariales. Escribano Miguel López Varela, 1657, protocolo 1039, f.2949. Concierto de obra para la capilla de La Piedad en la iglesia de San Sebastián).

<sup>32</sup> Pedro Alvarez de Faria, secretario del Santo Oficio, al inspeccionar la deteriorada cubierta de la capilla del Tribunal del Santo Oficio en 1664 sugería que para su reparación los inquisidores "tomaron resolución después de varias conferencias de que se haga más bajo de bóveda encañada y yeso según se practica en otras iglesias y capillas de igual porte" (AGN, Inquisición, escribano Marcelo Antonio de Figueroa, 1665, protocolo 651, f.802. Concierto de obra de Joseph Lorenzo Moreno y Lorenzo de los Ríos para el techo de la Inquisición).

<sup>33</sup> Está documentado el constante intercambio de información técnica entre alarifes peruanos y españoles. Por ejemplo Juan del Cerro era un alarife que trabajó en el primer tercio del siglo XVII en el virreinato del Perú y de mucha experiencia previa en España: "haciendo lo que dicho tengo y esto digo por haber visto una obra encima de la ciudad de Burgos siendo maestro... y esto digo por experiencia que tengo de un pueblo de Valladolid que llaman Duenas viniéndose rindiendo la torre que cargaba sobre un arco vinieron maestros de Burgos y de Valladolid..." (AAL. Papeles importantes de la catedral, legajo 6, expediente 17.) Los reparos que se hicieron por el temblor de 1609 en esta santa iglesia). También se debe considerar que además de alarifes llegaron a Iberoamérica textos españoles, como es el caso de las colecciones sobre El Escorial de Juan de Herrera llevados por la nave *La Capitana* en 1589 (BERNALES, 1972, p.13).

<sup>34</sup> Sobre este tema Juan del Cerro durante los debates para la reconstrucción de las bóvedas de la Catedral de Lima mencionaba que: "...siendo de carpintería tiene muchos riesgos de fuego y durar poco las maderas y esto lo digo por experiencia que tengo de España de haber desbaratado y visto desbaratar algunas iglesias y conventos en España..." (AAL. Papeles importantes de la catedral, legajo 6, expediente 17. Los reparos que se hicieron por el temblor de 1609 en esta santa iglesia).

pasajera por parte de las congregaciones religiosas que disponían de menores recursos económicos.<sup>35</sup>

Estas bóvedas se mostraban suficientemente estables para garantizar la realización del culto luego de los terremotos, mientras las congregaciones se esforzaban en la obtención de los fondos necesarios para acometer obras de mayor envergadura nuevamente en fábrica. El buen desempeño mostrado por las iniciales bóvedas encamionadas habría de llamar la atención de los alarifes locales, que luego no dudarían en experimentar con este sistema constructivo en la edificación de bóvedas en las iglesias de nueva factura.

Habrá que esperar hasta 1675, durante la reconstrucción de la iglesia de San Francisco en Lima, cuando Manuel de Escobar y el arquitecto portugués Constantino de Vasconcellos perfeccionan las bóvedas de estilo castellano construidas por Tovar y Maroto, haciendo que las nuevas bóvedas sean autoportantes y no sostenidas de otra estructura, recordando parcialmente a la solución propuesta por Philibert De L'Orme un siglo atrás.<sup>36</sup> Así se dotan a los camones de perfiles curvos tanto para el intradós como para el extradós de las bóvedas, arriostres laterales y un encadenado de madera para atar los muros en la parte alta de aquellos, sobre el cual se fijarían también las cerchas.

A todos estos elementos en su momento planteados por De L'Orme se incorporan otros nuevos, fruto de la continua experimentación, como son el murete de adobe (conocido con el término de “acompañamiento”), en la base de las bóvedas para contrarrestar los empujes, y las uniones flexibles con cintas de piel, logrando también definir la cúpula sobre el crucero en la misma dirección. Estos nuevos conceptos fueron retomados para la construcción de la media naranja de la iglesia del Sagrario en 1680, según se

desprende de la explicación que brinda el maestro Joseph de Robles sobre el modo como se levantaría esta cúpula:

*“... se debe hacer de carpintería una solera de tablones de amarillo de ochava de grueso y tercia de ancho y encima de él se han de repartir cuarenta y ocho cerchas de camón y contracamón... trabadas las puntas de los camones y ligados unos con otros con clavos chicos de a tercia poco más o menos de largo que rebiten y de grueso dichos clavos que entren seis en libra de cabeza redonda y demás de las dichas cuarenta y ocho cerchas ha de llevar una sí y otra no péndolas hasta la mitad de la altura de la misma forma y camones que lo han de ser dichos cerchones y con dichas setenta y dos cerchas mayores y menores se ha de armar dicha media naranja haciendo una rueda de caoba... por el ojo de la claraboya de a tres camones de peralte de madera de caoba y de ancho dichos camones tercia y dos dedos más que es donde concurren y se clavan dichas cerchas principales con su barbilla por debajo en que han de ir todas clavadas así por debajo como por encima y sobre dicha rueda se han de fijar ocho pilastras... los cuales han de tener cuatro varas y tercia de alto y en las canchales de ellos se han de ceñir con otro bastidor ochavado de cedro de ochava de grueso y de ancho dos tercias para que sirvan de paflón a la cornisa exterior de la linterna... y su media naranja a dicha linterna de camones empalmados que por mayor hueco diste uno de otro una tercia dicha media naranja de la linterna ha de ser entablada por debajo y por encima lo de adentro bien ajustado con madera de cedro y por encima de tablas de Chile con todo su grueso como también lo ha de ser por de afuera la media naranja principal y por dentro envarillada con varillas de cedro de a dos dedos de grueso cada una y como se fuere envarillando se ha de ir enyesando la parte de encima de dichas varillas y luego por debajo se ha de jarrar con yeso y sobre el dicho jarro se ha de enlucir a plana con yeso cernido rasa y llana toda la dicha media naranja...”<sup>37</sup>*

Siguiendo las instrucciones de Robles, primero se había de tener un banco de ladrillo que actuaría

<sup>35</sup> Después del terremoto de 1687 en Lima se reconstruyeron entre otros edificios la iglesia de La Concepción en fábrica que fue tasado en 31.184 pesos mientras que la iglesia de El Prado de igual envergadura que incorporaba la cubierta abovedada de camones gastó 19.893 pesos con 2 reales (San Cristóbal, 1995, p.176).

<sup>36</sup> Constantino de Vasconcelos falleció en 1668, dos años después que Maroto introdujera el sistema de bóvedas encamionadas y aunque al principio era partidario de cubrir el templo con bóvedas de ladrillo es de suponer que finalmente debió plantear junto a Escobar la estructura de cubierta a base de madera en la iglesia San Francisco. El hecho de que las normas gremiales fueran menos rígidas que en España motivo que los alarifes peruanos pudieran experimentar con otras soluciones para mejorar la eficiencia de las construcciones de bóvedas de madera.

<sup>37</sup> (AGN. Protocolos Notariales, escribano Alonso Martín Palacios, protocolo 1402, f. 1528, año 1680).

como soporte del encadenado sobre el cual comenzaría a levantarse la media naranja. Encima de este madero se colocaron 48 cerchas de las cuales 24 llevarían cerchas secundarias (pendolas) como arriostre, que partían del encadenado y terminaban en la mitad de la longitud de las cerchas. Las cerchas se conectaban en el anillo de unión (rueda) mediante una unión de patilla y barbilla. Sobre este anillo se apoyaba la linterna y se cerraba la cúpula con listones separados entre sí para dejar espacio a un revoco de yeso, y finalmente se colocaba un enlucido por el lado del intradós con yeso fino.

El terremoto de 1687, que provocó el colapso de gran cantidad de bóvedas de fábrica en Lima, revivió en el debate técnico la cuestión de la eficiencia sismorresistente de las estructuras de fábrica, especialmente después de haberse visto el buen desempeño de las bóvedas encamionadas realizadas en algunas iglesias pocos años antes del estremecimiento sísmico. También se aprovechó la situación de catástrofe no sólo para cambiar los materiales de las bóvedas sino para adaptarlas a una nueva morfología de trazo de plantas, que pasaron de ser gótico-isabelina con capilla mayor y arco toral intermedio a otra de planta en cruz latina con crucero de brazos cortos, tal como sucedió en el templo de Nuestra Señora de Copacabana y en la iglesia del monasterio de Nuestra Señora del Carmen. Esta reconversión de las plantas de los templos significó otro impulso añadido al empleo del nuevo sistema de bóvedas de madera.

### El cambio de las bóvedas de la catedral de Lima

Un momento crucial para el desarrollo de las bóvedas de madera en el Virreinato de Perú lo constituyó el caso de la reconstrucción de las bóvedas de la catedral de Lima. Las originales bóvedas de arista realizadas en fábrica, a raíz del sismo de 1609, quedaron sumamente dañadas por lo que se realizó un arduo debate entre los principales alarifes de la ciudad para determinar la mejor manera de reparar o en su defecto sustituir

dichas bóvedas. Los maestros constructores debieron responder a un cuestionario “...que en particular se trate que reparo parece conveniente para lo que esta edificado y si sera (sic) que lo que esta hecho se abaje y no este tan alto y que lo que falta se prosiga de boveda (sic) o de madera...”<sup>38</sup>

Al respecto, Alonso de Arenas refiere: “en lo que se propone si para la seguridad y perpetuidad conviene deshacer y bajar el dicho edificio y cubrirlo de madera, a esto no se responde porque no es justo se ponga en plática cosa tan fuera de razón y camino que no se puede presumir haya persona que en esto toque”<sup>39</sup>. Por su parte Pedro Blasco alegaba que:

“...en lo que toca a si es cosa conveniente cubrir la dicha iglesia de madera respondo que no soy del parecer por muchos respetos e inconvenientes y el primero es que para enmaderar la dicha iglesia se ha de perder todo lo en ella fabricado...y se han de bajar los pilares hasta los tercios bajos para que la armadura de la dicha madera no suba más de lo necesario habiendo de ser de cinco paños de más de que habiendo de cargar la madera sobre pilares y arcos de ladrillo si por falta de estribos los derriba el temblor también ha de caer la madera y si por estar bien estribados los dichos arcos se también se han de tener las bóvedas y sin éstos hay otros inconvenientes en la madera bien ordinarios que son incendios corrupciones y carcomas pues en menos de cincuenta o sesenta años crean carcomas que la va comiendo y ella misma se corrompe y acaba...”<sup>40</sup>

Estas declaraciones muestran que hasta comienzos del siglo XVII se creía conveniente desde el punto de vista estructural y ornamental realizar las bóvedas de cañón o arista en cantería o fábrica, prefiriendo la piedra y el ladrillo frente a la madera. La posterior constatación de los daños que producían los sismos en las bóvedas de fábrica existentes, principalmente de arista, motivó el volver a usar las bóvedas de crucería. Con este sistema se procedió a la reconstrucción de las bóvedas de la catedral de Lima, porque se pensaba otorgarían mayor resistencia por tener los empujes concentrados, por tanto bastaría con dotar a los muros de estribos con espesores suficientemente y localizados en los puntos de concentración de esfuerzos. Así Juan Martínez de Arzona mencionará que:

<sup>38</sup> (ACML. Actas del cabildo de la catedral, 4: f.38v).

<sup>39</sup> (AAL. Papeles importantes de la catedral, 1609, legajo 6, expediente 17. Los reparos que se hicieron por el temblor de 1609 en esta santa iglesia).

<sup>40</sup> (Ibidem).

*“En cuanto se conforma en el parecer de dicho Maestro mayor en que le parece que bajar las naves colaterales y hacerlas de crucería es el mejor remedio que puede haber para asegurar la nave principal... la obra de crucería es la mejor como se ve por el mucho tiempo que ha que se sujetaron la capilla mayor y crucero con las demás capillas hornacinas del Convento del Señor Santo Domingo y haber pasado por ellas el temblor grande del año quinientos y ochenta y seis y los que más ha habido sin recibir daño porque son de crucería y en nuestra Santa Iglesia se ha visto lo mal que aprueban las bóvedas de arista con los pocos que han pasado por ellas las han dejado tan lastimadas como se ve y así mismo se ve en la capilla mayor del Convento de La Concepción por ser de crucería con estar los estribos y paredes por la parte de afuera todos abiertos y bendidos se han sustentado y sustentan por no ser obra tan pesada ni suelta ni tener empujo como la de arista...”<sup>41</sup>*

Un nuevo punto de inflexión significó el terremoto de 1687, el cual provocó el colapso de las nuevas bóvedas de crucería, por lo que una vez más se produjo un debate sobre la mejor manera de reconstruir las bóvedas de la catedral. En este escenario Fray Diego Maroto ofreció al Cabildo Eclesiástico una visión de seguridad estructural de las bóvedas encamionadas construidas por él mismo algunos años antes en la iglesia de La Veracruz y en la iglesia del Sagrario del complejo catedralicio, proponiendo reconstruir las bóvedas de la catedral bajo este mismo sistema:

*“...y por el consiguiente no se molesta la dicha fachada mayormente cuando las bóvedas inmediatas se hacen de cedro y yeso contrabaciendo y remendando a las demás de crucería, terceletes mayores y menores y sus lazos relevando con las mismas molduras que tienen las de ladrillo sin que se pueda reconocer si lo son o no porque estas y la nueva forma se ha reconocido por experiencia ser fábrica más segura en tan repetidos temblores mayormente cuando las que hizo de esta manera este declarante en la Iglesia de su Convento siendo así que era de pocos fundamentos en lo tocante a la albañilería las bóvedas que hizo encima de los pilares y arcos que han padecido y no las bóvedas por haberlas hecho de cedro y yeso...”<sup>42</sup>*

Por su parte, Pedro Fernández de Valdés anotaba que los estribos no podían contener las fuerzas

horizontales que se producían durante los sismos, principalmente en las partes altas, por ello era preferible la disminución de peso haciendo las nuevas bóvedas de madera, caña y yeso:

*“Y así mismo le parece a este declarante no ser buena obra la que se puede aplicar abrigando con albañilería en vano de los pilares para recoger las entradas y menor fuga a los empujos de los arcos particularmente cuando la experiencia ha demostrado en la obra de la iglesia de san Pedro Nolasco donde se aplicó este género con mas cuerpo y así en lo grueso como en lo largo y se vino con el temblor al suelo sin que le sirviese esta aplicación solo haciendo reparo en el todo de la obra se pudiera tomar forma para quitar los arcos que son los que hacen trabajar con su empujo los costados que miran a los paramentos de sus lados y que cogieron cuerpo en la parte alta dañando el todo de la obra con que le parece a este declarante que habiendo de ser de madera yeso y caña no necesita de más aplicación...”<sup>43</sup>*

Bajo la misma óptica fue el parecer de Manuel de Escobar, quien mencionaba que las características de la madera y el empleo de clavos de hierro otorgaban mayor seguridad a estas bóvedas que las fábricas de ladrillo, recomendando que la reconstrucción de las bóvedas de la catedral de Lima debería de ser efectuada con el sistema encamionado:

*“...se obren las bóvedas que antes eran de ladrillo de madera por parecer sera así conveniente quitando el horror del ladrillo que son del grueso que se hacen las cubiertas de la fábrica por ser de madera larga y con la clavazón del fierro es más resistente a las mociones del terremoto y en esta forma se conoce la mayor seguridad haciendose de madera... será conveniente que la bóveda se haga de madera como lleva advertido este declarante...”<sup>44</sup>*

En estas circunstancias el Cabildo Metropolitano encomendó a Maroto en su calidad de Maestro Mayor de la catedral, el diseño de las nuevas bóvedas. Fray Diego Maroto detalla en el Libro de Fábrica de la catedral de Lima las características constructivas que tendrían estas bóvedas de

<sup>41</sup> (ACML. Libro de fábrica, 1614-1615, 1: f.1r – 19v. Pareceres de los alarifes y acuerdos de los dos cabildos para el reparo de la catedral y el real acuerdo, f.15r).

<sup>42</sup> (ACC. Libro de fábrica, 1688, f.63v – 103v. Pareceres de los alarifes para la reconstrucción de la catedral, f.70r).

<sup>43</sup> (Ibidem, f.71v - 72r).

<sup>44</sup> (Ibidem, f.72v - 73r).

madera a imitación de las de crucería, describiendo que para ejecutar cada bóveda de la nave central se tomarían con puntos fijos once claves que organizarían el número de terceletes y arcos rampantes, siendo fijados entre sí con escuadras y cinchos de hierro, además de cerrar esta bóveda con listones de madera:

*“En la dicha primera bóveda se ha de hacer con once claves y se ha de cubrir la crucería con listones de madera de cedro y para que haya pocos claros y dé poca fuga es forzoso se haga la crucería más espesa que antes estaba la cual bóveda es prolongada y lleva diez y seis terceletes con dichas once claves y sus diagonales y rampantes con que se han de fijar todos dichos terceletes mayores y menores fijándolos con escuadras y cinchas de fierro”*.<sup>45</sup>

Las bóvedas de la catedral serían realizadas con cerchas efectuadas con camones y contracamones de cedro, de 28cm de canto (una tercia) y 14cm (una sexma) a 20cm (una cuarta) de ancho. Maroto indica que los encuentros entre camones serían simples, realizados a testa y que el perfil del intradós de éstos debía reproducir también la moldura de terminación de los arcos cruceros que mostraban las antiguas bóvedas de fábrica

*“Y así mismo ha de llevar lazos de combadillos como antes tenía y dicha crucería ha de ser de camón y contracamón encontradas las puntas de las cabezas y los camones han de tener tercia de ancho y de grueso entre cuarta y sexma y los talones y mochetas han de ser del tamaño y forma que eran los de ladrillo que están trazados por la espalda del dibujo en que están las formas de las bóvedas todo lo cual se ha de obligar a hacer y obrar en las bóvedas referidas de la nave principal”*.<sup>46</sup>

Por su parte, las bóvedas de las naves colaterales también se deberían ejecutar con cerchas, reproduciendo en lo posible la forma que tenían las bóvedas originales de ladrillo, aunque si bien es cierto se incrementaba el número de claves y terceletes para hacer más densa la traza de arcos dentro de cada sector de la catedral. Para realizar estas nuevas bóvedas se debían demoler las de

fábrica pero dejando una parte de ladrillo en los arranques que sirvieran de acompañamiento a la estructura de madera y al encadenado de base, que a modo de enjarje recibían las cerchas, con uniones clavadas:

*“Como también en las bóvedas colaterales que arriman a las torres, las cuales así mismo se han de obrar de madera con la misma forma que tenían de ladrillo con los mismos lazos añadiéndole cuatro claves más de las cinco que tenían a que concurren ocho terceletes más de lo que tenían y para obrar dichas tres bóvedas ante todas cosas se han de obligar a demoler lo que ha quedado de ellas de ladrillo dejando tan solamente dos varas y media de alto en cada movimiento en los rincones sobre que se ha de asentar sobre yeso un tablón de ochava de grueso ajustado y castigado en las roscas de los arcos sobre que han de asentar y clavar todas las cuerdas de crucería, diagonales y terceletes...”*.<sup>47</sup>

Maroto continuaba con instrucciones precisas de rellenar los senos de las bóvedas, a pesar de no tener los empujes de una bóveda de fábrica. Luego para cerrar estas bóvedas se procedía a clavar tablas de madera de 20 a 28 cm de ancho sobre el extradós de las cerchas a modo de plementería, aunque dejando una distancia entre ellas, suficiente para que el revoco de yeso pueda cubrir totalmente la estructura. Además se especificaba que se debía colocar un medio bocel entre la junta de los camones y las tablas:

*“...como también se han de macizar todos los rincones de las bóvedas por detrás de la crucería de madera para su resistencia y seguridad y sobre toda la dicha crucería se han de clavar unos listones entre tercia y cuarta de ancho de dos dedos de grueso que relieven para arriba sobre que han de clavar las varillas o listones de cedro más o menos y han de estar angostas las calles dejando los claros que quepan los dedos de la mano entre uno y otro para que el yeso de encima se incorpore con el de la parte de abajo por lo cóncavo de las bóvedas y dicho listón de encima de la crucería es para que el grueso de el entre a hacer presa sobre las mochetas de los talones que guarnecen toda la crucería y por debajo de ella se ha de clavar un medio bocel de madera de cedro para que cierre*

<sup>45</sup>(ACML. Libro de fábrica, 1688, 1: f.38r – 40r. Planta de las obras que se han de hacer en la santa iglesia y condiciones con que se ha de proceder en su remate, f.38r - 39v).

<sup>46</sup>(Ibidem).

<sup>47</sup>(Ibidem).



*las juntas de los camones y no se vea por debajo las juntas de ellos”.*<sup>48</sup>

Las claves venían rematadas con una moldura circular, y el revoco de yeso tenía en total 10cm de espesor (una ochava), estando conformada por sucesivas capas de este material. Un estrato con textura gruesa por el extradós y tres finas capas de yeso aglutinadas con cola por el intradós, rematado con un enlucido de yeso fino. Sobre la bóveda colocó finalmente una armadura horizontal a modo de techo plano, que se armaba conjuntamente con las cerchas y que estaba solado con ladrillos asentados con revoco de cal y arena:

*“Y asimismo se han de fijar todas las claves con sus ruedecillas de madera por abajo y el grueso del yeso con las varillas de los entrecascos ha de tener de grueso una ochava antes más que menos enlucidos a plana por debajo con yeso cernido y lavado y todo lo que toca a la crucería pendiente por la parte cóncava se ha de cubrir con tres capas de yeso y cola y por encima de dichas bóvedas han de quedar soladas de ladrillo delgado asentados con mezcla de cal y arena y fraguados y enlucidos por encima con buena mezcla delgada...”.*<sup>49</sup>

Para 1691 se habían construido tres bóvedas encamionadas correspondientes a la parte posterior de la fachada principal de la catedral y quedaba aún por efectuar el resto. Nuevamente el Cabildo pidió los pareceres de los alarifes sobre el comportamiento de las nuevas bóvedas ante el terremoto de este año. Así, Pedro de Asensio manifestaba que al haberse hecho las bóvedas de madera se aminoraban los empujes y se garantizaba su estabilidad en comparación con los de fábrica. Al mismo tiempo atribuye la invención del nuevo sistema al Maestro Mayor de la Catedral Fray Diego Maroto, aunque en realidad estas bóvedas serían una adaptación del sistema español, a las características telúricas del Virreinato de Perú:

*“...habiendose hecho la bovedas de madera inmediata a dicha fachada quitando el rempujo que le bacía, y en cuanto a la materia de que se deben hacer todas las dichas bovedas han de ser de madera de cedro*

*incorruptible y yeso como lo son las tres nuevamente hechas a espaldas de dicha fachada pues con ellas se ha reconocido la seguridad para los temblores pues acabadas de hacer le sobrevino el temblor del día veinte de septiembre del año pasado de seiscientos y noventa que fue tan grande como el de veinte de octubre de seiscientos y ochenta y siete y causó mayores ruinas en otros edificios que los antecedentes y en estas tres bóvedas no recibieron daño ninguno y por último en esta nueva forma de bóvedas que el Maestro Mayor de dicha iglesia ha inventado consiste la duración de toda la Iglesia como se ha experimentado siendo así que no se corrompe la forma de la crucería...”.*<sup>50</sup>

## TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA. SISTEMA EN VIGA

El sistema en viga constituyó la experiencia básica del empleo de bóvedas encamionadas en el Virreinato de Perú, apareciendo a mediados del siglo XVII. Esta clase de bóveda ancla sus raíces directamente en las bóvedas encamionadas españolas, coincidiendo con las características constructivas de éstas, las cuales eran usadas en España medio siglo antes de su presencia en tierras sudamericanas. Este sistema constructivo se caracteriza porque las cerchas están sostenidas por otra armadura, compuesta mayormente por las vigas horizontales que conforman un forjado o por los pares de una cubierta.

Las cerchas de este tipo de bóvedas al no tener la necesidad de establecer la curvatura del extradós presentan camones sólo con recorte del perfil curvo en la parte correspondiente al intradós, con lo cual se ahorra en trabajo y se evita el riesgo de debilitar a la pieza en la dirección de las fibras por el lado del extradós.

Por el modo de su disposición en el conjunto de la estructura se observa que las cerchas no colaboran en la descarga del peso de los forjados ni generan empujes laterales, porque estas cerchas vienen utilizadas únicamente para definir espacialmente el ambiente a cubrir. Es la estructura superior la que descarga el peso del forjado o de la cubierta hacia los muros o pies derechos.

<sup>48</sup>(Ibidem).

<sup>49</sup>(Ibidem).

<sup>50</sup>(ACC. Op. cit., f.95v).

El sistema en viga contempla dos subtipos. El primero se refiere a bóvedas con cerchas suspendidas de unas vigas y representa el más puro estilo castellano. En este sub tipo las cerchas se mantienen suspendidas de las vigas de un forjado por medios de cogotes que van clavados a ellas.

El segundo subtipo constituye el de las bóvedas unidas a las vigas, en donde no se hace empleo de los cogotes porque las cerchas se clavan directamente a las vigas y a los jabalcones, o los pares y nudillos de la estructura portante. En algunos casos, no se llega a completar el desarrollo de toda la cercha porque sólo se dota de forma curva a los laterales de la viga haciendo que la parte superior sea una superficie plana, que realmente corresponde a un tramo de la viga. En la mayoría de los casos, el cerramiento de estas bóvedas se efectuaba con listones de madera separados entre sí para la fijación del yeso, o en su defecto se cerraba con un entablado visto.

El concierto de obra plasmado en 1665 por Joseph Lorenzo Moreno y Lorenzo de los Ríos para la construcción de la cubierta de la capilla del Tribunal del Santo Oficio de Lima explica detalladamente las características constructivas del tipo de bóveda con sistema en viga, ratificando la presencia de elementos constructivos comunes con sus homologas españolas:

*“Primeramente se han de levantar dos varas todas las paredes en redondo de un adobe de grueso, enlucido y canteado por de fuera en que se han de incluir los gruesos de las madres del cubierto de cuadrado con sus cadenas de cruceta tapadas o embebidas en la pared que han de ser veinte y dos madres de medio cuartón cada una que hacen once piezas de madera. Item se ha de entablar sobre dichas madres con tablas de roble gruesas que de cuartón grueso salgan diez porque de un cuartón a otro ha de haber una vara de bueco. Item ha de llevar cuarenta y cuatro tornapuntas en las dichas veinte y dos madres en cada una de grueso de sexma en cuadro. Item más veinte y dos cerchones uno para cada madre de a dozavo de grueso y ochava de ancho cada uno. Item la bóveda se ha de cubrir de caña de Pisco cortada en menguante limpia y partida por medio con su yeso de*

*tres dedos de grueso poco más o menos. Item se ha de solar encima con ladrillo ordinario de papel rebocado con cal y asentado con barro y su estera debajo. Item se ha de enlucir así mismo toda la capilla con mezcla de cal arena y tierra pareja y vivar las esquinas bien lavado y blanqueado encima de dos manos con cal del Convento de San Francisco por ser la más blanca. Item después de formada la bóveda del grueso referido con el yeso de Pisco se ha de enlucir toda la bóveda con el yeso de la sierra cernido con cedaço delgado y lavado todo a plana”.*<sup>51</sup>

Esta declaración resulta relevante, porque además de especificar los detalles constructivos explica también el proceso de ejecución que siguió la bóveda encamionada puntualizada. Según esta descripción inicialmente se procedió a elevar la altura del muro de adobe en todo el perímetro de la capilla en dos varas (1,67 m) para formar un peto del espesor de una pieza de adobe, que establecía a su vez la flecha que tendría la bóveda. Dentro del muro se colocaron los encadenados de madera que servirían de apoyo, principalmente a las vigas madres, sobre las cuales se dispondría un entablado. Seguidamente, se fijaron los jabalcones (tornapuntas) en los muros como apoyos en cada extremo de las vigas madres, que además de disminuir la luz libre que salvan dichas vigas ayudarían a la fijación de las cerchas, consideraciones constructivas que muestran semejanzas con aquellas reveladas por Fray Lorenzo de San Nicolás en el siglo XVII.

Clavadas a cada una de las vigas madres y jabalcones se colocaron veintidós cerchas (cerchones), otorgando el perfil curvo al intradós de la bóveda. Por encima del entablado se extendió una malla formada por caña partida trenzada (estera), luego un estrato de barro, para finalizar con un solado de ladrillo asentado con mortero de cal y tierra. El cerramiento del intradós de la bóveda se realizaba mediante el clavado de un tendido de caña partida, enlucida con una capa de yeso grueso y con un acabado final de yeso fino.

El número de bóvedas edificadas con este sistema constructivo que ha llegado a nuestros días es reducido, concentrándose principalmente en la

<sup>51</sup>(AGN, Inquisición, escribano Marcelo Antonio de Figueroa, 1665, protocolo 651, f.802. Concierto de obra de Joseph Lorenzo Moreno y Lorenzo de los Ríos para el techo de la inquisición).

ciudad de Lima. Corresponden a las bóvedas más antiguas construidas en el Virreinato del Perú, como es el caso de la capilla del Tribunal del Santo Oficio, edificada en 1665, y de la iglesia de La Veracruz dentro del convento de Santo Domingo, levantada en 1666. Otras bóvedas que presentan similares características pertenecen a la sala capitular y a la escalera principal del convento de Santo Domingo, además de la ya mencionada capilla de la Virgen de Loreto dentro de la Universidad Mayor de San Marcos en Lima, todas ellas construidas durante el siglo XVIII.

La bóveda del salón de grados de la Universidad Mayor de San Marcos, levantada a finales del siglo XVIII, también pertenece al tipo de bóveda encamionada unida a la viga, pero presenta la particularidad de que las cerchas no llegan a definir todo el contorno curvo del intradós, solamente de las zonas de los arranques. De este modo gran parte del sector de la clave de la bóveda, se manifiesta como una superficie plana correspondiente a la cara inferior de la viga que sostiene la armadura. Esta manera de establecer forjados con interior curvo fue muy usado en Francia desde el Medioevo, aunque con la salvedad de que mayormente las cerchas eran realizadas con maderos grandes y pesados y no conformadas a base de camones y contracamones.

Por otro lado, se tiene conocimiento que existieron bóvedas encamionadas de sistema en viga

anteriores a 1665, fecha de la construcción de la capilla del Tribunal del Santo Oficio, las cuales habrían sido levantadas en la primera mitad del siglo XVII, como lo atestiguaba Pedro Alvarez de Faria, secretario de la Inquisición en Lima. Lamentablemente estas bóvedas no se han podido identificar y muy probablemente se hayan perdido. Como se mencionó, este tipo de bóveda emana directamente de las bóvedas encamionadas españolas, no sólo como una particular difusión del sistema constructivo en América sino también en otros virreinos españoles, ya sea en Europa como en Asia, por ejemplo Nápoles y en las Filipinas. Por ejemplo, bajo el dominio hispano en el Virreinato de Nápoles se construyó en 1734 las bóvedas del Palacio Real, que a pesar de la fecha todavía seguían las directivas del diseño español, es decir, bóvedas suspendidas por medio de cogotes de los jabolcones y vigas que hacía la función de forjado o de los pares de la cubierta (Marzo, 2006).

En el caso de las bóvedas de la catedral de Manila se puede decir que se consideró oportuno realizarlas bajo el sistema encamionado después que las originales bóvedas de piedra colapsaron en el sismo de 1701, el cual dejó en ruinas casi todo el complejo catedralicio. El canónigo Esteban de Rojas y Melo, proveniente del Perú y llegado a Manila en 1736 como secretario del arzobispo Fray Juan Ángel Rodríguez, se encargó de difundir la solución adoptada en la catedral limeña, optándose por realizar también un sistema de bóvedas de madera



**Figura 4:** a) Características constructivas de una bóveda encamionada de sistema en viga. b) Bóveda encamionada de sistema en arco.

en previsión de los fuertes terremotos que frecuentemente allí también se producían.<sup>52</sup>

### SISTEMA EN ARCO

El sistema constructivo en arco para bóvedas encamonadas define un paso adelante en la evolución de las bóvedas de madera en Sudamérica. Se caracteriza por estar formadas con cerchas que descargan el peso de toda la cubierta al encadenado que les sirve de apoyo. Estas cerchas son arriostradas lateralmente por correas y en conjunto muestran una armadura con apariencia similar a las bóvedas de Philibert De L'Orme.

En este tipo de bóveda a diferencia del sistema adintelado o en viga, no interesa solamente definir un espacio interior sino también mostrar la volumetría exterior que adquiere la edificación, por lo que se evidencia externamente la curvatura del extradós. Para producir este efecto se debía proceder al doble recorte del perfil de los camones dotándolos de extradós e intradós, aumentando sustancialmente el trabajo de los carpinteros en comparación con los camones del tipo de bóveda suspendido. Aquí se generan empujes laterales que serán recibidos por los encadenados que transmitirán dichos esfuerzos a los muros.

El sistema en arco para la bóveda introduce nuevos elementos propios de los entramados de quincha, constituido por los rellenos de adobe en la zona de los arranques, cintas de piel para realizar uniones o reforzar a los camones y cerramiento a base de caña y tierra. El principio de emplear el relleno de adobe es buscar verticalizar la resultante de los empujes haciendo que ésta quede lo más posible dentro del tercio central del muro, evitando así excentricidades que puedan ser riesgosas. Por su parte la cinta de piel en las uniones confería una mayor ductilidad a la estructura, al aumentar su capacidad de absorber energía de deformación. En los casos en los cuales

se ataban los camones y contracamones se le dotaba a estos elementos de mayor resistencia a cizallamiento en la dirección de la fibra haciéndolos trabajar en su máxima capacidad.

El cerramiento con cañas unidas con cintas de piel puede considerarse como un mejoramiento del sistema constructivo por lograr reducir peso en la armadura, por tanto, reduciendo las fuerzas horizontales en altura que se generan durante un terremoto. Además se creaba una retícula continua que distribuye de mejor modo los esfuerzos en la superficie de la bóveda. Finalmente, la colocación del recubrimiento de tierra permitía aislar y proteger del medio ambiente a los diversos componentes de la armadura, ya que mantenía secos los elementos de madera y cañas debido a su baja humedad de equilibrio, de 0.4% para un barro arenoso con 20% de humedad del aire hasta un 6% para un barro arcilloso con 97% de humedad del aire, característica que se veía ayudada por la alta capilaridad de la tierra (Minke, 2011, pp. 32-36). En las condiciones descritas, las fibras vegetales presentan una alta resistencia al ataque de insectos y hongos, ya que los insectos necesitan encontrarse en un ambiente con una humedad entre 14 y 18% para vivir y los hongos con más de 20% de humedad.<sup>53</sup> Además el yeso con el que se remataba el intradós, al ser higroscópico, actuaba complementariamente con el revoco de barro del extradós, mientras no se sobrepase su capacidad de saturación al contenido de agua, y juntos ayudaban a mantener secas las piezas de madera frente a la humedad ambiental presente en las ciudades litorales.

Por las características constructivas de estas bóvedas, se las asoció con la quincha, especialmente, después del terremoto de 1746, cuando Luis Godín, en su calidad de catedrático de la Universidad Mayor de San Marcos, envió un informe al Virrey mencionando que en la reconstrucción de la ciudad

<sup>52</sup> Las bóvedas encamonadas no serían construidas hasta 1752, luego de muchos retrasos en la reconstrucción de toda la catedral. La actual bóveda de la catedral de Manila corresponde a las reconstrucciones posteriores a 1872 realizadas en hierro. (Morales, 2003, p. 106).

<sup>53</sup> La humedad es de importancia vital para la fisiología de insectos y hongos, indispensable para la germinación de las esporas, la digestión de la madera por encima, el transporte de las sustancias nutritivas y todas las funciones vitales. En el caso de los hongos la pérdida de humedad es casi siempre mortal, situándose este límite entre el 18-20% de humedad de la madera (Navarrete, 1999, p. 8).

se debían edificar templos con cubiertas de “.. *madera para la bóveda que según se acostumbra se hará de quincha.*” (Bernal, 1972, p. 305).

Es importante indicar que antes de Godín no aparece la frase “bóveda de quincha” entre los términos empleados por los alarifes peruanos, pues en los conciertos de obra previos al terremoto de 1746, a los cuales se han tenido acceso, este sistema constructivo siempre es llamado “bóveda de madera” o “media naranja” para las cúpulas. Es decir que incluso la denominación de bóveda encamionada no fue de uso regular en el virreinato peruano como lo era en España.

No se ha podido determinar en qué momento se generalizó el término “bóveda de quincha” en Perú, aunque se ha observado que ya entrada la era republicana y hasta finales del siglo XIX aún se continuaba a hablar de “bóveda de madera”, aunque se referían a armaduras que seguían el principio estructural de la quincha.<sup>54</sup>

## CONCLUSIÓN

Las bóvedas de madera realizadas en Perú tienen una primera fuente de inspiración en las bóvedas encamionadas castellanas, las que a su vez constituyen una variedad de las bóvedas propuestas por Philibert De L'Orme. Las iniciales bóvedas construidas en Lima bajo el sistema de viga seguían el mismo principio constructivo y estructural que las españolas, por tanto no pueden ser consideradas como bóvedas de quincha. Sin embargo el gran salto constructivo de estas bóvedas se produce a partir de 1675, con la reinterpretación de la quincha bajo el sistema en arco, durante la reconstrucción de las bóvedas de la iglesia de San Francisco en Lima, y cuya utilización se extendió posteriormente hasta muy entrado el siglo XIX. En cualquier caso se puede considerar que una bóveda de quincha constituye una variante perfeccionada de una bóveda encamionada, desarrollada con vistas a mejorar la eficiencia sismorresistente de las primeras.

## REFERENCIAS

- Ayerza, R. et al. (1996) *Ars Lignea. Las iglesias de madera en el País Vasco*. Madrid: S. E. Electa España S.A.
- Alberti, L. (1485) *Leonis Baptistae de Re aedificatoria libri X*. Florencia: N. Laurentii Alamanni.
- Alberti, L. (1582) *De re aedificatoria ó los diez libros de arquitectura de Leonbatista Alberti*, traducido del latín por Francisco Lozano, alarife de la villa de Madrid a la vista del texto toscano de Cosme Bartola academico Florentino y con los grabados de este, facs. Ed. Oviedo. 1975, Libro VII.
- Alvarez, R. (s/f) *Breve compendio de la carpintería y trazado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la Iometría y puntas del compás*. Salamanca: Ms. Fundación Lázaro Galdiano de Madrid.
- Bayon, D. y Marx, M. (1989) *Historia del arte colonial sudamericano. Sudamérica hispana y el Brasil*. Barcelona: Ediciones Polígrafa, S.A.
- Bernal Ballesteros, J. (1972) *Lima, la ciudad y sus monumentos*. Sevilla: Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Escuela de Estudios Hispano Americanos de Sevilla.
- Blunt, A. (1997) *Philibert de l'Orme*. Milano: Electa.
- Boudon, F. y Blécon, J. (1985) *Philibert Delorme et le château royal de Saint-Léger-en-Yvelines*. Paris: Picard Éditeur.

<sup>54</sup> En 1889 el arquitecto del Estado, Manuel San Martín, en su informe sobre el estado de conservación de la cubierta de la catedral de Lima se refería a las bóvedas como de madera (AAL, Fábrica de la catedral, legajo VI, exp.52).

Bradford Smith, E. (1997) *Ars mecánica: Gothic structure in Italy. The engineering of medieval cathedrals. Studies in the history of civil engineering*, vol. 1, pp. 117-125. Brookfield: Lynn T. Courtenay, ed.

Cervera Bravo, J. (1982) *Cálculo de estructuras y resistencia de materiales. Origen y desarrollo histórico de los conceptos utilizados*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

Choisy, A. (1970) *Historia de la arquitectura*, vol. 1, 2. Buenos Aires: Editorial Victor Leru, vol.2.

De L'Orme, P. (1561) *Traité d'architecture: Nouvelles Inventions pour bien bastir et à petits fraiz. Premier Tome de l'Architecture*. Paris: (facs. Ed. Paris : Léonce Laget, Libraire-Éditeur, 1988).

De Honnecourt, V. (1235) *Cuaderno*. Siglo XIII. Manuscrito conservado en la Biblioteca Nacional de París (n.19093): *Carnet de Villard de Honnecourt* (facs. Ed. Madrid: Ediciones Akal S.A., traducción Yago Batja de Quiroga, 1991). f.34.

Gilly, D. (1797) *Ueber Erfindung, Construction und Vortheile der Boblen-Dächer mit besonderer Rücksicht auf die Urschrift ihres Erfinders*. Berlin: Friedrich Vieweg d. Ä.

Gómez, J. et al. (2003) *Comportamiento estructural de la iglesia de la Compañía de Jesús – Modelo de diseño conceptual*. *MW*, n°6, pp. 83-88. Montevideo.

Hahmann, L. (2006) *How stiff is a curved timber plank? Historical discussions about curved-plank structures*. *Proceedings of the Second International Congress on Construction History*, Vol.2:1501-1516. Cambridge: Malcom Dunkeld, James Campbell, Hentie Louw, Michael Tutton, Bill Addis y Robert Thorne, ed., p.1506.

Juan, J. y De Ulloa, A. (1748) *Relación histórica del viaje hecho de orden de S. Mag. a la América Meridional*. Segunda parte, vol.3. Madrid: Antonio Marin, p.50.

Kubler, G. y Soria, M. (1959) *Art and architecture in Spain and Portugal and their American dominions 1500 to 1800*. Maryland: Penguin Books Ltd.

Laner, F. (2001) *Mettere in forza, la chiesa della Compagnia di Gesù a Cordoba*. *Adrastea*, n°18, pp.4-17. Edolo: Habitat legno s.p.a.

Lizarraga, R. (2002) *Descripción de Perú, Tucumán, Río de La Plata y Chile*. Madrid: Dastin, S.L.

López Perez, C. y Ruiz Valencia, D. (2010) *Bóvedas de madera y bahareque en iglesias coloniales bogotanas. Estudio de cuatro iglesias del siglo XVII*. En *Apuntes*, n°1, vol.23, pp.70-83. Bogotá.

Mariás, F. (1987) *Sobre un dibujo de Juan de Herrera, de El Escorial a Toledo*. En *Real Monasterio Palacio de El Escorial, estudios inéditos en el IV centenario de la terminación de las obras*, pp.167-177. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Departamento de Arte Diego Velásquez del Centro de Estudios Históricos.

Mark, R. (2002) *Tecnología arquitectónica hasta la revolución científica. Arte y estructura de las grandes construcciones*. Madrid: Akal, S.A.

Martínez Solares, J. (2003) *Sismicidad histórica de la península Ibérica*. *Física de la Tierra* 15, pp. 13-28. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

- Marzo, A. (2006) *Analisi e recupero de strutture lignee antiche*. Dottorato di Ricerca in Ingegneria delle Costruzioni. Napoles: Università degli Studi di Napoli Federico II, Facoltà di Ingegneria.
- Minke, G. (2001) *Manual de construcción en tierra*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.
- Morales, A. (2003) Una catedral para Manila. *Filipinas, puerta de Oriente, de Legazpi a Malaspina*, pp.95-110. San Sebastián: Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior.
- Navarrete Varela, M. A. (1999) La madera patología y conservación. *Rehabilitación de la madera*, pp.1-42. Madrid: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.
- Nuere Matauco, E. (2000) *La carpintería de armar española*. Madrid: Editorial Munilla – Lería.
- Page, C. (2008) Las pinturas de la cubierta de la iglesia de la Compañía de Jesús de Córdoba (Argentina). En *XII Jornadas sobre misiones jesuíticas*, pp.1-20. Buenos Aires: CONICET-IICPA y U-FAUD-UNC.
- Palladio, Andrea. (1570) *I Quattro Libri dell'Architettura di Andrea Palladio*. Venecia: Dominico de' Franceschi, facs. Ed. Madrid: Ediciones Akal, 1988.
- Pease, F. (1993) *G. Poma de Ayala, Nueva Coronica y Buen Gobierno*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Peraza, E. (2005) La arquitectura en madera de los normandos. *Boletín de Información Técnica 238, Noviembre – Diciembre*, pp. 48-55. Madrid: AITIM.
- Porras Barrenechea, R. (1987) *El río, el puente y la alameda*. Lima: Municipalidad de Lima Metropolitana.
- Rusconi, A. (1590) *Della architettura, con centosettanta figure disegnate dal medesimo, secondo i precetti di Vitruvio*. Venecia: I Gioliti.
- Sabatini, F. (1761) *Condiciones y Methodo para executar por assiento la Real Obra de Aduana, Directoria de Tabacos y Rentas Generales y Provinciales, que se va a construir de orden de S.M. en la calle de Alcalá de esta Corte*.
- San Cristóbal, A. (1995) Las bóvedas de quincha de la iglesia del Prado en Lima. *Laboratorio de Arte: Revista del Departamento de Historia del Arte*, n°8, pp. 175-192. Sevilla. Universidad de Sevilla. Departamento de Historia del Arte.
- San Nicolas, L. (1639) *Arte y Uso de Arquitectura*. Madrid: s.i., facs. Ed. Madrid: Albatros, 1989.
- Serlio, S. (1600) *Tutte l'opere d'architettura, et prrospectiva, di Sebastiano Serlio bolognese, dove si mettono in disegno tutte le maniere di edifici, e si trattano di quelle cose, che sono più necessarie a sapere gli Architetti...Diviso in sette libri. Seconda parte*. Venecia: facs. Ed. Oviedo: Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Asturias, 1986.
- Timoshenko, S. (1983) *History of strength of materials*. New York: Dover Publications, Inc.
- Torija, J. (1661) *Breve Tratado de todo Género de bobedas. Así Regulares como yrregulares execucion de obrarlas y Medirlas con singularidad y Modo Moderno observando los preceptos Canteriles de los Maestros de Architectura*. Madrid: Pablo de Val.
- Tovar Martín, V. (1975) *Arquitectos madrileños de la segunda mitad del siglo XVII*. Madrid: Instituto de Estudios Madrileños.

Villanueva Domínguez, L. (2005) Bóvedas de madera. *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol.2, pp.1103-1113. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Vitruvius, M. (1986) *Los diez libros de Arquitectura*. Barcelona: Editorial Iberia S.A.

Vitruvius, M. (1787) *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducidos del latín y comentado por D. Joseph Ortíz y Sanz, presbítero. Madrid: Imprenta Real (fac. Ed. Barcelona: Editorial Alta Fulla, 1987).

Vitruvius, M. (1995) *Los Diez Libros de Arquitectura*. Madrid: Alianza Editorial.

Vitruvius, M. (1999) *Ten books on architecture*. Commentary and illustrations by Thomas Noble Howe with additional commentary of D. Rowland and Michael J. Dejar. Cambridge: Cambridge University Press.

### **Archivos**

Arzobispal de Lima (AAL), Cabildo Catedralicio (ACC), Cabildo Metropolitano de Lima (ACML), General De da Nacion (AGN).

**Correo electrónico:** alarife68@yahoo.it