

## Sistemas de encimbrado y apeos en la Restauración Monumental española durante el siglo XIX

José M<sup>a</sup> Calama Rodríguez  
Amparo Graciani García

El proceso de construcción exige una manipulación física de los materiales para que vayan conformando el elemento constructivo y adopten una forma concreta en el lugar específico del edificio. Esta serie de prácticas constituye la esencia de la técnica edificatoria y, en ocasiones, precisa de recursos auxiliares para la ejecución en función del tipo y la forma del material de que se trate.

En el caso de las técnicas constructivas de cantería y albañilería, los materiales previamente conformados, se unen dando lugar al elemento constructivo de mayor tamaño y cuyas características formales y funcionales pueden ser radicalmente diferentes a las piezas elementales.<sup>1</sup> Para conseguir la unión o ensamblaje de las piezas, son precisos los medios auxiliares que soporten, de forma provisional, los pesos y las tensiones que se producen durante la construcción, en tanto el elemento constructivo, bien por la necesidad de trabazón de sus componentes o de endurecimiento del conglomerante que los une, adquiere la capacidad portante propia.

Estos elementos auxiliares, como apeos y cimbras, eran conocidos y empleados en construcción desde la Antigüedad, aunque en las culturas egipcia y mesopotámica su uso fuera poco frecuente debido, entre otras cuestiones, a la escasez de madera.<sup>2</sup> Sin embargo, fueron sistemas auxiliares básicos en la técnica de construcción romana. Aunque desde la construcción romana hasta la altomedieval se mantiene la herencia clásica en el empleo de los medios auxiliares de construcción (siendo de destacar únicamente los

nuevos métodos de elevación de cargas pesadas que se empezaron a desarrollar a partir del siglo XII<sup>3</sup>) en síntesis, estas novedades no afectan en demasía a los sistemas de cimbras y apeos.

Su consideración de medio auxiliar que no queda incorporado a la construcción, hace que las cimbras, con el perfil adecuado al arco al que deben servir de soporte provisional, se diseñe a partir de elementos sencillos pero suficientemente resistentes, empleando para ello sistemas triangulados de celosía, de manera que garanticen su indeformabilidad ante el peso y las acciones de la construcción, con una economía de medios. Cuando los arcos o bóvedas no son de grandes luces, un solo triángulo organiza el entramado estructural y, si la luz aumenta, la subdivisión en triángulos también lo hace, organizando una verdadera cercha sobre la que se apoyará el manto que dará soporte a las dovelas (figura 1).

El empleo de estos sistemas auxiliares, no sólo ha condicionado, en múltiples ocasiones, el proceso constructivo a seguir, sino que ha influido incluso en la elección tipológica de los sistemas estructurales. Los romanos llegaban incluso a realizar los diseños arquitectónicos de algunos elementos, teniendo en consideración el proceso de construcción a emplear; así, practicaban unos salientes, a modo de cornisas o impostas decorativas, en la última hilada horizontal del muro (figura 2), que a su vez servía para el apoyo de la cimbra.<sup>4</sup> También se llegaba a planificar el proceso constructivo a partir del análisis de la conveniencia de emplear una sola cimbra para ejecutar las

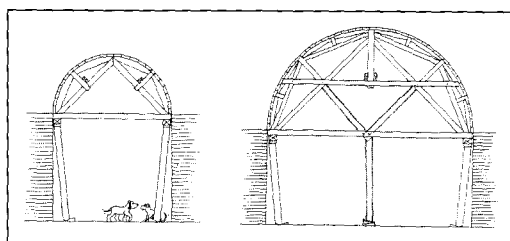


Figura 1  
Cimbras romanas (P. Adams).

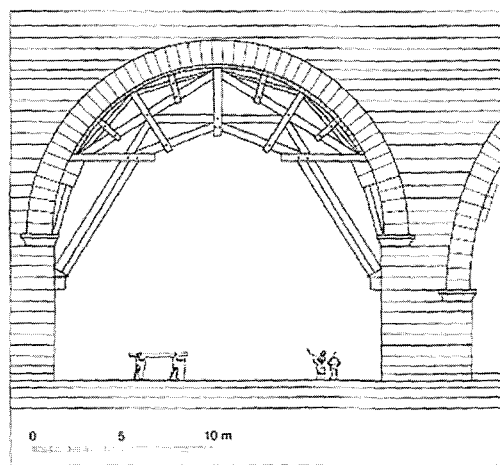


Figura 2  
Cimbras sobre impostas (P. Adams).

roscas del arco y desplazarla para construir la siguiente, con el consiguiente ahorro de material, o si interesaba conformar cimbras completas para todo el espesor de la fábrica y poder, de este modo trabar las distintas roscas de los arcos, construyendo una verdadera bóveda.

La etapa de construcción de las grandes catedrales góticas y especialmente algunos arquitectos de los siglos XV y XVI, aportaron nuevas soluciones de acuerdo a las necesidades que surgieron de las magnas construcciones.<sup>5</sup> No obstante las soluciones se fundamentaban en diseños sencillos, al estar limitadas las dimensiones de las piezas de madera. Así, por ejemplo, la técnica utilizada para la construcción de arcos de medio punto se hizo extensiva a los arcos apuntados, a pesar que el comportamiento estructural

de uno y otro diferían, especialmente, en cuanto a las zonas débiles o reforzadas, de ambos (figura 3). En otras ocasiones, el verdadero problema constructivo era la organización de los medios auxiliares que permitiesen acometer las arriesgadas soluciones arquitectónicas, como ocurría con las construcciones góticas que precisaban enormes entramados para salvar las alturas de los arcos torales y las bóvedas.

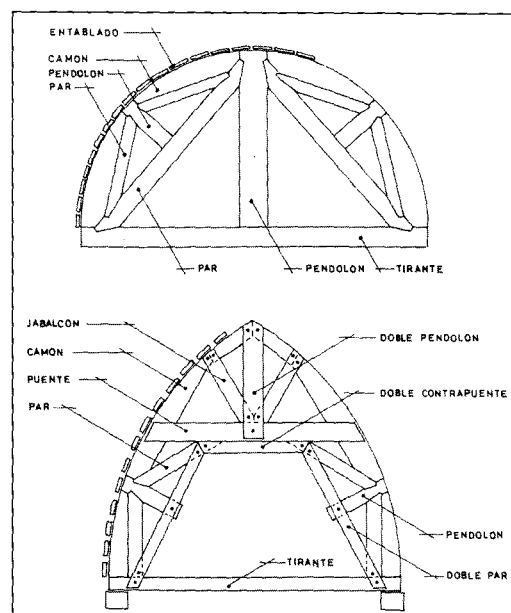


Figura 3  
A) Cimbra para arco de medio punto; B) Cimbra para arco apuntado.

En el caso de la intervención sobre edificios construidos, el empleo de cimbras y apeos adquiere doble función, ya que por un lado permite la reconstrucción de las partes arruinadas, mientras que por otro, organiza y completa la estructura dañada estabilizando los desequilibrios originados por la ruina de alguno de los elementos estructurales.

En este sentido, durante la segunda mitad del siglo XIX se produjo en España un impulso a la restauración arquitectónica que, entre otras cosas, generó un estudio en profundidad de las técnicas constructivas del pasado. Las prácticas empleadas en la restauración de nuestros monumentos, especialmente los pro-

cesos de consolidación estructural de algunas fábricas medievales, llevaron a los arquitectos a plantear su naturaleza constructiva elemental. A partir de este sustrato teórico, los arquitectos hubieron de buscar y proyectar medios auxiliares acordes con la naturaleza de tales fábricas. En las páginas que siguen vamos a analizar algunos de las más singulares sistemas de encimbrado y apeos utilizados en los procesos de restauración monumental en España durante el siglo XIX.

#### **EL PROYECTO DE ENCIMBRADO DE JUAN DE MADRAZO PARA LA CATEDRAL DE LEÓN (1869-1874)**

Los desordenes estructurales introducidos por los derribos de algunos pilares y la cúpula barroca del crucero, ordenados por Matías Laviña a partir de 1859, fueron los causantes de una descompensación de empujes y contrarrestos en la estructura de la catedral. La llegada a León en 1869 de Juan de Madrazo y Kunt (1829-1880) como arquitecto restaurador supuso un trascendental cambio en los planteamiento de restauración del templo. El lastimoso estado de la catedral, tras los desmontes realizados por Laviña durante el período anterior, hacían imprescindible la creación de medios auxiliares para apoyar debidamente las partes desmontadas y proceder a la reconstrucción una vez asegurada la estabilidad del edificio.

Entre los años 1869 y 1874, Madrazo elaboró un proyecto de encimbrado para las bóvedas altas de la catedral diseñados a partir del principio de elasticidad aplicado por los arquitectos racionalistas en la restauración de monumentos, que consideraban la arquitectura gótica dotada de un sabio equilibrio entre sus elementos constructivos y cuya perfección residía en la coherencia entre la forma y su comportamiento mecánico. Funcionalidad estructural y sistemas de equilibrio activo fueron principios rectores que sirvieron de base para el diseño de las carpinterías de armar empleadas como medios auxiliares en los procesos de reconstrucción de los monumentos durante la segunda mitad del siglo XIX. En esta línea, para la realización de su proyecto, Juan de Madrazo estudió los materiales utilizados en su reconstrucción, el tipo estructural general y las formas y dimensiones del templo, y todo ello lo analizó en ín-

tima conexión con el proceso de ejecución y en relación con los medios auxiliares requeridos. Desde estos planteamientos, más que propiamente una *restauración* se desarrolló una labor de *reconstrucción*.

El impresionante sistema de encimbrado ideado por Madrazo, a modo de inmenso armazón de madera, respondía a las necesidades requeridas por el estado de semiruina que presentaba la catedral. El desequilibrio de la fábrica era evidente: los pilares encorvados no ofrecían un apoyo estable a las bóvedas, los tramos desmontados de las bóvedas habían roto el equilibrio y, descompuestas, ejercían empujes desiguales al tiempo que el deterioro o desmonte de arbotantes y botareles, en su función de contrarrestos, les incapacitaba para resistir los empujes; la ruina parecía inminente.

Las obras de cantería para la reconstrucción de las bóvedas no podían ser continuadas si antes no se aseguraba la estabilidad del sistema. Estas cimbras eran imprescindibles para contener los empujes que extendían la ruina a otras zonas del edificio. Ante la falta de apoyos que sustituyesen en sus funciones estáticas a los elementos que habían sido derribados, las bóvedas se encontraban mutiladas sin el sostén necesario.

Matías Laviña había realizado armazones de carpintería pero que no sirvieron para dotar de las entibaciones precisas al edificio. Sus armaduras eran grandes y pesadas y aprestadas sobre durmientes solo servían como andamios y simple sostenimiento vertical de las bóvedas. El sistema de equilibrio de la catedral gótica era más complejo de lo que Laviña había imaginado.

#### **Fundamentos teóricos del sistema de encimbrado: funcionalismo estructural y equilibrio activo**

El sistema de encimbrado que ideó Madrazo estaba concebido como una horma que sostuviese y entibase la catedral para permitir reconstruir las partes que se habían desmontado. Como hemos señalado, Madrazo aplicó las doctrinas racionalistas de explicación del funcionamiento del sistema gótico de Viollet-le-Duc, y ese punto de partida metodológico fue el que adoptó para plantear la reconstrucción de las partes desmontadas, en este sentido, el sistema de encimbrado es la adaptación de la armadura de madera a las con-

diciones estructurales del sistema gótico, a modo de elemento neutro aplicado a la parte activa del edificio.

El diseño del encimbrado de Madrazo partía de la consideración del funcionamiento estructural de la fábrica, que el arquitecto consideraba dividida en tres niveles. En primer lugar una parte elástica que correspondía a la estructura formada por botareles, arbotantes, pilares contrafuertes y arcos de crucería para la formación de las bóvedas; estas fábricas desempeñaban la función activa y de ellas depende la estabilidad del edificio. El resto de la fábrica no desempeñaba función activa y Madrazo la clasificaba en «rígida», sin función activa pero que actuaba como soporte del cerramiento, y «neutra», es decir aquella que gravita sobre las crucerías (entrepaños y plementería).

Esta distinción entre partes activas y pasivas es de suma importancia para determinar el sistema de restauración del edificio y los medios de sostén y apeo de las partes arruinadas. Lógicamente, la propiamente activa, es la que debe reconstruirse en primer lugar para asegurar la estabilidad del edificio y restituir el sistema de equilibrio de la catedral gótica.

Como es natural, por su condición de medio auxiliar, el sistema de encimbrado proyectado por Madrazo fue desmontado al terminar los trabajos de cantería. Sin embargo, el propio arquitecto dejó cuatro planos de su planta, secciones transversales y algunos detalles con los pormenores de su ejecución<sup>6</sup> (figuras 4a y 4b). Existen, además, otras fuentes documentales; Demetrio de los Ríos fue el autor de unos modelos en pequeña escala que fueron reproducidos en su monografía sobre la catedral (figuras 5<sup>a</sup> y 5b) y Juan Bautista Lázaro realizó una interesante descripción del mismo, que fue publicada en 1886.<sup>7</sup>

#### **Función y construcción: adaptación de las cimbras a los tipos estructurales del edificio gótico**

Una de las aportaciones del sistema auxiliar proyectado por Madrazo fue su original planteamiento para tensionar los cartabones de la cimbra. El arquitecto articuló su encimbrado en función del sistema de bóvedas altas, pero no se limitaba a las carpinterías necesarias para la reconstrucción de los nervios y la plementería de estas, sino que las cimbras se aplicaron a todos los arcos relacionados con ellas, con el fin de

que todos los empujes ejercidos por estos elementos, parte activa de la estructura, fueran correctamente

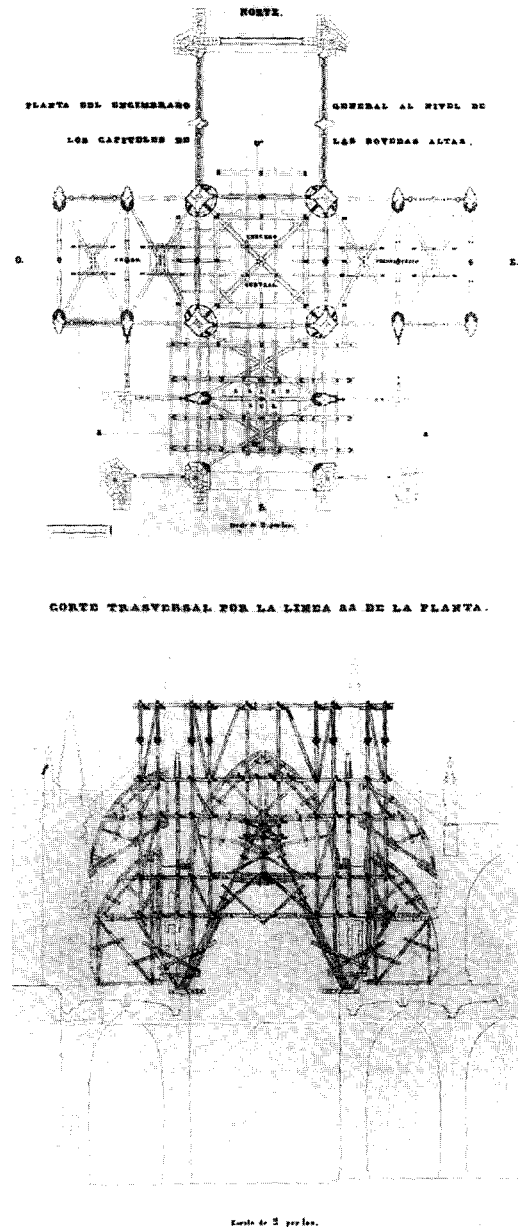


Figura 4  
Proyecto de encimbrado de Juna de Madrazo para la catedral de León; A) Planta; B) Alzado.

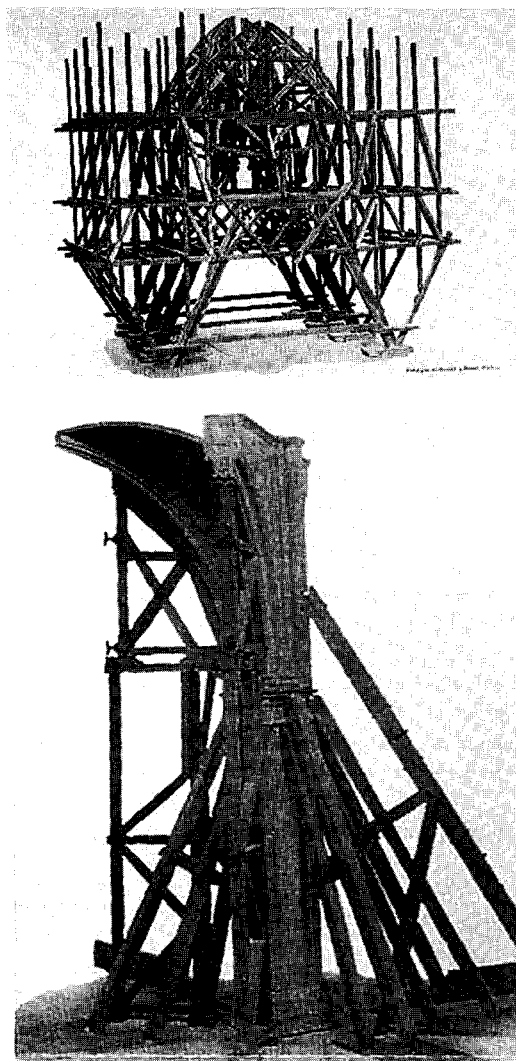


Figura 5  
Modelo de apeo y encimbrado de Madrazo, según maqueta de Demetrio de los Ríos.

transmitidos al punto de apoyo, es decir a los pilares en el interior del edificio y hacia los botareles exteriores a través de la acción ejercida por los arbotantes en su doble función de transmisores de empujes y contrarrestos. Para ello, Madrazo comenzó por reconstruir los botareles, considerados elementos indispensables para asegurar la estabilidad de las bóvedas.

Su proyecto de encimbrado estaba sustentado en el modelo *teórico* de explicación del funcionamiento mecánico del sistema de equilibrio activo de la catedral gótica. Este sistema aplicado por Viollet-le-Duc es concebido como «un sistema deducido desde arriba», ésto es, una vez concebida la disposición de las bóvedas, el resto de los sistemas de apoyo y contrarrestos se deduce lógicamente. Un proceso de restauración de la magnitud de la catedral de León, con varios tramos de bóvedas desmontados, exigía la íntima comprensión del mecanismo de función de la bóveda de crucería para la eficaz consolidación y restauración de la totalidad de la estructura.

El sistema de contrarrestos entre los arcos es de especial importancia para asegurar el equilibrio estructural. Cada tipo de arco empleado en la construcción presenta un sistema de contrarresto en función de la acción mecánica que desarrolla. Los arcos que componen la bóveda del cruceo, los arcos torales directamente y los diagonales indirectamente o por descomposición de fuerzas se contrarrestan en sus empujes por los arcos formeros de las naves altas que se encuentran en cada una de las cuatro prolongaciones del cruceo, es decir, los formeros de la nave, del presbiterio y de los brazos del cruceo.

Por estas causas, el sistema de encimbrado diseñado por Madrazo tenía una doble dimensión. En principio, y en su consideración global, suponía una adaptación al sistema de bóvedas de la catedral; pero en su aspecto constructivo más concreto, el sistema de encimbrado se adaptaba al tipo especial de arco apuntado que componen las bóvedas. Es decir, hay una doble adaptación interrelacionada y definida por dos tipos estructurales activos del edificio gótico: la bóveda de crucería compuesta por nervios y plementos y los arcos apuntados que componen esta bóveda como sus elementos activos que sustentan estos relleños y actúan como transmisores de los empujes a los puntos de apoyo. La reconstrucción de las bóvedas debía comenzar por la construcción de los arcos y por eso esta segunda dimensión del sistema de encimbrado, que atiende a los arcos, es inseparable y dependiente de la disposición general de la bóveda, puesto que los arcos forman el «esqueleto» efectivo de sillería en tales bóvedas.

En el caso de la catedral de León, los cuchillos y las cimbras se realizaron para sostener, durante su construcción, racimos de arcos apuntados y por tanto compuestos de dos ramas que se tornapuntan mutua-

mente en una junta vertical y no en una clave —de la que carecen— a excepción de los diagonales, que la tienen porque se cruzan. Esta característica constructiva de los arcos apuntados determina que tienen mayor tendencia a subir por su coronación que a bajar después del su descimbrado, aspecto que tuvo muy en cuenta Madrazo ya que fue vital para determinar una de las cualidades principales del sistema. En palabras del propio Madrazo:<sup>8</sup>

«...lo que hay que hay que preparar, más bien que un sistema de encimbrado propiamente dicho, es un sistema en rigor de entibaciones o acodalados, un sistema destinado principalmente, y como punto de vista casi exclusivo, a neutralizar los empujes horizontales, y que realice los efectos de aprestamiento (mero temple) y aflojamiento, con tanta mayor sensibilidad cuanto más bajo esté el punto del arco sobre el que se opere.»

Además del proyecto con los sistemas de montaje y descimbrado, Madrazo elaboró un apéndice al proyecto con los cálculos de los empujes previstos y en el que incluyó la resistencia de las cimbras. En sus dibujos (figura 6) representó los vectores de descomposición de las fuerzas de un arco toral del crucero y la aplicación de la cimbra correspondiente. El gráfico

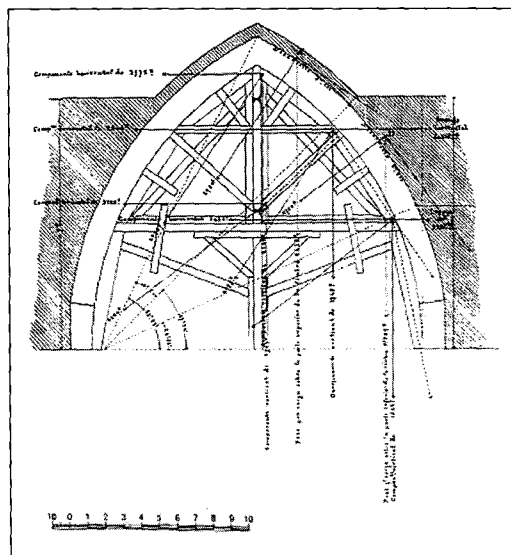


Figura 6  
Catedral de León. Cálculos de la cimbra para arco toral.  
Juan de Madrazo, (1875).

muestra la doble presión horizontal y vertical ejercida por el arco, acorde con la definición general del arco apuntado que él daba en la memoria del proyecto, como «dos ramas que se tornapuntan mutuamente en una junta vertical».<sup>9</sup>

Esta propiedad del arco apuntado considerado en su forma genérica lleva a Madrazo a considerar su proyecto de encimbrado, como hemos indicado, como un sistema de entibaciones neutras y rígidas capaces de neutralizar los empujes horizontales. La consecuencia es que el tipo de cimbra que propone está organizada a partir de un sistema de apriete y aflojamiento lateral o de costado (en lugar de cómo hasta la fecha se estaban empleando de adaptación inferior o en vertical) y dos medias cimbras que se van juntando, o separando, según el eje vertical.

Desde esta característica común, las variedades se presentan, por una parte, en función de su adaptación a los arcos torales y, de otra, a los distintos sistemas de apoyo utilizados para sostener las cimbras.

Para establecer los encimbrados a la altura de 22 metros, Madrazo se sirvió de varios métodos de apoyo. En primer lugar, estableció los arranques de los racimos de cimbras sobre los capiteles de los pilares; aquí se planteó el problema de que los capiteles sólo ofrecían ocho centímetros de vuelo, base insuficiente para poderles confiar el apoyo de las cimbras, por lo que Madrazo decidió realizar un *encinchado* en la parte superior de los capiteles que, como apriete de todas las esperas de cimbras que arrancaban de cada pilar, ofreciera una sólida fundación a la carpintería.

Para los apoyos restantes ideó dos sistemas. En primer lugar levantó las cimbras sobre apoyos verticales fundados sobre el pavimento; este sistema lo empleó en el crucero que ofrecía un pavimento resistente. Pero en el brazo sur el pavimento estaba «minado» por sepulturas y no ofrecía un firme estable para las cimbras y en los tramos de la nave principal se encontraba la sillería del coro, por lo que Madrazo ideó un impresionante sistema de armaduras transversales colgadas que estribó a la altura del triforio de la catedral.

Los requerimientos funcionales del sistema de encimbrado se completaban además con otros servicios prácticos que debían cumplir para facilitar la reconstrucción de las partes superiores del edificio, como era su utilización como paso de andamiajes para los operarios y de castillete para la elevación y transporte de los materiales, que no sólo se limitaba a los reque-

ridos para las bóvedas sino también a los utilizados para la coronación de hastiales, reposición de cornisas, balaustradas y pináculos de la parte superior.

Además, el sistema de encimbrado aseguraba el fácil desencimbrado de todas las carpinterías una vez terminados los trabajos de reconstrucción de bóvedas y partes superiores del edificio.

### Proceso de construcción del encimbrado

Como se ha indicado, el desmonte de varios tramos de bóvedas fue la consecuencia inmediata del derribo de la cúpula central del crucero efectuada por Matías Laviña. Todos los tramos de la bóveda inmediatos a la cúpula se resintieron necesariamente a falta de contrarrestos. En el plano de planta de la cimbra de Madrazo (ver figura 4.a) se muestran los tramos de bóvedas que comprendía esta fase de encimbrado y que correspondían a dos tramos de bóveda del este y oeste del crucero central, los dos correspondientes al brazo sur del transepto y la bóveda central del crucero, es decir, los tramos de las bóvedas desmontadas; a estas bóvedas, añade la segunda de la nave principal sobre el coro y la segunda del presbiterio, como tramos en estado de ruina.

El orden de ejecución del encimbrado respondía a la misma lógica que el de reconstrucción de las bóvedas, es decir, venía establecido por la división entre «partes que sostienen» y «partes sostenidas». Se comenzó por el castillejo central del crucero y por los cuchillos sobre los triforios (como partes que sostienen) y a éstos siguieron las cimbras para toda clase de arcos de las partes sostenidas, empezando por los arbotantes, los arcos principales, torales y formeros (como principales) y concluyendo por los diagonales.

Una vez extendido el encimbrado a todas las bóvedas altas de la catedral, quedaba únicamente proyectar el correspondiente al ábside. La destitución de Madrazo como Director de las obras de restauración, en octubre de 1879,<sup>10</sup> motivó que este proyecto se demorase hasta que se hizo cargo de las obras Demetrio de los Ríos.

### EL ENCIMBRADO DE DEMETRIO DE LOS RÍOS PARA EL ÁBSIDE DE LA CATEDRAL DE LEÓN (1879)

Demetrio de los Ríos completó y extendió el encimbrado de las bóvedas altas al ábside que, aunque bá-

sicamente era igual en concepción a las carpinterías proyectadas por Madrazo, por sus especiales características requirió la elaboración de un proyecto específico; la principal diferencia consistía en la necesidad de adaptar la carpintería a la estructura del ábside, algo distinta al resto de las bóvedas. Otras diferencias con respecto al resto de las cimbras que proyectó Madrazo fueron debidas a la supresión de los sistemas de refuerzo y zunchado de almas para los andamios y los necesarios tornapuntas y sopandas de plataforma en que descansaban los cartabones, motivado por la mayor distancia que debían tener las cerchas. Este encimbrado se componía básicamente de dos cuchillos que sujetaban una plataforma sobre la que descansaban cuatro cartabones correspondientes a los arcos de ojiva (figura 7).

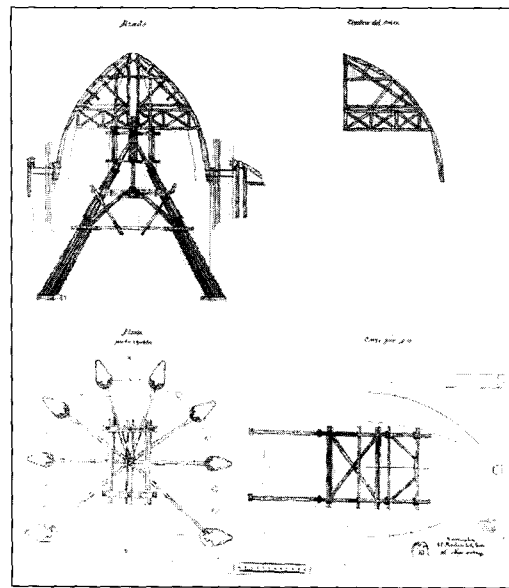


Figura 7  
Catedral de León. Cimbras para el ábside. Demetrio de los Ríos (1880).

### Otros encimbrado y apeos

El método seguido por Madrazo para la restauración de la catedral de León, en directa aplicación de las doctrinas racionalistas de explicación del funciona-

miento del sistema gótico, llevadas a su más acabada elaboración por Viollet-le-Duc, se planteó con pretensiones de constituirse en una *ciencia de la arquitectura* de validez universal. Los procesos de restauración llevados a cabo en España durante la última mitad del siglo XIX (y principio del XX), se convierten en un interesante campo de experimentación y demostración de los principios racionales sobre los que se asienta la arquitectura gótica.

El conocimiento preciso y detallado de estos sistemas constructivos entronca con las aspiraciones de algunos arquitectos de organizar un estudio sistemático y racional de los estilos arquitectónicos de la Historia, que posibilitara la intervención sobre edificios del pasado con suficiente garantía de fiabilidad, más allá de las primeras evocaciones sensibles y pintorescas del primer romanticismo. Los edificios desmontados, podrían volver a ser montados, siguiendo lógicas diferentes, deducidas de su propio sistema constructivo. Los distintos sistemas arquitectónicos se configuran en su evolución histórica como la consecuencia, aplicación y el desarrollo de los nuevos principios constructivos.

Dentro de este marco teórico, Madrazo se aproximó a la reconstrucción de la catedral de León a través del análisis de los principios arquitectónicos que gobiernan su estructura. La exposición de estos principios fue asumida y seguida, como hemos visto, por otros arquitectos, entre otros, su predecesor en León, Demetrio de los Ríos.

#### **Encimbrados y entibaciones de Adolfo Fernández Casanova para la Catedral de Sevilla (1882-1888)**

Otro de los arquitectos que siguieron la estela de Viollet y adoptaron las técnicas de Madrazo fue Adolfo Fernández Casanova. El arquitecto restaurador de la catedral de Sevilla tuvo conocimiento directo de las actuaciones de Juan de Madrazo en la catedral de León, lo que motivó una dependencia metodológica en los planteamientos empleados para reparar los arcos y las bóvedas dañadas de la catedral sevillana.

Fernández Casanova diseñó, entre 1882 y 1884, un complejo sistema de encimbrado y entibaciones que, al igual que en el caso de León, se mostraba como un seudo edificio de madera cobijando al pétreo. El complejo sistema de carpintería de armar estaba

adaptado a las condiciones estructurales del edificio y contaba, al igual que en caso de la catedral de León, con un sistema de husillos para desplazar la cimbra del arco apuntado con movimientos de costado, a la vez que tensionaba los cartabones de la cimbra, neutralizando así los empujes fundamentales del arco ojival en la zona de los riñones del arco, donde estos son superiores en intensidad. Como en el caso de León, el encimbrado de Fernández Casanova también estaba diseñado a partir de la composición de dos medias cimbras para conformar el conjunto del soporte del arco.

Sin embargo, el método empleado por este arquitecto aportó dos novedades al de Madrazo. En primer lugar el sistema de elevación, denominado «de temple» o vertical, de manera que la cimbra se construía en la base y se iba elevando a partir de la incorporación de los pies derechos, los cuales, en este proceso, eran sucesivas y convenientemente arriostrados. En segundo lugar, el diseño de la triangulación de la celosía de la cimbra, conseguía que todas las cargas remitieran a las líneas de arranque de los arcos transversales, a través de tres grandes vigas armadas de ejes paralelos, sostenidas por un apoyo central, en unos casos, y por apoyos adosados a los pilares y fuertemente arriostrados entre sí.

Estas estructuras provisionales fueron prácticamente destruidas a causa de la caída del cimborrio de la Catedral sevillana el 1 de agosto de 1888; no obstante, se conocen gracias a las fotos tomadas del desastre y a los planos dejados por Joaquín Fernández Ayarragaray (figura 8),<sup>11</sup> sucesor de Fernández Casanova en el cargo de arquitecto director de las obras de la Catedral hispalense, a raíz de su dimisión en 1889, y verdadero artífice de la reconstrucción del cimborrio. Fernández Ayarragaray emplearía apeos y encimbrados completamente análogos a los de su antecesor. En su proyecto de 1890 dejó perfectamente diseñados los distintos modelos de carpinterías de armar empleados en cada tramo de la bóveda y un magnífico plano de la sección transversal por el eje del crucero.

#### **Apeos y encimbrados de Enrique M<sup>º</sup> Repullés y Vargas para San Vicente de Ávila (1885)**

Aunque el sistema estructural de abovedamiento de la arquitectura románica no tenga nada que ver con la



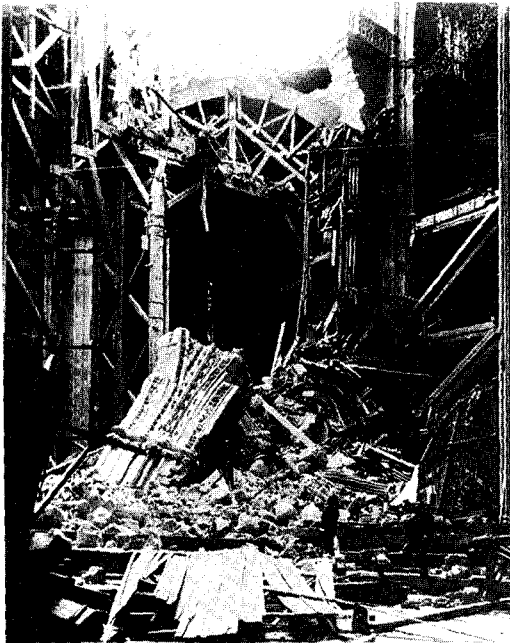


Figura 8  
Catedral de Sevilla. Caída del cimborrio (1888).

crucera gótica, algunos arquitectos restauradores del siglo XIX español, contemplaron el estilo románico desde la perspectiva de la teoría violletiana, como un ensayo en el que el sistema estructural habría de concluir en el gran momento constructivo gótico, produciéndose unas interesantes reflexiones sobre la amplia naturaleza arquitectónica de las fábricas románicas.

Esta teoría llevó a que algunos arquitectos restauradores encontraran los puntos débiles del sistema constructivo románico, a partir de las deformaciones y rupturas que experimentaban los edificios sobre los que se intervenía, llegando a diagnosticarse la patología estructural más frecuente padecida por las fábricas románicas, que no es otra que el desplome de los pilares y muros como consecuencia de la ruptura de arcos fajones en su clave (hacia el interior) y los riñones (hacia el exterior) con la consecuente dislocación de los arcos colaterales.

Precisamente este planteamiento violletiano de la elasticidad en el edificio románico, fue la base para que también en la restauración arquitectónica monumental de este período se emplearan medios auxilia-

res diseñados a partir de la metodología introducida por Juan de Madrazo. Nos estamos refiriendo concretamente a la restauración de la Basílica de San Vicente de Ávila.

La parte más antigua de este edificio está realizada en estilo románico-bizantino y corresponde a la cripta, los tres ábsides, los brazos del crucero, varios pilares de las naves del templo, los muros laterales y las portadas norte y sur; pero los arcos torales del crucero, la torre del cimborrio y las bóvedas que cubren la nave central, presentan claves estilísticas y constructivas de la arquitectura gótica.

La dirección de Enrique María Repullés y Vargas en las labores de restauración del templo abulense, a partir de 1885, marcó una etapa de reintegración estructural de este edificio, cuyo crucero de base octogonal, fue uno de los primeros góticos construidos en nuestro país.

Repullés, que llegaba a San Vicente precedido de una fecunda actividad profesional en Toro, Salamanca y la misma Ávila, dentro de la más pura línea de intervención violletiana, se enfrentó a los problemas graves de reintegración estructural del edificio. Para hacer frente a estos problemas que originaban la consiguiente pérdida de estabilidad del templo, el arquitecto realizó un minucioso estudio de los arbotantes añadidos en el siglo XV, los cuales suponía eran los causantes, por su excesivo peso, de los desplomes que habían llevado a la ruina el cuarto tramo de las bóvedas laterales.

Para equilibrar los empujes, en tanto procedía a desmontar de los arbotantes y parte de las bóvedas, construyó un entramado de apeos y cimbras a partir de las curvas de presiones introducidas por los empujes de las bóvedas, que calculó mediante estática gráfica, y cuyos elementos presentan características muy similares a los utilizados en 1874 por Madrazo en la catedral de León. Los cuchillos del castillejo estaban compuestos, al igual que en León, por un sistema de tornapuntas encepadas y arriostradas en varios puntos de su altura, sistema que se completa con los cuchillos de almas y puentes del andamio.

Sin embargo, debido a las características del templo de un estilo de transición, la cimbra del arco fajón (figura 9) que separa los dos tramos de la bóveda, se compone de dos partes distintas. En la parte inferior, Repullés dispuso de un acodalamiento que arrancaba de los apoyos sobre el pavimento y que no se correspondía con la línea de nivel de los capiteles

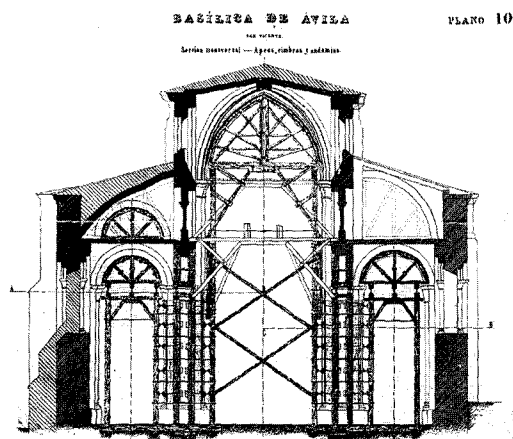


Figura 9  
Enrique M.<sup>a</sup> Repullés y Vargas, Apeos, cimbras y andamios de San Vicente de Ávila (1889).

y, en la superior, dos medias cimbras que se oprímán de costado y a las que el arquitecto añadió unos tensores situados en la línea de arranque del triforio.

Además, hubo de reforzar con entramos especiales, en los que dispuso un sistema de husillos para tensionar las naves laterales, al no contar con una estructura de arbotantes y botareles adecuadamente dispuestos para el contrarresto de los empujes de la bóveda.

#### Apeos y andamiajes de Demetrio de los Ríos para la fachada de la Catedral de León (1888-1889)

Sin la singularidad de los ejemplos anteriores, pero en la línea del desarrollo de los medios auxiliares en apoyo de la restauración diseñados a partir de la teoría de la elasticidad de los sistemas estructurales de las construcciones medievales, tenemos como últimos ejemplos los sistemas de apeos y andamiajes empleados por Demetrio de los Ríos, para la fachada de la catedral de León y de Vicente Lampérez y Romea en la catedral de Cuenca.

Las gigantescas carpinterías levantadas por Demetrio de los Ríos en apenas seis meses (de agosto de 1888 a enero de 1889) para desmontar el hastial de la fachada occidental de la catedral fueron calificadas por el propio arquitecto<sup>12</sup> como «el más elevado de

cuantos andamiajes se han erigido en este templo y uno de los mayores de cuanto en nuestros días se han acometido». La experiencia adquirida en el terreno de las carpinterías de armar después de haberse encimbrado la totalidad el edificio facilitó la rápida construcción del andamiaje (figura 10).

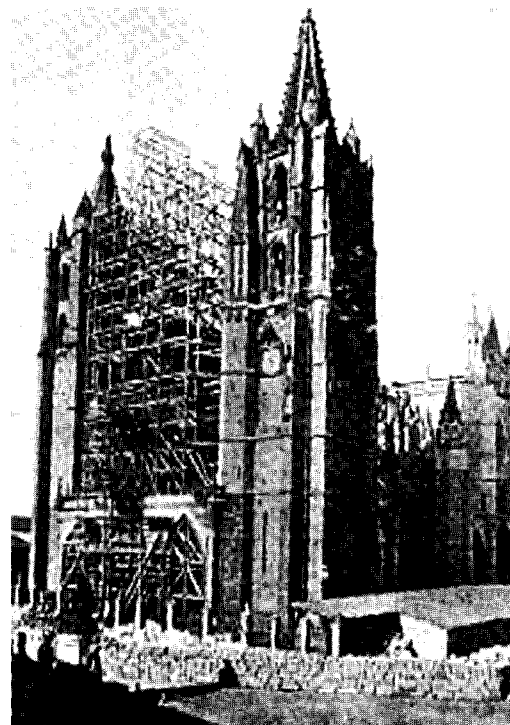


Figura 10  
Demetrio de los Ríos. Andamiaje para el desmonte y reconstrucción del hastial occidental de la catedral de León (1890).

Su función no era únicamente la de posibilitar el desmonte del hastial desde su coronamiento hasta la galería del triforio, sino que también debía sostener el hastial debido a que la ruina era progresiva. Para esta función se adoptaron dos triples y enormes puntales de una longitud de casi treinta metros que contenían las torres laterales de caracol, de manera que, una vez descargadas las pilas, el muro intermedio de la zona superior se desplomara. Asegurada la estabilidad del hastial por medio de estos enormes puntales

y de las cimbras que sujetaban los arcos del pórtico, se levantó el andamiaje desde el nivel del suelo hasta la coronación del hastial, alcanzando una altura de casi cincuenta y cuatro metros. Todo el maderamen se apoyaba en los costados de las torres laterales y en el encimbrado interior, compuesto por más de quince cimbras para los arcos del pórtico, los del interior del templo y el gran arco del hastial.

El desmonte del hastial fue una impresionante operación que apeó, desde esa altura, pesados y voluminosos cuerpos como eran los chapiteles de remate del hastial.

### Apeos y andamiajes de Vicente Lampérez y Romea para la Catedral de Cuenca (1888-1889)

El 30 de abril de 1903 se encargó a Vicente Lampérez la reparación de la Catedral de Cuenca, declarada *Monumento Nacional* el 27 de agosto de 1902. La restauración se planteaba tras el trágico hundimiento de la torre de las campanas que, además de haber de-

jado en estado de ruina toda la parte alta de la fachada, se desplomó sobre varias personas que se encontraban en sus inmediaciones.

Siguiendo el hábito de los restauradores, Lampérez aprovechó la oportunidad de las obras para estudiar estilísticamente la Catedral, contribuyendo a fijar las influencias de estilo que, según él, era el único ejemplar en España de gótico anglo-normando.

Para practicar las correspondientes reparaciones, Lampérez hubo de apea la linterna del crucero, que fechó entre los siglos XIII y XIV y que estaba dislocada a causa de que había sufrido varios incendios. A tal fin, ideó un sistema de andamiaje tan impresionante como el de León, aunque de características diferentes, ya que no poseía encimbrados y estaba pensado para desmontar la fachada. Para ello, se armó una plataforma en la parte superior y por medio de una máquina se efectuaba el desmontaje de chapiteles y remates del ático (figura 11). Además, el sistema de apeos estaba pensado para que posteriormente sirviera para la elevación de la nueva fachada,<sup>13</sup> pero la linterna se dejó para una reconstrucción posterior, ya que Lampérez quería reintegrarla en la fachada y el proyecto de la misma se dilató más de siete años.

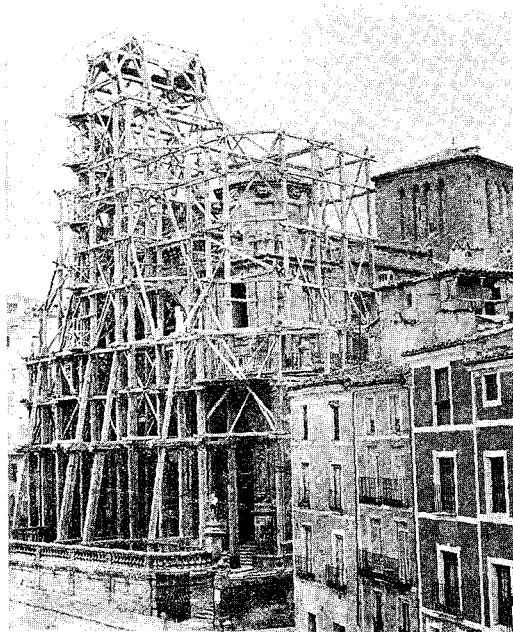


Figura 11  
Vicente Lampérez. Apeo de la fachada de la catedral de Cuenca (1907).

### NOTAS

1. Paricio Ansuategui, I.: *La construcción de la arquitectura. Tomo 1: Las técnicas*; I.T.C.C. Barcelona (2ª edic. 1988), pp. 45 y ss.
2. Vas Beek, G. W.: «Arcos y bóvedas del Próximo Oriente», en *Investigación y Ciencia*, septiembre, 1987, pp. 76 y ss.
3. Graciani García, A.: «Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Antigüedad», en *La Técnica de la Arquitectura en la Antigüedad*. Universidad de Sevilla, 1998, pp. 118.
4. Adam, J. P.: *La construcción romana. Materiales y técnicas*. Ed. de los Oficios, León, 1996, pp. 186 y ss.
5. Graciani García, A.: «Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Edad Media», en *Las Técnicas de la Arquitectura Medieval*. Universidad de Sevilla, 2000, pp. 204.
6. Madrazo, Juan de: *Proyecto de encimbrado de las bóvedas altas de la catedral de León*. Doc. 2º, León 28-1-1874. A.G.A. (E. Y C.) C. 8.062, lg. 8.847; Exp. 2º.
7. González-Varas Ibáñez, Ignacio: *La catedral de León. Historia y restauración (1859-1901)*, Ed. Lancia, León, 1993, pp. 180 y ss. El autor refiere un capítulo al proyecto de encimbrado, reproduciendo, además de los dibu-

jos de Madrazo, Demetrio de los Ríos y Lázaro, los elaborados por los ingenieros del ejército José Artola y Fontela y José Patiño y Mesa, que muestran distintos esquemas de cimbras, castillejos y andamios.

8. Madrazo, Juan de: «Consideraciones relativas al proyecto en general». *Proyecto de encimbrado...*
9. *Ut supra*.
10. Madrazo moriría a los pocos meses de su destitución, el 7 de marzo de 1880, acosado de una enfermedad aguda y sumamente debilitado por las pugnas y discusiones mantenidas con el Cabildo. Su reconocimiento póstumo tuvo lugar al año siguiente cuando, por su proyecto de encimbrado de la catedral, le fue concedida la Medalla de oro en la Exposición Nacional de Bellas Artes.
11. Algunas hipótesis —sin confirmar— apuntan la posibilidad de que una de las causas del hundimiento del cimborrio pudiera haber sido el exceso de presión introducido por los husillos en algunos de los apoyos de los arcos torales sobre las cabezas de los pilares, descompensando los empujes de la bóveda.
12. Ríos, Demetrio de los: *La catedral de León. Tomo II*, pp. 15-16.
13. Sobre los apeos utilizados ver los propios artículos de Lampérez y Romea, Vicente: «El triforium de la Catedral de Cuenca». *BSEE*, 1901, p. 126; «La Catedral de Cuenca», *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, 1902, VII, p. 411, y, sobre todo, «La fachada principal de la Catedral de Cuenca», *Arquitectura y Construcción*, 1911, pp. 354-362.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adam, J. P.: *La construcción romana. Materiales y técnicas*. Editorial de los Oficios, León, 1996.
- Calama, J.M. y Graciani, A.: *La restauración decimonónica en España*. Universidad de Sevilla, 1998.
- Graciani García, A.: «Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Antigüedad», en *La Técnica de la Arquitectura en la Antigüedad*. Universidad de Sevilla, 1998.
- Graciani García, A.: «Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Edad Media», en *La Técnicas de la Arquitectura Medieval*. Universidad de Sevilla, 2000.
- González-Varas Ibáñez, I.: *La catedral de León. Historia y restauración (1859-1901)*, Ediciones Lancia, León, 1993.
- Lampérez y Romea, Vicente: «El triforium de la Catedral de Cuenca». *BSEE*, 1901; «La Catedral de Cuenca», *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, 1902, VII y La fachada principal de la Catedral de Cuenca», *Arquitectura y Construcción*, 1911.
- Madrazo y Kunz, Juan de: *Proyecto de encimbrado de las bóvedas altas de la catedral de León*. Doc. 2º, León 28-1-1874. A.G.A. (E. Y C.) C. 8.062, lg. 8.847, Exp. 2º.
- Paricio Ansuategui, I.: *La construcción de la arquitectura. Tomo I: Las técnicas*; I.T.C.C. Barcelona (2ª edic.1988).
- Vas Beek, G. W.: «Arcos y bóvedas del Próximo Oriente», en *Investigación y Ciencia*, septiembre, 1987.