

AUGUSTE CHOISY: EL DIBUJO DE LAS CIMBRAS ROMANICAS Y GÓTICAS

PEDRO AUGUSTO HURTADO VALDEZ

JUNIO 2008

ANTECEDENTES.

En el estudio de la historia de la construcción podemos observar elementos que condicionan el desarrollo de técnicas constructivas particulares, como sucede con los grandes edificios abovedados. Nos referimos a las cimbras, que además de definir la geometría de las bóvedas, debían de resistir las cargas hasta que se haya producido el cerramiento total con fábrica. Estas cimbras también debían de estar dotadas de piezas que no solo brindaran la capacidad portante necesaria, sino que permitieran un ahorro de la madera disponible y ser fácilmente retiradas sin que comprometieran la estabilidad de las bóvedas una vez cerradas.

Hecho importante constituyen los medios gráficos con los cuales Auguste Choisy se valió para explicar la construcción de bóvedas en la arquitectura románica y gótica, los cuales fueron mostrados en su «Histoire de l'Architecture» publicado en 1899. Las cimbras aparecen dibujadas dentro de los capítulos XV y XVI dedicados a la arquitectura Románica y Gótica respectivamente. El análisis específico que nos ocupa se centra en las figuras 100 (cimbrado románico) y 170-171 (cimbrado gótico). Aunque Choisy no cita las fuentes que le sirven de inspiración, resulta interesante el planteamiento que hace del tema en comparación con otros autores, principalmente de Viollet le Duc, y cuyos dibujos le servirán de base para exponer sus hipótesis particulares.

EL DIBUJO DE LAS CIMBRAS EN EN EL SIGLO XIX.

Si apreciamos con detenimiento la obra de Choisy notaremos un marcado interés por los procedimientos y organización de las obras. Esta situación no es un hecho aislado sino que se enmarca dentro de la tendencia cultural de la Francia decimonónica, en la cual se buscaba explicar no solo el resultado de las acciones sino los procesos que llevaban a dichos resultados. En algunos casos como fruto de la organización del trabajo, de la movilidad de ideas y personas o de un desarrollo de la historia, entendida dentro de las teorías evolucionistas como un ente biológico que mostraba sucesiones de desarrollos, apogeos y decadencias. Esta tendencia marca también la explicación de los métodos constructivos, en nuestro caso del cimbrado de las bóvedas.

Hasta el siglo XVIII la descripción de las cimbras se hacía a partir de reglas prácticas confrontadas con la experiencia.¹ Pero desde inicios del siglo siguiente además de los textos que continúan a proponer

¹ Palladio refiere que los puentes, con armaduras parecidas a las cimbras, seguían reglas de proporciones tradicionales. ANDREA PALLADIO. 1570. *I quattro libri dell' Architettura*. Venecia: Dominico de' Franceschi, L.III, cap. V, pp. 61-67. Igualmente en 1726 Pitot publicó un artículo titulado «Examen de la force qu'il faut donner aux Cintres dont on se sert dans la construction des grandes Voutes, des Arches des Ponts...» donde trata de dar una base teórica al cálculo de los elementos que componen las cimbras indicando que el progreso de la carpintería se había apoyado en una serie de reglas

esquemas basados en reglas de proporción surgen los estudios que buscaban no solo explicar racionalmente el cálculo de las cimbras sino también determinar la forma de cimbrado más conveniente en cuanto a ahorro de material y facilidad de ejecución.² Así en 1822 Boistard había efectuado una detallada descripción de las cimbras empleadas en sus trabajos durante la construcción de puentes, que no era otra cosa que el renovado interés por conocer el mejor modo de construir arcos y bóvedas, por tanto también el método de cimbrado y que se vió reflejado en muchos tratados de la época.³

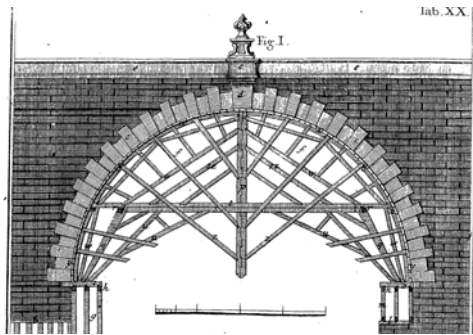


Figura 1: Representación en alzado del cimbrado de un puente. WALTER, 1766, fig.1, tabla XX

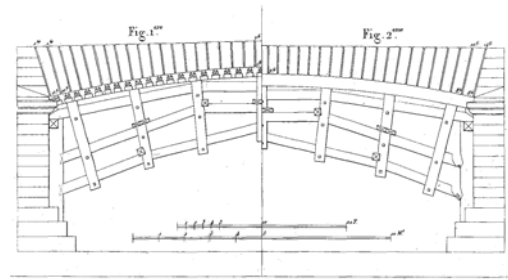


Figura 2: Representación en alzado de las cimbras para un puente, donde se incluye además la escala gráfica. BOISTARD, 1822, figs.1-2, tabla I

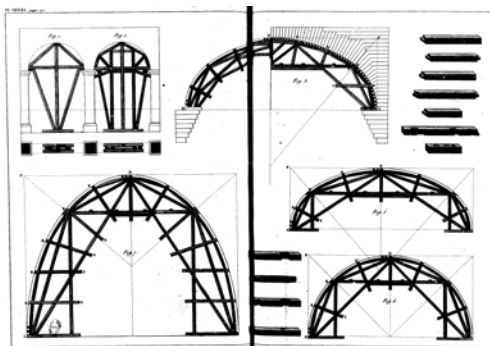


Figura 3: Características de las piezas que formaban la cercha de cimbrado y sus ensambles. RONDELET, 1810, fig.131, p.371

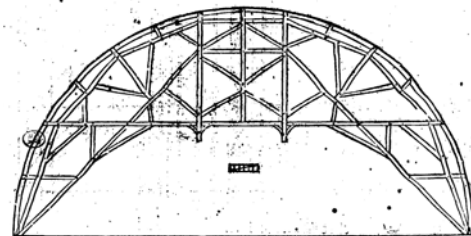


Figura 4: Cimbra para puentes y bóvedas. JOUSSE, 1849, p.154

En esta línea de acción se configurarán tres vertientes. La primera de ella se refiere a textos que tratan de encontrar una base de cálculo científico de las cimbras, referidas sobretudo a las construcciones de

perfeccionadas por la práctica y no en principios teóricos. GEMA LOPEZ MANZANARES. 1996. Proyecto y cálculo de cimbras en el siglo XVIII. En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996*, eds. A. de las Casas, S. Huerta, E. Rabasa, pp.313-321. Madrid: I. Juan de Herrera, CEHOPU, p.314

² Véase GEMA LOPEZ MANZANARES. 1996. Op. cit.

³ Véase BOISTARD, L.C. 1822. *Recueil d'expériences et d'observations faites sur différens travaux exécutés pour la construction du pont de nemours, pour celle de l'arsenal et du port militaire d'Anvers et pour la reconstruction du port de Flessingue*. Paris: J.S. Merlin, Libraire. Véase la descripción de Adémar sobre la forma de realizar cimbras. J. ADHEMAR, 1858. *Nouvelles études de charpente, pont biais en bois*. Paris: Lacroix-Comon, Libraire, pp.52-63. También WILLIAM RANKINE, 1867. *A manual of civil engineering*. Londres: Charles Griffin and Company.

puentes.⁴ Luego tenemos los manuales de construcción, algunos mezclados con pasajes de la historia de la arquitectura, pero cuyo fin era mostrar la manera correcta de edificar y estaba dirigida mayormente a arquitectos y constructores.⁵ La tercera vertiente se trata de los textos que buscan explicar el desarrollo de las técnicas constructivas a través de la historia.⁶

Tanto si era un texto de cálculo como si se trataba de un manual de construcción el método elegido de representación gráfica de las cimbras solía ser el alzado, incidiendo en los detalles de los ensambles y la disposición de las piezas de madera, además de los encuentros con los apoyos o los cimientos (Figs.1-4). En algunos casos también se acompañaba con tablas de cálculos o valores. Todas estas preocupaciones se justificaban en que se necesitaban saber las características exactas de las cimbras para proceder a un cálculo fiable en un caso o para poder ejecutarla materialmente en el otro. Sin embargo cuando se trataba de textos que explicaban las técnicas constructivas en la historia además de la representación en alzado se recurría generalmente al uso de la vista tridimensional (Fig.5).

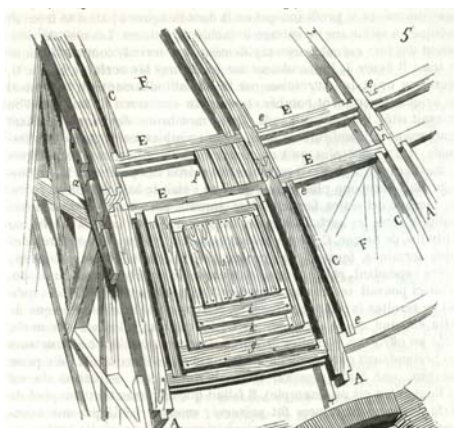


Figura 5: Representación gráfica de cimbras romana. VIOLLET LE DUC, 1868, vol.9, fig.7, p.475

Difícil aseverar a primera vista la razón de esta exquisitez gráfica, tal vez porque al producir una vista en tres dimensiones se podía mejorar la comprensión por parte de un público no necesariamente experto, a diferencia de aquellos que acostumbraban consultar los libros de cálculo o manuales de construcción, por lo general profesionales y académicos. Precisamente el trabajo de Choisy se enmarca dentro de la tercera vertiente y en su *Histoire de l'Architecture* no solo busca describir las características constructivas de las bóvedas románicas y góticas sino también explicar gráficamente el tipo de cimbras que habrían servido de soporte a estas bóvedas.⁷

⁴ Véase J. CHAIX, J. y E. CHAMBARET. 1850. *Traite des ponts*. Paris: Georges Fanchon Editeur.

⁵ Véase J. RONDELET. 1810. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. Paris: chez l'auteur, enclos du Panthéon.

⁶ Algunos textos son ambivalentes, pues no están estrictamente circunscritos a una vertiente sino que muestran una fusión de ellas.

⁷ Para cuando sale a la luz la *Histoire de l'Architecture* Choisy había ya elaborado sus hipótesis sobre el cimbrado de las bóvedas romanas. Véase AUGUSTE CHOISY. 1999. *El arte de construir en Roma*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Edición y traducción íntegra de la edición original: Auguste Choisy. *L'art de bâtir chez les Romains*. Paris: Librairie générale de l'architecture et des travaux publics Ducher et Cie, 1873, pp.31-41. Para la arquitectura románica y gótica véase AUGUSTE

LAS CIMBRAS EN LA ARQUITECTURA ROMANICA SEGÚN CHOISY.

En lo que toca a la arquitectura románica Choisy reconoce claramente el aporte de los textos de Caumont, Lassus y Viollet-le Duc para Francia y Willis para el caso inglés.⁸ Considera también que la arquitectura románica surge como fruto de la imitación a diferencia de la arquitectura gótica que según él era expresión de la originalidad absoluta y de una edad analítica en sumo grado.⁹ De allí que Choisy para explicar las bóvedas del mundo románico utiliza las técnicas hasta entonces conocidas, provenientes principalmente de la época romana. De esta manera plantea que la mayoría de las bóvedas románicas presentan su intradós interrumpido por arcos perpiaños cada cierto tramo, definiendo tres formas de encuentro de dichos arcos con el cuerpo de la bóveda (Fig.6).

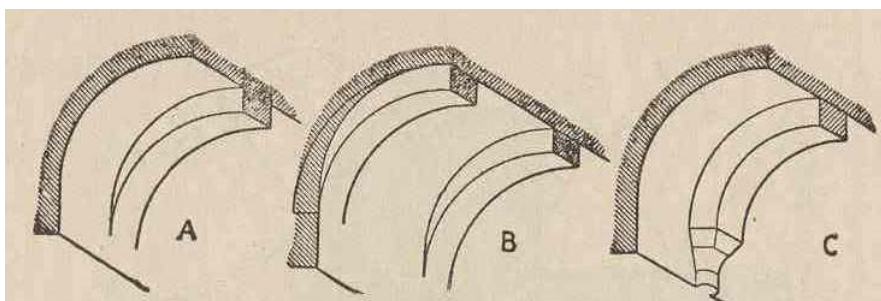


Figura 6: Disposición de las nervaduras en las bóvedas de cañón según Choisy. El tipo A se refiere a arcos que atraviesan las bóvedas. El tipo B consiste en arcos que están empotrados en su nacimiento y luego se separan de las bóvedas y el tipo C se refiere a las que se plantean exentas del cuerpo de la bóveda. CHOISY (1899), 1970, fig.99, p.208

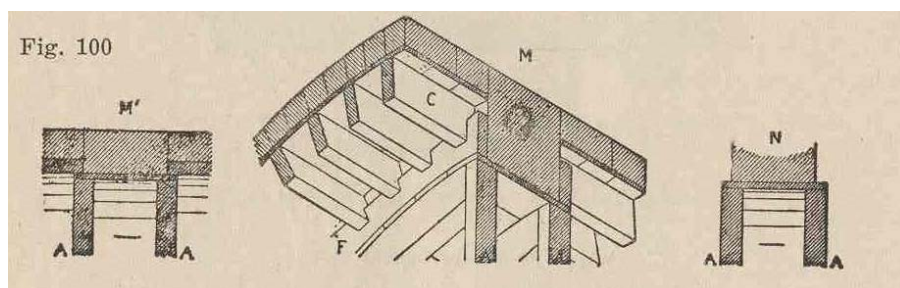


Figura 7: Forma de cimbrado de una bóveda románica. Las cerchas (A) de la cimbra sirven de apoyo al arco perpiaño (M) y sobre ella se disponen viguetas (C) y tablas que sostienen los sillares de cerramiento de la bóveda. CHOISY (1899), 1970, fig.100, p.208

CHOISY. 1977. *Historia de la arquitectura*. Primera Parte. Buenos Aires: Editorial Victor Leru. Traducción completa de S. Gallo de la edición original: *Histoire de l'architecture*. Paris: Gauthier-Villars, 1899.

⁸ «El Arte de nuestra Edad Media permaneció desconocido durante mucho tiempo: los escritores del grupo románico lo sacaron del olvido y sus métodos fueron revelados, en Francia, por los trabajos de Caumont, Lassus y Viollet-le Duc; y en Inglaterra por los Willis». AUGUSTE CHOISY. 1977. Op. cit., p.400.

⁹ *Ibidem*, p.401.

Choisy prueba a mostrar las características del cimbrado que a su juicio tuvieron estas bóvedas, considerando que el problema principal no radicaba en el hundimiento de ellas sino en la deformación que el peso de los sillares podían producir en la cimbra y que los arcos perpiaños ayudaban a evitar haciendo de refuerzo.¹⁰ Las cimbras servían al levantamiento de los arcos perpiaños y luego en conjunto actuaban como una cimbra doble sobre la cual se cerraba la bóveda. Choisy refiere que este tipo de arco se puede observar como refuerzo de algunas bóvedas de la iglesia de Nuestra Señora de Puerto Clermont-Ferrand, la cual fue comenzada hacia 1100 y que es considerada como el prototipo de la arquitectura románica de Auvernia.

El procedimiento del cimbrado según dibuja y explica Choisy se iniciaría con la colocación de las cerchas de madera bajo los arcos perpiaños. Luego una vez levantados estos arcos, se colocarían viguetas que se apoyaban en las cerchas de los perpiaños, teniendo como tope a éstos últimos.¹¹ Sobre las viguetas se disponía un entablado que serviría de base para el apoyo de los sillares de cerreamiento (Fig.7).

Conviene resaltar que Choisy había mostrado ya técnicas de cimbrado similares cuando estudiaba la arquitectura romana, es decir, cimbras que servían de apoyo a los arcos perpiaños, cumpliendo éste último el doble papel de cimbra y refuerzo de la bóveda (Figs.8-9). Aunque resulta curioso que en el caso de la arquitectura bizantina Choisy plantea que las cimbras se colocaban a los lados de los arcos perpiaños y no bajo ellos (Fig.10).

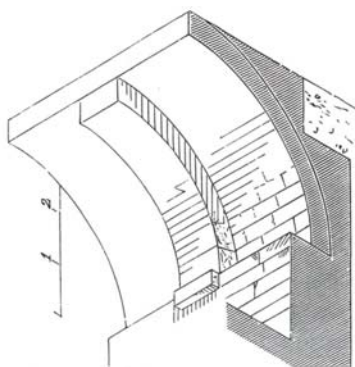


Figura 8: Bóveda sobre arcos perpiaños, en la cisterna de Konya. CHOISY (1873), 1999, fig.19, p.23

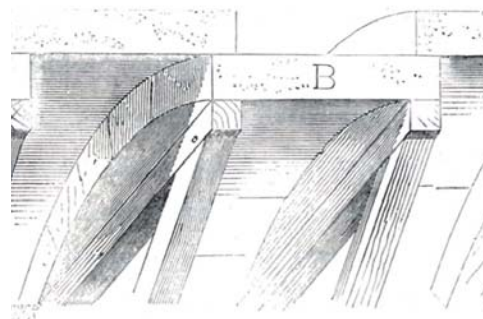


Figura 9: Sistema romano de reducción de cargas sobre las cimbras. CHOISY (1873), 1999, fig.81

El método de representación gráfica varía entre las cimbras de la *Histoire de l'Architecture* y las de los otros textos de Choisy, porque en éstos últimos, que fueron publicados antes, hace más uso de las texturas tratando de diferenciar gráficamente los materiales (piedra y ladrillo para arcos y bóvedas, y madera para las cimbras).

¹⁰ «En el cimbrado de una bóveda no debe temerse el derrumbamiento de la armadura sino su deformación, que la presencia de los arcos perpiaños evitaba prácticamente». Ibidem, p.407.

¹¹ «Se construían primero los arcos perpiaños que daban al armazón de las cimbras una rigidez completa y sobre dicho armazón reforzado se elevaba el cuerpo de la bóveda». Ibidem.

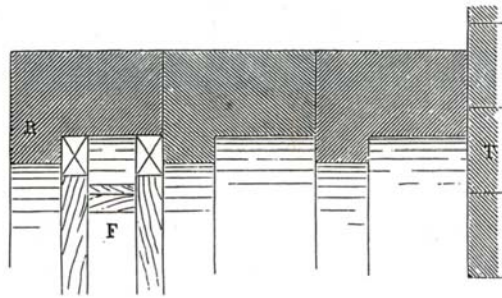


Figura 10: Cimbras utilizadas en la edificación de las galerías de las termas de Hierápolis. CHOISY (1883), 1997, fig.12, p.20

LAS CIMBRAS EN LA ARQUITECTURA GÓTICA SEGÚN CHOISY.

En cuanto a la arquitectura gótica, Choisy en concordancia con la opinión del momento considera que en este periodo los sistemas constructivos mostraban un acentuado progreso con respecto a las técnicas constructivas anteriores.¹² Este avance se expresaba en la concentración de los empujes en puntos determinados, por lo cual el sistema del muro macizo típico de la arquitectura románica se tornaba inútil y por tanto tendía a aparecer en su mínima expresión, sustituyéndose por el sistema de pilares y arbotantes.

La concentración de empujes hizo reflexionar a Choisy sobre su incidencia en los métodos de cimbrado de las bóvedas góticas, los cuales tendrían que haber evolucionado al igual que el resto del edificio, cambiándose el modelo de empleo de cimbras rígidas por cimbras flexibles.¹³ Para esto se basa en el empleo de la cercha móvil, descrito inicialmente por Viollet-le-Duc, como parte del cimbrado utilizado en la arquitectura Gótica (Fig.11).¹⁴ En este dibujo Choisy no menciona la fuente gráfica que le sirvió de base, aunque es manifiesto que se trata del dibujo de Viollet, mostrados ambos en una vista tridimensional con el punto de vista del observador ubicado aparentemente en el mismo lugar.

Conviene aclarar que la idea del empleo de las cerchas móviles, si bien con otras características, está ya presente en Choisy cuando muestra su uso para la construcción de bóvedas de cañón en el mundo romano (Fig.12). Pero en el caso de las bóvedas góticas se mostrará un poco escéptico sobre el buen resultado de ellas, porque este método tenía el inconveniente que no se adaptaba a las luces grandes de bóvedas con flechas pequeñas o cuando las bóvedas tenían nervaduras que no eran curvas planas.¹⁵

¹² «...el edificio se transforma en un ser organizado donde cada parte constituye un miembro con forma determinada, no ya imitativa de modelos tradicionales...». AUGUSTE CHOISY. 1977. Op. cit., p.401.

¹³ El estudio de las cimbras flexibles y su aplicación a puentes se debe a Lorgna, con su *Saggi di statica e meccanica applicate*, de 1782. Véase GEMA LOPEZ MANZANARES. 1996. Op. cit., p.319.

¹⁴ Véase EUGENE EMMANUEL VIOLLET-LE-DUC. 1868. *Dictionnaire Raisoné de L'Architecture Française. Du XIe au XVIe siècle*. París: A. Morel editor. Vol.4, p.106.

¹⁵ «...la experiencia de los constructores que han restaurado nuestros monumentos góticos, prueba que es posible valerse de una armadura de cimbreo bajo nervadura y ejecutar los husos intermedios sin más paoyo que una cercha extensible...¿Fue utilizado ese ingenioso procedimiento durante la Edad Media? Nada permite establecerlo de manera absoluta». AUGUSTE CHOISY. 1977. Op. Cit., p.471.

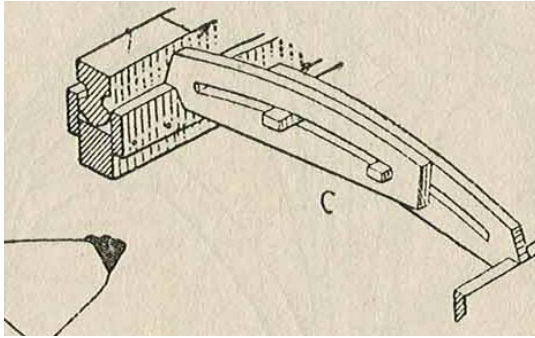


Figura 11: Cercha móvil que inicialmente Choisy refiere su empleo en el cimbrado de las bóvedas góticas, aunque luego dudaría de su efectividad. CHOISY, 1970, fig.170-c, p.249

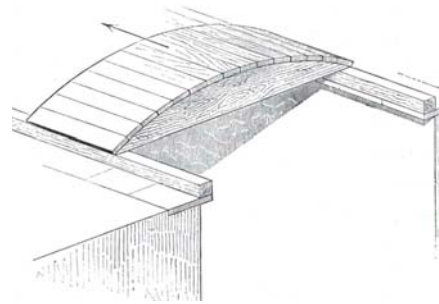


Figura 12: Cercha móvil para una bóveda de cañón. CHOISY (1873), 1999, fig.37, p.61.

Aquí Choisy utiliza el caso de las galerías de la catedral de Bourges para plantear la hipótesis de que estas bóvedas requirieron un cimbrado basado en un puente provisional, el cual sirvió de apoyo para la colocación de las dovelas de arista y de las cerchas que sostenían un entablado que a su vez apoyaban a la plementería (Fig.13). Sugiere también que cada nervadura se puede sujetar entre dos rieles, los cuales forman parte de la armadura y entre ellas se puede colocar un entablado dispuesto sobre cerchas curvadas que a su vez sirven de soporte a la formación de rellenos (Fig.14).¹⁶ La representación gráfica es un poco más detallada que en el caso de la cimbra románica, principalmente por el recurso a las sombras y texturas, aunque aún esta lejos de las características gráficas mostradas por aquellos estudiosos que el reconocía su aporte en este campo como Viollet, De Caumont o Willis.

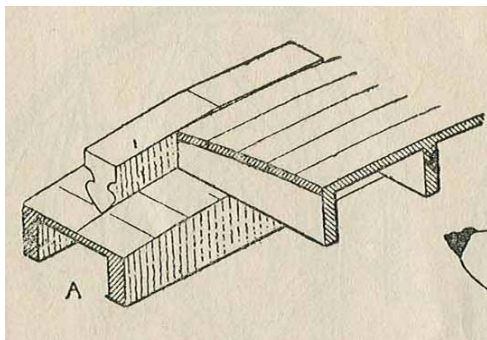


Figura 13: Puente provisional de sostén de las dovelas de arista y de las cerchas para la plementería. CHOISY, 1970, fig.170-a, p.249

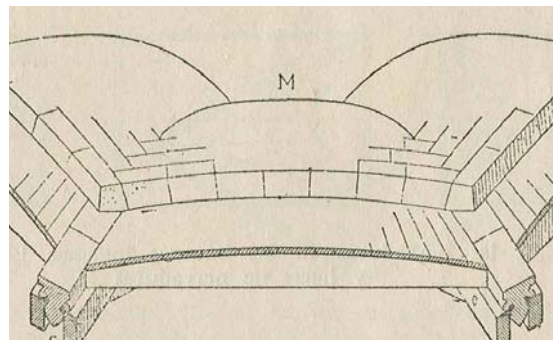


Figura 14: Cimbrado con rieles paralelos a la nervadura que sostiene las cerchas y al entablado. CHOISY, 1970, fig.171, p.249

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA.

La forma de representación de Choisy del cimbrado de las bóvedas románicas y góticas es la axonometría seccionada, utilizando además la presentación de secuencias para explicar los tipos de

¹⁶ Ibidem, fig.171, p.249.

encuentros de los perpiños con el cuerpo de la bóveda en el caso de la arquitectura románica. Las figuras que muestra parecen establecer a primera vista una correlación con lo que De Caumont y Viollet habían ya dibujado para explicar el desempeño de las bóvedas románicas y romanas respectivamente. Sin embargo tanto Violet como De Caumont no utilizan la axonometría sino la sección fugada, por tanto condicionando el punto de vista del observador, mientras Choisy busca mostrar una visión tridimensional sin ningún punto de fuga para no interferir con la interpretación particular del observador (Figs.15-16).

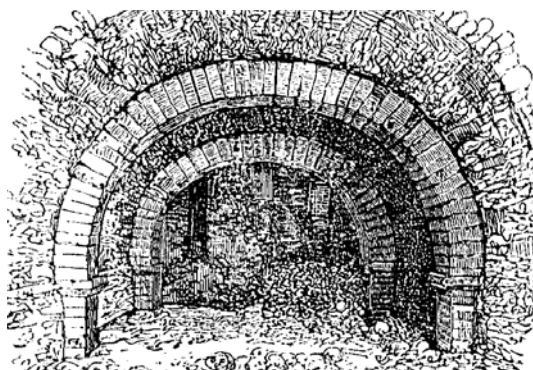


Figura 16: Arcos perpiños para apoyo de las bóvedas de cañón románicas. DE CAUMONT, 1859, p.94

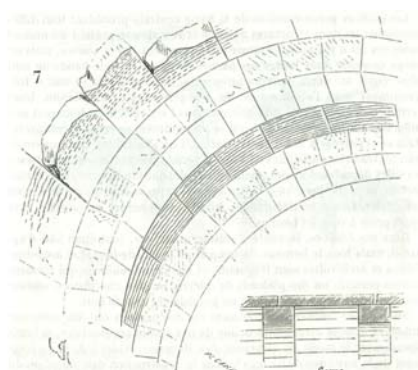


Figura 17: Arcos de fábrica en la arquitectura romana que sirven de soporte al resto de la bóveda, cuya técnica según Viollet se siguió utilizando durante el siglo XII en Francia. VIOLLET LE DUC, 1868, vol.9, fig.7, p.479

El grafismo de Choisy es básicamente esquemático a diferencia de Viollet o De Caumont, los cuales emplean mucho las texturas y sombras, pero no el sombreado de Choisy, utilizado básicamente en la parte seccionada, sino en lugares del dibujo que no corresponden necesariamente a la sección. Siguiendo la tendencia generalizada en la representación gráfica de su tiempo Choisy emplea letras para distinguir y explicar las diferentes partes que conforman sus detalles.

ESCALA DEL DIBUJO.

En Choisy aparece como característica recurrente el no mencionar la escala con la cual está trabajando. A diferencia de Viollet, quien en muchos de sus dibujos muestra personas por lo cual se puede considerar que hace empleo de una «escala humana» además de la escala gráfica (Figs.18-19).

El uso de la escala gráfica en realidad estaba más difundido entre tratados sobre puentes o manuales de construcción. Además su uso no era exclusivo sino que venía acompañado de tablas o descripciones de las dimensiones necesarias, como en el caso de Willis cuando describe los detalles constructivos de las bóvedas góticas (Fig.20), o con De Caumont cuando representa gráficamente las plantas de las iglesias.¹⁷

¹⁷ Véase ROBERT WILLIS. 1842. On the construction of the vaults on the middle ages. En *Transactions of the Royal Institute of British Architects of London*, vol.1, part II. Londres: Longman, Brown, Green and Longmans. Véase ARCISSE DE CAUMONT. 1859. *Abécédaire ou rudiment d'archéologie*. Caen: Hardel, imprimeur, éditeur, rue Froide, 2.

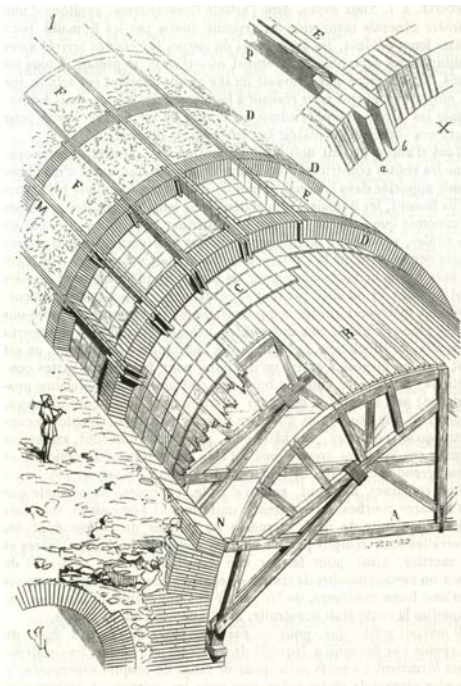


Figura 18: Características de las cimbras de una bóveda romana. VIOLLET-LE-DUC, 1868, vol.9, p.466.

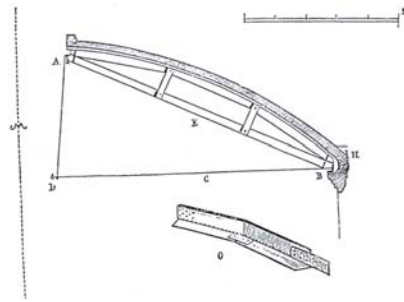


Figura 19: Escala gráfica utilizada por Viollet para el caso de una cimbra moderna (siglo XIX). VIOLLET LE DUC, 1872, fig.15

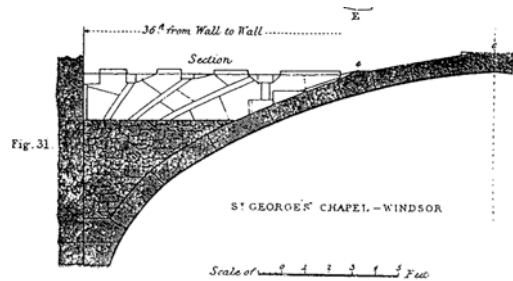


Figura 20: Escala gráfica utilizada por Willis en la sección de un tramo de bóveda gótica. WILLIS, 1843, fig.31, tabla I

FORMA Y NÚMERO DE LAS CERCHAS.

Los dibujos de Choisy muestran cimbras realizadas con cerchas sólidas formadas con camones que exponen un perfil recto por el lado del intradós y un perfil curvo por el lado del extradós que servirá de definición al intradós de la bóveda. El uso de los camones sólidos constituía un patrón típico en la confección de cerchas desde la antigüedad y que incluso Viollet ya las había dibujado para el caso de las cimbras romanas (Fig.21).

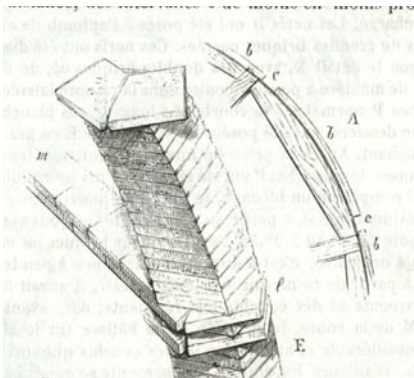


Figura 21: Forma de las cimbras en la arquitectura romana. VIOLLET LE DUC, 1868, vol.9, fig.2, p.468

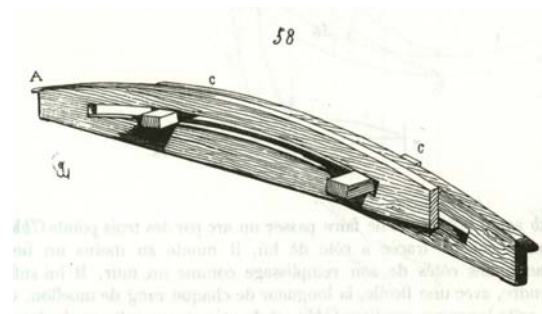


Figura 22: Cercha móvil planteada por Viollet como solución gótica para cerrar las bóvedas. VIOLLET LE DUC, 1868, vol.4, fig.58, p.106

Sin embargo los camones que dibuja Choisy parecen exageradamente largos, porque salvan la luz en una sola pieza, además de servir únicamente a la formación de arcos carpaneles o con flechas bajas.

Otro aspecto importante es la presentación de la forma de la cercha móvil realizada por Choisy, aunque más detallada que la de Viollet, porque éste solo muestra dos largos camones con un hueco en medio y dos láminas de metal a los extremos en medio (Fig.22). Choisy plantea recortes en la zona de los camones donde entra en contacto la cercha con los elementos que le sirven de apoyo.

Sobre el empleo de cerchas de estas formas y proporciones Taylor pone objeciones basadas en la dificultad que implicaría levantar grandes armaduras en altura y la posterior tarea de descimbrado.¹⁸ El peso de cada uno de los elementos y la probabilidad de que produzcan daños al desmontarlos resultan entonces consideraciones fundamentales, además de la facilidad para aflojar las cuñas durante el destensado. Otro punto a tomar en cuenta es la característica de las grúas para realizar este trabajo, las cuales a mayor peso de la armadura necesitarían a su vez más altura y potencia. Por otro lado si las cimbras fuesen menores, las grúas podrían ser más ligeras y se podrían trasladar lateralmente para soportar a otra bóveda.

El dibujo de Choisy no refiere exactamente el número de cerchas a utilizar en los tramos de las bóvedas. Aunque con frecuencia se suele suponer que siempre que era posible la misma cimbra se usaba varias veces en el mismo edificio. Sin embargo en los proyectos más grandes, este tipo de economía era impracticable. La rapidez de construcción y exigencia de equilibrio estructural obligaba a construir muchas bóvedas a la vez en espacios elevados. Taylor plantea que el uso de cerchas de menores dimensiones serviría también de andamio durante el proceso de decorado.¹⁹

DIMENSIONADO DE LAS PIEZAS.

Otro elemento a considerar es que Choisy no llega a colocar medidas de los elementos que componen los dibujos de sus cimbras o en su defecto no hace alusión a dimensiones en el texto que expliquen los gráficos, adoptando una posición similar a la de Viollet. Tampoco se menciona la luz a salvar por las cimbras.

Se debe recordar que la colocación de dimensiones en los dibujos era ya utilizada en los tratados franceses desde el siglo XVI, como se puede observar en el texto de Philibert de L'Orme (Fig.23).²⁰ Igualmente sus dibujos no explican que sucede con el cambio de escala de los edificios, si procede también un cambio en las dimensiones y forma de las cimbras o si existe un límite de tamaño para cimbrar.

¹⁸ TAYLOR, Rabun. 2006. Los constructores romanos. Un estudio sobre el proceso arquitectónico. Madrid: Ediciones Akal S.A., p.191.

¹⁹ Ibidem.

²⁰ PHILIBERT DE L'ORME. 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.

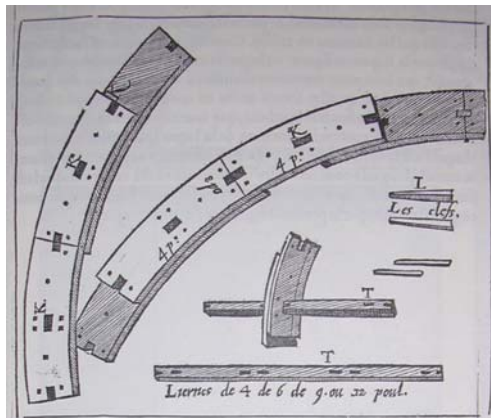


Figura 23: Características y dimensiones de los camones, contracamones, espigas y clavijas de madera. DE L'ORME, 1561,

DETALLE DE ENSAMBLES Y UNIONES.

Cuando se observa los dibujos de Choisy no se sabe si la estructura está compuesta por una sola viga curva o en su defecto por un ensamble de diversas piezas. No es manifiesto tampoco el detalle de las uniones por medio de clavos o cuerdas. Con Viollet sucede algo parecido, porque a veces muestra elementos complejos como realizados con una sola pieza y en otras circunstancias muestra ensambles, como en el caso de las cimbras romanas.

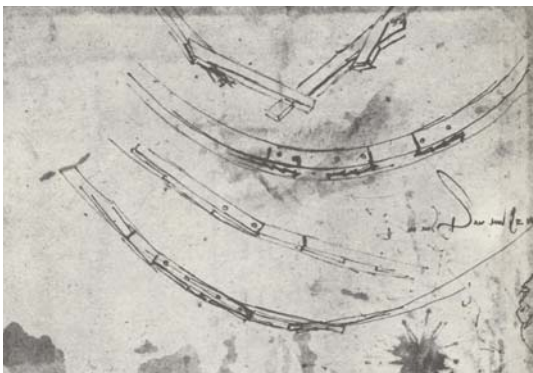


Figura 24: Estudio de Leonardo Da Vinci para las cimbras del tiburio del Duomo de Milán (ca.1487) que apareció en el Codex Ashburnham. Estas cimbras están elaboradas por maderos solapados en forma de largos camones. Cfr. MALTESE, 1978.

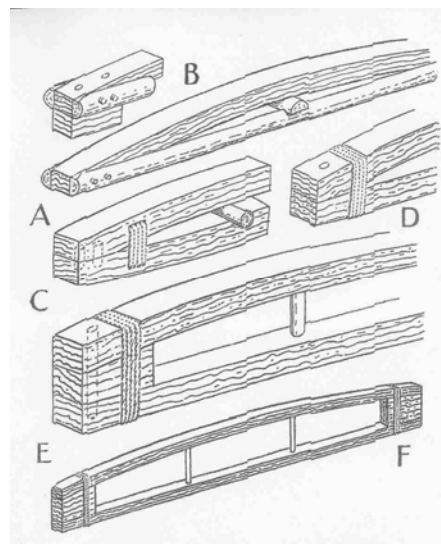


Figura 25: Características de las piezas que formaban la cercha de cimbrado y sus ensambles. FITCHEN, 1981, fig.46, p.119.

Conviene aclarar que la preocupación por determinar las características de los ensambles y empalmes de las piezas era ya una forma de representación gráfica utilizada desde el medioevo y que están

evidenciados en diversos tratados (Fig.24). Incluso en dibujos más recientes Taylor muestra las posibles soluciones de ensambles que pudieron tener las cimbras medievales (Fig.25). La eficacia de estos ensambles era fundamental para el buen funcionamiento del conjunto, dependía del conocimiento de las esfuerzos que tenían que soportar: tracción, compresión, torsión y cortante. Una primera consideración en relación con los ensambles de las cimbras es que tenían que poderse desmontar fácilmente en complejas condiciones. Aunque habría que decir a favor de Choisy que su texto no es un manual de construcción sino un relato del proceso evolutivo de las tipologías constructivas en la historia.

CONTEXTO CONSTRUCTIVO.

Si bien en algunos aspectos Choisy sigue las opiniones de Viollet, establece también una línea de pensamiento propio, que se observa en la crítica a la propuesta de Viollet sobre la cercha móvil, como instrumento de uso habitual en la ejecución de las plenterías góticas.²¹ Choisy muestra una imagen cercana a la de Viollet, pero va más allá al referir los posibles apoyos de la cercha, mientras Viollet muestra su propuesta completamente abstraída de su contexto constructivo. Los empalmes de Choisy obedecen a una lógica más racional, lo que lo lleva finalmente a criticar a Viollet, porque pensaba que este tipo de cercha no sería suficiente para cerrar la bóveda y plantea otras soluciones.

En su libro sobre la construcción en Roma, Choisy se ocupa especialmente de la composición de las fábricas, y del papel que las cadenas o nervios de ladrillo embebidos en las bóvedas jugaban de cara a la economía de cimbras y la facilidad en la ejecución. Esta disposición la traslada luego al modo de ejecutar las bóvedas en el periodo románico, con un procedimiento de cimbrado y ejecución de las bóvedas con mucha similitud a los planteamientos de Viollet para el periodo romano. Sin embargo no se puede decir que Choisy toma los postulados de Viollet sobre este tema ya que los tomos del *Dictionnaire* de Viollet aparecieron sucesivamente, desde 1854 y hasta 1868, siendo esta última fecha la que contiene la voz *voûte*, que ofrece también algunos comentarios sobre los métodos romanos. Para entonces Viollet ya conocía del borrador de Choisy, cuya aparición adelanta en una nota y cuya lectura recomienda.²²

PROCESO DE CIMBRADO Y DESCIMBRADO.

Choisy en sus dibujos nos muestra el cimbrado ya terminado tanto para la arquitectura románica como gótica, pero no muestra los equipos necesarios para llevarlo a cabo. Igualmente Choisy parece olvidar

²¹ AUGUSTE CHOISY. 1977. Op. cit. En L'Art de bâtir chez les Égyptiens Choisy contradice a Viollet con respecto a la definición del papel que jugaban los aparejos diagonales de las bóvedas. Mientras Viollet creía que esta disposición se debía a una característica sísmica, Choisy planteaba que era una manera de evitar problemas de humedad.

²² Un jeune ingénieur français, M. Choisy, va publier prochainement un travail très complet sur la structure des voûtes romaines, d'après les monuments. Ce recueil, que nous avons eu entre les mains, donne en détail les divers procédés employés par ces grandes constructeurs, et démontre de la manière la plus évidente, que l'économie dans la dépense était une de leurs principales préoccupations. Nous engageons les architectes qui veulent sérieusement connaître les procédés employés par les Romains dans les constructions à recourir aux travaux de M. Choisy sur cette matière. EUGÈNE EMMANUEL VIOLLET-LE-DUC. 1868. *Dictionnaire Raisoné de L'Architecture Française. Du XIe au XVIe siècle*. Paris: A. Morel editor. Vol.9, p.477, « voûte »

otra actividad igual de importante, cual es el proceso de descimbrado, que por lo general no se hacía en condiciones nada fáciles.

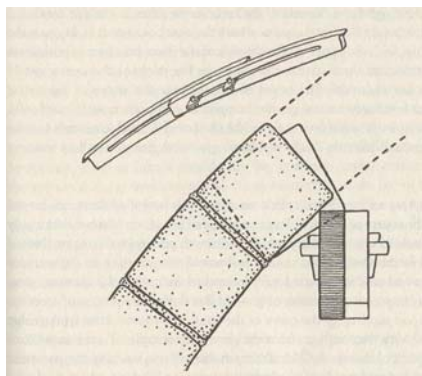


Figura 26: Estudio de la cercha móvil por parte de Fitchen, indicando la dificultad de utilizar este artilugio. FITCHEN, 1981, fig.40, p.101.

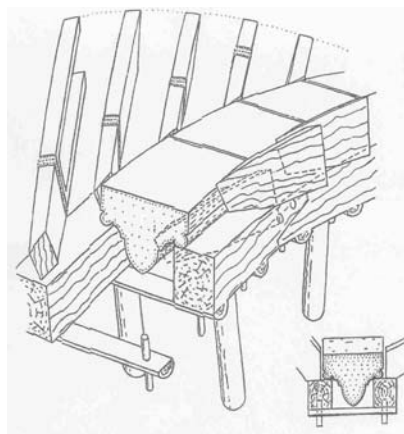


Figura 27: Puente provisional de sostén de las dovelas de arista y de las cerchas para la plementería. FITCHEN, 1981, fig.60, p.154.

Este descimbrado no sería generalizado, por lo que la mayor parte de la estructura principal debía continuar ya que las cimbras de madera servirían de andamio para los estucadores, mosaiquistas y demás oficio relacionados con la decoración y protección de la piedra. Durante el descimbrado se debía destensar la cercha que se encontraba en carga bajo la bóveda sin posibilidad de soltarla.

Coincidiendo con las dudas planteadas por Choisy hacia la cercha móvil de Viollet, Fitchen demuestra la dificultad que implica realizar cimbrados de bóvedas de grandes luces utilizando este sistema por la falta de continuación de la curva en el sentido transversal y que hubiera provocado el giro de las piedras de cerramiento (Fig.26), aunque en la forma de representación se parece más a Viollet pues olvida el contexto constructivo que si se observa en Choisy. De la misma forma Fitchen utiliza el dibujo de Choisy de la cimbra de las nervaduras gótica sujetas entre dos rieles, los cuales forman parte de la armadura y entre ellas se puede colocar un entablado (Fig.27).

Fitchen mostrará también otras imágenes para explicar sus hipótesis sobre el proceso de descimbrado (Fig.28). Sin embargo existen diferencias estructurales fundamentales entre el cimbrado de las bóvedas de cañón y las cúpulas. Las cimbras de las cúpulas, debido al principio del anillo de compresión, se pueden montar y desmontar sin elementos que cubran toda la cúpula o sin apuntar la clave desde abajo. Las bóvedas de cañón no ofrecen esta ventaja. Si falta su elemento de coronación, las cimbras con forma semicilíndrica, no tiene otra posibilidad que la de caer hacia dentro a no ser que se apee.

De esta reflexión surge la propuesta de Taylor, quien considera que para controlar cada parte de la estructura durante el desmontaje se podrían colocar vigas horizontales transversales en la dirección de la

luz, a distintas alturas.²³ Terminada la cimbra, estas maderas funcionarían a tracción, actuando como tirantes de una cercha con pendolón central (Fig.29). Sin embargo durante el descimbrado se ven sometidas a una ligera compresión, actuando de puntales para mantener en su lugar a las dos mitades del arco mientras se va desmontando desde arriba.

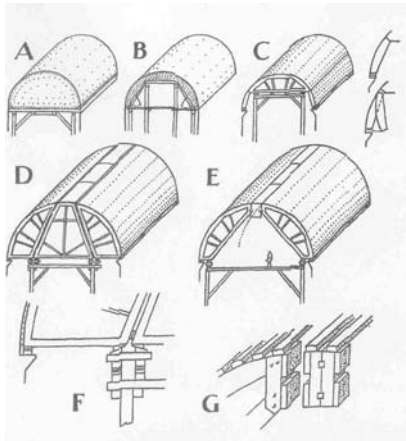


Figura 28: Características de las cimbras empleadas en el Medioevo según Fitchen, con elementos que permitan su descimbrado. FITCHEN, 1981, fig.21

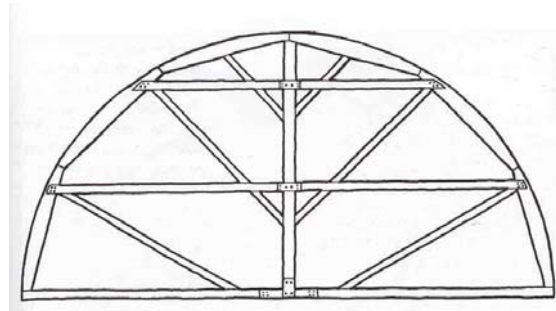


Figura 29: Cimbras, con elementos horizontales que permitan su descimbrado, TAYLOR, 2006, fig.107, p.195.

CONCLUSIONES.

Los dibujos de Choisy tienen un primer referente en Viollet-le-Duc, pero no los utiliza como un espejo de éste sino desde una perspectiva crítica, llegando en algunos casos a considerar poco probable la eficacia de los métodos descritos por Viollet. A pesar que los dos hacen referencia a los libros del compañero la manera de representación gráfica es diferente entre ambos, Choisy es más esquemático, mientras Viollet es más detallista. Igualmente los dibujos de Choisy suelen incluir el contexto constructivo dentro del que se encuentran, a diferencia de los dibujos de Viollet.

Choisy define la forma de sus cimbras, pero no así el número necesario para edificar un tramo en la arquitectura románica. Este fallo sin embargo es corregido para el caso de la arquitectura gótica, donde muestra las cimbras bajo las nervaduras y la definición del entablado para la plementería.

Choisy no llega a precisar la escala de dibujo, las dimensiones de las piezas o los detalles de ensambles de las piezas que forman la cimbra. Si bien el proceso de cimbrado es mostrado, parece no contener las características del proceso de descimbrado, igual de necesario. Es importante mencionar que todas estas licencias de la *Histoire de l'Architecture* tal vez se deban al hecho de no ser un manual de construcción, ya que parece que Choisy más que intentar mostrar una sección constructiva con todos los detalles necesarios para edificar buscaba evidenciar la evolución histórica que tuvieron las técnicas constructivas.

²³ TAYLOR, Rabun. 2006. Los constructores romanos. Un estudio sobre el proceso arquitectónico. Madrid: Ediciones Akal S.A., p.194.

BIBLIOGRAFÍA.

- ADDIS, Bill. 2005. A history of using models to inform the design of structures. En *Essays in the history of the theory of structures. In honour of Jacques Heyman, p. 9-44*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEDEX-CEHOPU.
- ADHEMAR, J. 1858. *Nouvelles études de charpente, pont biais en bois*. Paris: Lacroix-Comon, Libraire.
- BOISTARD, L.C. 1822. *Recueil d'expériences et d'observations faites sur différens travaux exécutés pour la construction du pont de nemours, pour celle de l'arsenal et du port militaire d'Anvers et pour la reconstruction du port de Flessingue*. Paris: J.S. Merlin, Libraire.
- CHAIX, J. y E. CHAMBARET. 1850. *Traite des ponts*. Paris: Georges Fanchon Editeur.
- CHOISY, Auguste. 1970. *Historia de la arquitectura*. Parte Gráfica. Buenos Aires: Editorial Víctor Leru. Traducción completa de S. Gallo de la edición original: Histoire de l'architecture. Paris: Gauthier-Villars, 1899.
- CHOISY, Auguste. 1977. *Historia de la arquitectura*. Primera Parte. Buenos Aires: Editorial Víctor Leru. Traducción completa de S. Gallo de la edición original: Histoire de l'architecture. Paris: Gauthier-Villars, 1899.
- CHOISY, Auguste. 1997. *El arte de construir en Bizancio*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Edición y traducción íntegra de la edición original: Auguste Choisy. L'art de bâtir chez les byzantins. Paris: Librairie de la Société Anonyme de Publications Périodiques, 1883.
- CHOISY, Auguste. 1999. *El arte de construir en Roma*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Edición y traducción íntegra de la edición original: Auguste Choisy. L'art de bâtir chez les Romains. Paris: Librairie générale de l'architecture et des travaux publics Ducher et Cie, 1873.
- DE CAUMONT, Arcisse. 1859. *Abécédaire ou rudiment d'archéologie*. Caen: Hardel, imprimeur, éditeur, rue Froide, 2.
- DE HONNECOURT, Villard. 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 de Yago Batja de Quiroga, 1991).
- DE L'ORME, Philibert. 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).
- FITCHEN, John. 1981. *The construction of Gothic cathedrals. A study of Medieval vault rection*. Chicago: University of Chicago Edition.
- JOUSSE, Mathurin. 1702. *L'art de Charpenterie de Mathurin Jousse, corrige et augmenté par Mr. De La Hire*. París: 2ª ed., T. Moette (Premiere edition 1627) (facs. Ed. París: P. Laget, 1978).
- LENIAUD, Jean-Michel. 1980. *Jean-Baptiste Lassus (1807-1857). Ou le temps retrouvé des cathédrales*. Paris: Arts et métiers graphiques.
- LOPEZ MANZANARES, Gema. 1996. Proyecto y cálculo de cimbras en el siglo XVIII. En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996, eds. A. de las Casas, S. Huerta, E. Rabasa, pp.313-321*. Madrid: I. Juan de Herrera, CEHOPU.
- MALTESE, Corrado. 1978. Leonardo Da Vinci. Frammenti sull'Architettura. En *Scritti Rinascimentali di Architettura*, pp.277-317. Milan: Edizioni il Polifilo.
- PALLADIO, Andrea. 1570. *I quattro libri dell'Architettura*. Venecia: Dominico de' Franceschi.
- RONDELET, J. 1810. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. Paris: chez l'auteur, enclos du Panthéon.
- TAYLOR, Rabun. 2006. *Los constructores romanos. Un estudio sobre el proceso arquitectónico*. Madrid: Ediciones Akal S.A.
- VIOLLET-LE-DUC. Eugène-Emmanuel. 1868. *Dictionnaire Raisoné de L'Architecture Française. Du XIe au XVIe siècle*. París: A. Morel editor.
- VIOLLET-LE-DUC. Eugène-Emmanuel. 1872. *Conversaciones sobre la arquitectura*. 2 vol. París: A. Morel & Cie. Libreros Editores. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. 2007
- WALTER, Gaspar. 1766. *Bructen bau, oder anweisung, wie allerlen Arten von Bructen...* Augsburg: verlegt von den Gebrudern Beith.
- WILLIS, Robert. 1842. On the construction of the vaults on the middle ages. En *Transactions of the Royal Institute of British Architects of London, vol.1, part II*. Londres: Longman, Brown, Green and Longmans.