

TECHUMBRES MUDÉJARES **ASPECTOS TÉCNICOS,** **CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN**

ANTONIO MARRERO ALBERTO



Techumbres mudéjares.
Aspectos técnicos, conservación y
restauración

Antonio Marrero Alberto

2017

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Colección UPV Scientia; serie Arte

Techumbres mudéjares. Aspectos técnicos, conservación y restauración

Los contenidos de esta colección son evaluados mediante el sistema *doble ciego*, siguiendo el procedimiento que se recoge en:

<http://www.upv.es/entidades/AEUPV/info/891747normalc.html>

Para referenciar esta publicación, utilice la siguiente cita: Marrero Alberto, Antonio (2017).

Techumbres mudéjares. Aspectos técnicos, conservación y restauración. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

© Antonio Marrero Alberto

© 2017, Editorial Universitat Politècnica de València

www.lalibreria.upv.es / Ref.: 6390_01_01_01

ISBN: 978-84-9048-459-3

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo edición@editorial.upv.es.

Índice

Prólogo.....	III
Introducción	V
Capítulo 1. Techos y artesonados en la historia.	1
Capítulo 2. Contextualización histórico y artística del mudéjar	13
2.1. Invasión musulmana de la Península Ibérica, reconquista y situación de los conversos	13
2.2. El arte mudéjar.	17
Capítulo 3. La carpintería de armar y de lazo. Aspectos técnicos	27
3.1. Desarrollo terminológico.....	27
3.2. Proceso constructivo en la carpintería de armar y de lazo	29
Capítulo 4. Alteraciones y daños de las techumbres.....	55
4.1. Anomalías y defectos de la madera	55
4.2. Alteraciones de la madera.....	58
4.3. Causas de deterioro de la madera	67
4.4. Criterios y ergonomía en la intervención.....	74
Capítulo 5. Tratamiento de la cubierta de la techumbre	79
Glosario.....	95
Bibliografía.	105

Prólogo

El Mudéjar es el lenguaje artístico que triunfa y permanece tanto en la España reconquistada como en los nuevos territorios de ultramar, los cuales lo acogen y lo enriquecen con multitud de nuevas soluciones no vistas hasta el momento. Las obras de mayor espectacularidad y trascendencia son los artesonados policromados, de grandes dimensiones y riqueza iconográfica. Las Islas Canarias, con un patrimonio ingente, adolecían de una investigación pormenorizada de este bien artístico, abordada a partir de un estudio multidisciplinar, es decir, desde ópticas transversales que desentrañaran la multitud de realidades que en las techumbres se dan cita.

Con este *modus operandis*, el Licenciado en Historia del Arte y Grado y Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Antonio Marrero Alberto, acomete su Tesis Doctoral titulada “Los Artesonados Mudéjares Policromados en la Isla de Tenerife”, calificada con la máxima nota y mención Cum Laude. Dentro del estudio realizado, son de importancia para las disciplinas de corte científico, los capítulos que tratan el desarrollo compositivo y estructural de las techumbres, sus aspectos técnicos, su conservación y restauración.

Las armaduras mudéjares del archipiélago canario cuentan con una serie de originalidades derivadas de las licencias carpinteriles propias de un territorio lejano de la Metrópoli, usado como laboratorio urbanístico y artístico, y cuyas soluciones factibles serían llevadas al Nuevo Mundo. Los estudios que contextualizan dichas cubiertas desde todos los ámbitos y el planteamiento metodológico empleado, son exportables a cualquier tipo de artesonado mudéjar, más allá de los consabidos anacronismos.

En este libro que aspira a convertirse en manual para aquellos que deseen incursionar en el estudio de las armaduras y el manejo de las maderas, se

trabajan aspectos como la naturaleza y comportamiento intrínsecos del material lúneo, sus anomalías, posibles defectos y tratamiento. Pero también el origen de las techumbres, las características del mudéjar, su contexto histórico-artístico, y la construcción y decoración de los artesonados construidos con este lenguaje.

Se trata en definitiva de una investigación que arroja luz sobre uno de los bienes patrimoniales más impresionantes y olvidados, en un territorio que permanece desconocido para estudiosos e investigadores, y trabajado desde un punto de vista que se aleja de perspectivas decimonónicas para acoger en armonía a las más variadas disciplinas y oficios, de los cuales, a modo de manual, extracta los capítulos de corte técnico y científico para conformar este libro.

*M^a Victoria Vivancos Ramón
Catedrática de Conservación y Restauración de BBCC
Universidad Politécnica de Valencia*

Introducción

La importancia del Arte Mudéjar es innegable: fruto de la estancia y dominación de los musulmanes en la Península Ibérica, la cual se prolongó varios siglos, surge de su influencia y sabiduría en cuestiones como geometría, matemáticas y carpintería, un arte que es propio de edificios hispanos, e incluso lusitanos, pero que porta la marca islámica. En pleno apogeo de este lenguaje artístico, comienza la conquista de las Islas Canarias y el continente americano. Estos nuevos territorios necesitaban de una solución constructiva que les permitiera edificar de manera rápida y eficaz, necesidades derivadas de la política expansionista del Imperio Español. Es en este preciso momento cuando el Arte Mudéjar se decanta como la mejor opción.

Aunque son numerosos los estudiosos que han centrado sus investigaciones en el legado mudéjar en la España continental, no abundan los estudios en relación a los ejemplos dejados por este estilo en las Islas Canarias. Fruto de esta necesidad nace el interés por el desarrollo de una Tesis Doctoral que aborde las obras magnas del mudéjar isleño: los Artesonados Mudéjares. Realizado el trabajo de campo, se observan la multitud de techumbres existentes, por lo que se decide acotar geográficamente el estudio, decantándonos por las localizadas en la isla de Tenerife, dejando las otras islas para futuras publicaciones. Bajo la dirección de la Dra. Clementina Calero Ruiz, profesora titular del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de La Laguna, se lee dicha Tesis el 29 de enero de 2016.

Desde los inicios, y derivado de la Tesis Final de Máster dirigida por la Catedrática Victoria Vivancos Ramón del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universidad Politécnica de Valencia, se plantea el acercamiento a las armaduras en cuestión desde la idea de la multidisciplinariedad, es decir, desde los posibles ámbitos: Historia del Arte;

Conservación y Restauración; constructiva, compositiva y estructural; química y desde las técnicas analíticas; iconográfica e iconológica; carpinteril y lígneo; etc.

Es por este motivo que surgen varios capítulos de naturaleza eminentemente técnica, que giran en torno al desarrollo terminológico, los procesos constructivos, los tratamientos de las techumbres, los desencadenantes de alteraciones y los daños de este bien patrimonial, además de un glosario específico y una bibliografía ejemplar, y que, aunque utilizados para contextualizar el estudio matérico y estructural de los artesonados tinerfeños, pueden ser extrapolados a otras armaduras en los diferentes territorios en los que el mudéjar alcanzó difusión y desarrollo.

Seguros de que puede servir de guía para estudiantes e investigadores que decidan incursionar en el estudio de estas magníficas estructuras lígneas, recogemos a continuación los capítulos mencionados.

Finalmente, a todos aquellos que nos han ayudado en la ardua y satisfactoria tarea de realizar una Tesis Doctoral, el natural agradecimiento. Y, especialmente, a la directora de este trabajo, la Dra. Tina Calero, por sus indicaciones siempre valiosas y precisas; a la Catedrática Victoria Vivancos, por su compromiso con el alumnado, sus acertadas correcciones y su compañía en todo este tiempo; a la Universidad de La Laguna y a la Universidad Politécnica de Valencia, centros del saber en los que se profundizó en el conocimiento y se gestó este libro; a los amigos, pareja y familia, por las conversaciones alentadoras y el amor incondicional. A todos, gracias.

Capítulo 1

Techos y artesonados en la historia

El arte y su desarrollo acompañan al hombre en su devenir histórico, y aunque los homínidos habitaron la tierra durante millones de años, la aparición del hombre se produce en el tramo final de la historia. Como antecedente de los techos policromados, podríamos remontarnos a las maravillosas pinturas rupestres, como las de las Cuevas de Altamira en nuestro país.

A partir del Paleolítico Medio y Superior (250000-10000 a. C.), el hombre, debido a un cambio en sus actividades, abandona la cueva y opta por un tipo de vida nómada. Para ello se utilizaban materiales perecederos como troncos o ramas, que por su naturaleza se han perdido, aunque el análisis de algunos restos encontrados permite hacer reconstrucciones más o menos fidedignas. La efectividad de estos sistemas constructivos queda patente en la repetición y difusión a lo largo de la historia. Su conocimiento también es posible a través del estudio de los sistemas constructivos de tribus contemporáneas a nosotros, gracias a ciencias auxiliares como la Etnoarqueología y la Arqueología Experimental.

La arquitectura continuará evolucionando, dando lugar a viviendas lacustres donde “el entramado de la estructura se asienta sobre pilotes de madera hincados por rotación en las arenas movedizas o pantanosas (...) La cubierta está guarnecida de capas vegetales y paja sobre troncos delgados.” (Peraza, 2006, 22).

La arquitectura megalítica donde destacan los dólmenes que originarán auténticas maravillas prehistóricas como pueden ser el conjunto monumental de Stonehenge, o los talayots y navetas de Baleares; o las primeras construcciones con muros de troncos en el Neolítico (8000-5000 a. C.), de forma rectangular, con troncos dispuestos de forma vertical y horizontal.

Ya entrados en la Antigüedad, encontramos los primeros atisbos de utilización de la madera en la civilización mesopotámica, especialmente en el asentamiento de Çatal Hüyük en Anatolia durante el Neolítico Pleno (7500-6600 a. C.), con muros de ladrillo y vigas de rollizos con torta de arcilla que se vierte sobre una capa de ramaje y hojas de palmera, sistema que se dio en toda la cuenca mediterránea.

Los egipcios tomarán esta costumbre de los mesopotámicos y construirán en altura a base de forjados y pilares de madera. Será común la técnica del chapado y el empalmado en todo el Egipto faraónico, debido a la escasez de masas arbóreas aprovechables para estos menesteres en el territorio, aunque para los grandes vanos importaron madera, especialmente, cedro de Fenicia. Según Peraza Sánchez (2006, 28), “por descripciones literarias, sabemos que los artesanos egipcios realizaron los primeros techos de madera calados, artesonados e incrustados con formas estalactíticas que bien podría ser un antecedente de los mocárabes y las lacerías árabes, aunque, por desgracia, no nos ha llegado ningún ejemplo.”

También son interesantes los techos abovedados del Magreb (Túnez, Libia o Marruecos), donde las viviendas, realizadas en altura, poseen bóvedas parabólicas a base de arcilla con armadura vegetal. Son un claro antecedente de las bóvedas de catenaria invertida o “a la catalana”.

Durante el periodo minoico (2000-1400 a. C.), debido a la abundancia de bosques en la isla de Creta, se empleó la madera en la carpintería y en los forjados de los palacios, al igual que la civilización micénica (h. 1500 a. C.), cuya arquitectura se caracterizaba por lo colosal de las construcciones y por la utilización de la piedra ciclópea, continuándose con forjados y techos de madera.

Grecia (600-170 a. C.) tenía como máximo exponente los templos y estos también nos informan sobre la utilización de la madera. El empleo de ésta en entramados de estructura y cubiertas es común desde época arcaica: “Un entramado pesado con grandes secciones de madera verticales (pies derechos), arriostrados transversalmente para formar los muros, con rellenos de adobe o mampostería. Las cubiertas, a dos aguas, se forman sobre un forjado horizontal (entablado) apoyando transversalmente a éste una serie de entramados longitudinales perpendicularmente a los cuales se cargan las viguetas de la cubierta. Como resultado el techo que se percibe desde el interior es plano. Las tejas eran de madera de alerce. Por dentro se dejaba la tablazón vista y podía formar artesas.” (Peraza, 2006, 30).

Ya Pausanias advierte que el primer templo de Delfos se edificó con madera de laurel, al igual que otros que originariamente fueron realizados con este mismo material. Mientras, Vitrubio afirma que los entablamentos encuentran su origen en la conversión pétreo de la arquitectura de madera de la época arcaica. Si algo aportó Grecia en cuanto a techos son los artesonados, destacando los del Partenón, policromados y dorados en la cella, y en mármol en el corredor exterior.

La Biblia ofrece numerosa información sobre la utilización de la madera en las edificaciones de los judíos (1850 a. C.-134 d. C), especialmente sobre aquella que pretendía albergar el Arca de la Alianza. Los judíos conocen el sistema abovedado, pero utilizan el porticado a base de piedra y madera para construir el Templo de Salomón, por constructores fenicios. También en la Biblia se describen artesanados, especies utilizadas y formas de construcción. Son numerosas las citas al respecto existentes en las Escrituras: “Cuando David se estableció en su palacio y el Señor le dio paz con todos sus enemigos de alrededor, dijo al profeta Natán: “Yo vivo en una casa de cedro, mientras que el arca del Señor está en una tienda”. Natán le dijo: “Haz lo que te propones, porque el Señor está contigo”. Pero aquella misma noche el Señor dirigió esta palabra a Natán: “Ve a decir a mi siervo David: Esto dice el Señor: ¿Eres tú quién me va a construir una casa para que viva en ella? Yo no he habitado en una casa desde el día en que saqué de Egipto a los israelitas hasta hoy. He estado peregrinando de un sitio a otro en una tienda que me servía de santuario. Durante todo el tiempo que he caminado con ellos, ¿pedí yo acaso a uno solo de los jueces de Israel, a quienes mandé pastorear a mi pueblo Israel, que me edificaran una casa de cedro? (2 Sam 7, 1-7). La galería de abajo tenía dos metros y medio de ancho; la del medio, tres; y la tercera, tres y medio; pues había dispuesto en torno al muro exterior del templo ménsulas, para no tener que empotrar las vigas en los muros. En la construcción del templo se emplearon piedras previamente talladas en la cantera, de suerte que mientras se construía el edificio no se oyó golpe de martillo, de piqueta o de cualquier otro instrumento de hierro. La puerta de entrada a la galería de abajo estaba al lado derecho del edificio; por una escalera de caracol se subía a la del medio, y de esta a la tercera. Construido y acabado el edificio, lo recubrió con un artesanado de cedro. Construyó una galería de dos metros y medio de alta, y la trabó al edificio con vigas de cedro (1 Re 6, 6-10). (...) las vigas de nuestra casa, de cedro, nuestro techo, de ciprés (Cant 1, 17). Un edificio bien trabajado con maderas, no se desploma con un terremoto; así quien se siente seguro tras madura reflexión, a la hora del peligro no vacila (Eclo 22, 16). (...) allí he crecido como cedro del Líbano, como ciprés en las montañas del Hermón (Eclo 24, 13).”

La arquitectura romana abandona el uso de la madera como estructura horizontal por el arco de medio punto, la bóveda y la cúpula. Las primeras viviendas de gran tamaño se cubrían con armaduras en forma de aspas, con forro y correas de elementos vegetales. Un lugar donde se evidencian estas formas constructivas tan típicas del Mediterráneo son las ciudades de Pompeya y Herculano. Las vigas quedaban vistas por la parte inferior o se revestían de un falso techo. Para cubrir las grandes luces de los edificios de carácter público se utilizaban armaduras de madera y si estas luces eran menores, se acudía a formas trianguladas simples. Vitrubio, en el siglo I d. C., distingue entre la *majora spatia*, estructura triangulada indeformable y autoportante, y la *commoda*, más simples de pares inclinados (para compluvium, alero, etc.). También definió las cerchas “como pares unidos entre sí en la parte superior y una pieza horizontal –la entrecinta o tirante-, que unía el pie” (Peraza, 2006, 34) ofreciendo estabilidad a la estructura. El Pantheon de Agripa ofrece en el pórtico los pares y correas de madera, al igual que en Pompeya se encuentran los primeros ejemplos de bóvedas encamionadas.

Los romanos también hicieron uso del artesanado a la manera griega, con espacios cuadrados o artesas, circunscribiendo florones, adquiriendo el nombre de casetones. En el Capítulo IX del Libro II de su obra *Los Diez Libros de Arquitectura*, recomienda el uso del cedro pues destila un aceite que repele a las polillas, motivo por el que esta madera fue usada en el artesanado del templo de Diana en Éfeso, “que por su larga duración ha sido empleada también en muchos otros templos famosos.” (Vitrubio, 2007, 61).

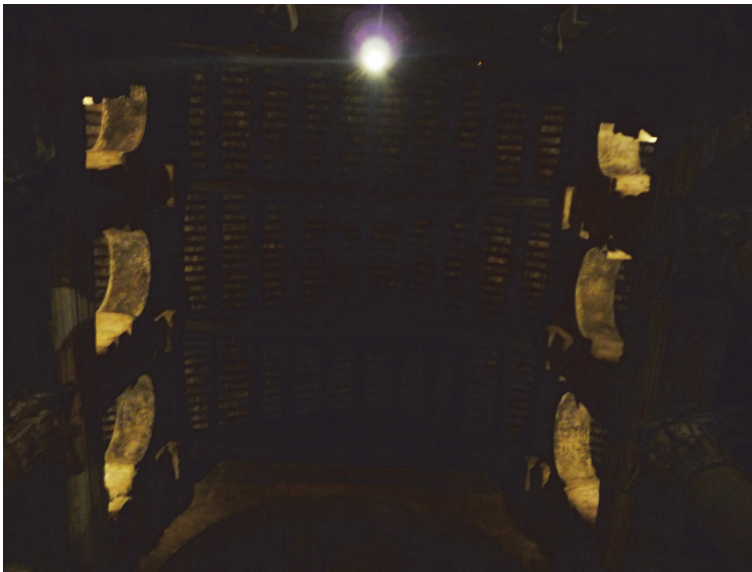


Figura 1.1. Techumbre del pórtico del Panteón de Agripa, Roma (Italia). 118-125 d. C.

Este mismo autor, plantea lo que se debe tener en cuenta a la hora de cortar la madera para construir. Entre algunas de sus recomendaciones, se observa que “el tiempo conveniente para cortar la madera es desde el principio de otoño hasta antes de que empiece a soplar el viento Favonio. En primavera no, porque todos los árboles están como encinta y todos concentran su propio vigor en las hojas y en los frutos (...) cuando en otoño los frutos están maduros, las hojas empiezan a marchitarse, los árboles conservan para ellos todo el jugo que sus raíces chupan de la tierra, se reponen y tornan a su antigua robustez, y además el frío del invierno viene a apretarlos y fortificarlos; durante esta estación y por esta razón, si se cortan los árboles en esa época (...) la madera será de buena calidad. (...) Antes de cortarlos será preciso observar lo que sigue: que en el árbol se haga un corte circular hasta el corazón, dejándolo en pie durante algún tiempo, a fin de que la humedad inútil que haya en él, resbalando por la albura, impida que la savia muera y se estropee la calidad de la madera. Luego, cuando el árbol esté bien seco y no salga ya de él más humedad, será llegado el momento de abatirlo y estará en perfectas condiciones para ser utilizado.” (Vitrubio, 2007, 57-58).

La sencillez de la obra paleocristiana se observa en las estructuras vistas con los techos de madera (100-476 d. C., alargándose cronológicamente en Oriente). La carpintería de armar puede dividirse en Asiático: grandes piezas que se sostienen por su propio peso, casi sin ensambles; y Griega o tracia: piezas ligeras y ensambladas cuya estabilidad depende de la ligazón de dichas piezas.

Los templos suelen tener naves (de número impar) que se cubren con grandes armaduras con tirantes y pendolón, uniéndose las piezas con ensambles de rayo de Júpiter y estribos metálicos, pudiéndose armar en el suelo.

En lo siglos VI-XII, la arquitectura española de la Alta Edad Media, tanto mozárabe como asturiana, se caracteriza por simples modelos triangulados a la manera de las basílicas romanas: armaduras de pares con tirantes que atan a los estribos cada cierto tiempo, y pendolón. Esta técnica forma faldones con pares muy próximos entre sí, lo cual soluciona el problema de los empujes horizontales mediante estribos inmovilizados con tirantes. Podría ser este el origen de las armaduras de par y nudillo. También podían decorarse.

Los primeros alfarjes y techos policromados surgen en los siglos XII y XIII, aunque es a finales de este siglo cuando nos encontramos uno de los mejores ejemplos del altomedioevo: la cubierta de par y nudillo de la Catedral de Teruel. En la arquitectura doméstica, aunque en las grandes residencias se decoraba profusamente, lo común eran troncos apenas devastados.

También la madera era el material principal de los castillos merovingios y las iglesias en época de Carlomagno. Las más antiguas iglesias nórdicas (en Noruega se conservan del s. XI d. C.) se realizaban a base de rollizos con tornapuntas, adoptando una extraña belleza bárbara con techos policromados.

Como bien afirma J. Enrique Peraza (2006, 41), “el interés estructural de estos edificios reside en la estabilidad que le otorgan las aspas y jabalcones de las armaduras de cubierta así como los diversos niveles y acusadas pendientes decorados con tallas y policromías.”

Techos de madera, tanto normandos como carolingios, serán fuente de inspiración en Inglaterra, Francia, Alemania y Suiza, incluso en el Alto Románico italiano, que se sumerge en un Pre-Renacimiento en plena ebullición.

Al tiempo que el Tardo-Románico deja paso a un Pre-Gótico incipiente, los techos de faldones de pares se apoyan en arcos fajones, haciendo acto de aparición tanto en monasterios como en edificios civiles. Cuanto más nos adentramos en Europa, mayores son los techos adoptando pendientes más pronunciadas.



Figura 1.2. Alfarje de la Cámara Dorada del Consulado del Mar, Lonja de la Seda, Valencia (su lugar de origen fue la antigua Casa de la Ciudad, derribada a lo largo del siglo XIX, y trasladado a esta nueva ubicación en torno a 1921). Es obra de Joan del Poyo (1418-1428).

Mención especial merecen las armaduras inglesas o vigas-martillo, que, “aprovechándose de grandes ramas curvas forman unas curiosas ‘cerchas’ que permitían aumentar el vano, con muy poca presión sobre los muros, hasta poder suprimir el tirante y el estribo, que se sustituye por canecillos.” (Peraza, 2006, 49).

Mientras, en China y el lejano Oriente se postula una arquitectura en armonía con la naturaleza y llena de simbolismo, muy en consonancia con la corriente budista que se extiende por estas tierras. Las cubiertas responden a la alternancia de órdenes de vigas que, siguiendo la forma de un árbol, disminuyen su longitud conforme se acercan al caballete.

En el Renacimiento italiano los techos son fastuosos en formas y colores, utilizándose aún la madera para cubrir los grandes techos por su ligereza y maleabilidad, lo que permite el trabajo del mismo para conseguir efectos decorativos. La evolución de este lenguaje artístico hacia la ruptura de las medidas que caracteriza al Manierismo, supone la realización de artesonados más complejos, con estructuras poligonales y aristas muy trabajadas. Destaca el

cerramiento propuesto por Serlio, donde las vigas forman una esvástica, forjado atado por sucesivos brochales concéntricos. Por su elevado costo, los techos de madera darán paso a los grandes cerramientos abovedados y pintados.



Figura 1.3. Techo de la Basílica de Santa María la Mayor, Roma (Italia). Realizado a partir de un diseño de Giuliano da Sangallo (s. XVI).

Mientras que el Renacimiento inglés se aferra con fuerza a las modas medievales que tanto triunfaron en aquellas islas, en Francia serán los castillos del Loira los que cubran sus estancias con artesanados a la manera italiana, aunque, para cuando esto ocurra, ya será el Manierismo el estilo dominante.

En el caso español, el Renacimiento se reinterpretará, apreciándose ciertas peculiaridades. La carpintería en nuestro país está relacionada con el mundo islámico, relación que se inicia desde el siglo VIII y cuyas influencias perduran hasta bien entrado el siglo XVIII. Las techumbres árabes nacen de la conjunción de varias tipologías: la forma vernácula estructura sus cubiertas en tejados, utilizando troncos horizontales muy juntos, postulándose también el uso de cubiertas a dos aguas. Los musulmanes incorporaban tradiciones constructivas autóctonas de los lugares que iban anexionando, por ejemplo, de Bizancio tomaron la cúpula lignificando su estructura.

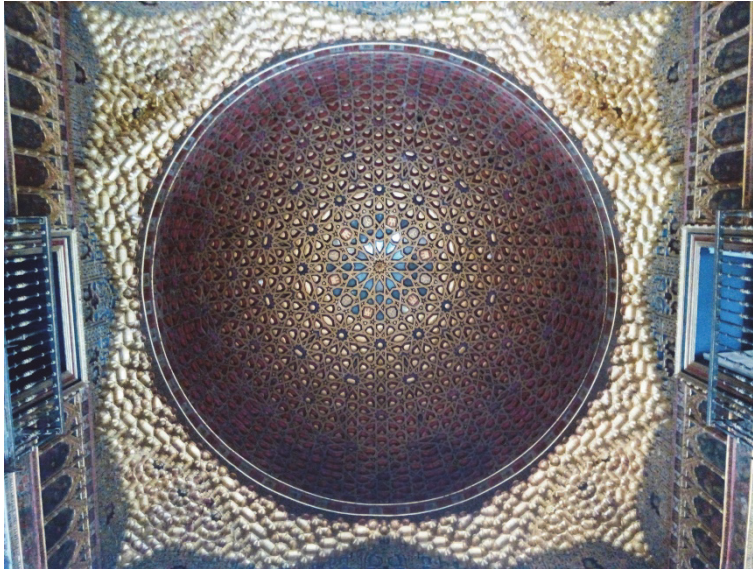


Figura 1.4. Cúpula del Salón de Embajadores de los Reales Alcázares, Sevilla. Diego Ruiz (1427).

El momento álgido de las techumbres musulmanas lo encontramos en la Granada mudéjar en época Almohade, decantándose por una decoración muy suntuosa. En cuanto a la lacería, “era una magnífica técnica estructural o decorativa que combinaba resistencia y belleza dejando las estructuras vistas con elementos que se integran en una trama decorativa geométrica en torno a estrellas de distintas puntas. La encontramos en España desde los siglos XII-XIII, pero alcanza su esplendor en los siglos XIV y XV.” (Peraza, 2006, 59-60).

El desarrollo de la lacería se lo debemos a la colaboración durante siglos entre hispanos y musulmanes. A su vez, los mozárabes, con la persecución de los califas cordobeses, se dispersaron por España, extendiendo la técnica de la lacería por el norte de la península. Este arte mahometano se impuso en toda la Península, salvo en la zona catalana-aragonesa, con las excepciones de Teruel y Santa María de Maluenda. Una vez la Reconquista finalizó y todo el territorio peninsular fue dominio cristiano, las influencias mantenidas por los mudéjares continuaron, adaptándose a los estilos que llegaron, ya que se fundía a la perfección con el sistema constructivo peninsular y de las Islas Canarias, a través de las armaduras de par y nudillo. Su técnica no fue puesta por escrito hasta el siglo XVII, cuando empezó su decadencia.



Figura 1.5. Artesonado ochavado del Presbiterio del Santuario del Santísimo Cristo de los Dolores, Tacoronte (Tenerife, Islas Canarias). La construcción se finaliza en torno a 1664 y se policroma un año después, en 1665.

El Renacimiento español, al contrario que en el resto de Europa, nunca pudo desligarse de la herencia árabe comentada: “Las armaduras de par y nudillo, base de las techumbres mudéjares, son algo peculiar y característico de nuestro país: pendientes más suaves, radicalmente diferentes de las del resto de Europa que tienen una pluviometría mucho más alta: entramado ligero frente a entramado pesado. Con sus perfiles menudos y abundantes, estas armaduras permiten la decoración preciosista de lacería. Además trae consigo grandes ventajas estructurales, ya que, gracias a su poco peso, los muros de fábrica pueden elevarse bastante sin necesidad de contrafuertes; una arquitectura simple de cara al exterior, pero muy rica de cara al interior.” (Peraza, 2006, 61-62).

La techumbre renacentista ofrece claridad y sencillez a los edificios, a diferencia de la mudéjar, mucho más complicada y oscura por la naturaleza de la madera. Pero lejos de confrontar, da soluciones híbridas, buscando siempre la conjunción de las dos vertientes.

Definitivamente, se imponen los gustos italianos, por lo que los techos se llenan de grutescos, cenefas de ovas y dardos, con innovaciones en versiones del acanto clásico para la decoración tallada de los canes, y con temas figurativos. Mención aparte merecen los artesanados de cinta y saetín, consistentes en paños planos con vigería vista y la tablazón clavada directamente sobre ella, encajando entre las cintas tablillas denominadas saetinos.

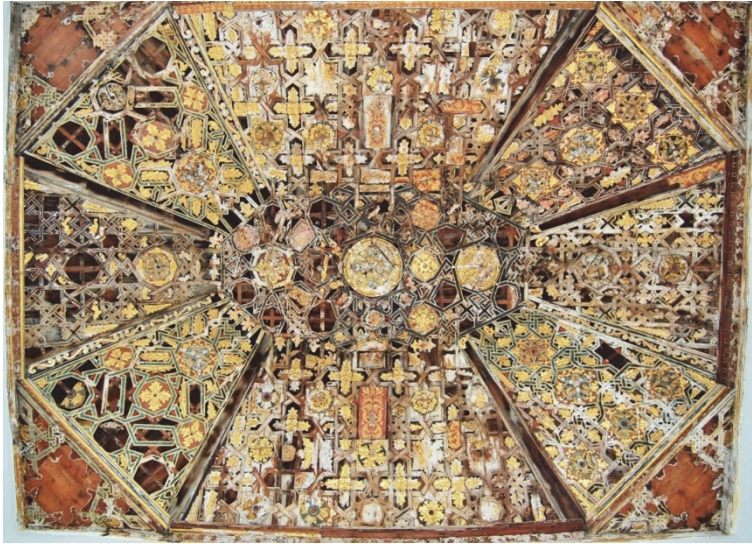


Figura 1.6. Artesonado de la Sala Capitular del antiguo Convento de Santo Domingo, Santa Cruz de La Palma (Islas Canarias). Fechada en el siglo XVI, presenta múltiples intervenciones, siendo la más importante la realizada por el maestro carpintero Juan Lorenzo García (1704-1708) y el policromador y dorador fray José de Herrera,

En la Italia del siglo XVII nace el Barroco, estilo caracterizado por la ornamentación suntuosa y exasperada del lenguaje clásico. Como tratadistas, destacan Savot (1624) y fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679), que escribió el tratado español más importante del siglo XVII: *Arte y uso de la arquitectura*, publicado en dos tomos. Ochenta y tres capítulos en 1639, y los setenta y uno restantes en 1664. Considerado el primer tratado completo de construcción, fue de gran utilidad tras su publicación, ya que iba destinado al ejercicio práctico de la profesión con interesantes aportaciones en lo relativo a temas de carpintería. En 1612 Ingresó en la orden de los agustinos, construyendo la parroquia de San Martín y la iglesia de las Calatravas en Madrid.

La desaparición paulatina de la madera como material constructivo en techos es evidente, llegándose incluso a tapar con yeso muchas de estas carpinterías. Las novedades del siglo XVIII se dan en lo estructural, con la realización de grandes armaduras de madera para cubrir teatros, palacios de ópera, etc. Aun así, la madera como elemento constructivo de techos y artesonados se ve relegada a la sombra tras siglos de protagonismo evidente.

A partir del auge del Neoclasicismo, el rechazo hacia la madera en favor de la piedra u otros materiales para la cubrición de edificios será tajante. Aunque el envidado se realice en madera, se realizarán cielos rasos en escayola que lo oculten o falsos techos, con la decoración propia del movimiento académico.

Algunas referencias al uso de la madera durante el siglo XIX para la cubrición de los espacios serán los techos de madera de Antonio Gaudí y los techos en el sistema norteamericano de entramado ligero, con la proliferación de los aserraderos mecánicos en EEUU.

En el siglo XX observamos los techos de madera de Alvar Aalto, como en la Iglesia de Viitasaary en 1925, también empleados por Fran Lloyd Wright (Jacob House en Madison, 1936), Miguel Fisac (Templo de los Dominicos de Alcobendas, Madrid, 1955), Frei Otto (cubierta tensada para el Instituto de las Estructuras Ligeras de Stuttgart en Alemania, 1966), Julius Natterer (Pabellón de Alemania de la Expo 2000 de Hannover) o Germán del Sol y José Cruz Ovalle (techo de madera del Pabellón de Chile en la Espo'92 de Sevilla).

Capítulo 2

Contextualización histórica y artística del Mudéjar

2.1. Invasión musulmana de la Península Ibérica, Reconquista y situación de los conversos

Al respecto resulta interesante la explicación que Francesco Gabrieli (1967, 189) hace de la conquista de la Península Ibérica a manos de los musulmanes: "(...) la conquista árabe de España, tan fecunda para la historia de la civilización, se desarrolló partiendo de la de África del Norte de un modo completamente accidental, imprevisto y puede decirse incontrolable para sus propios protagonistas." Y tras lo expuesto, matiza: "cierto que no fue ordenada de antemano por el lejano califato de Damasco, que al principio miró esta nueva empresa con cierta aprensión, pero luego no dejó de legitimarla y subordinarla tanto como le fue posible, a sus suprema autoridad. Con las conquistas contemporáneas en Asia central, la empresa andaluza marca a principios del siglo VIII el cenit del poderío y de la expansión árabe bajo la dinastía califal de los omeyas. Pocas décadas más tarde, aquel enorme imperio unitario se habría derrumbado, y más tarde deshecho, mientras que los omeyas, abatidos y exterminados en Oriente, hallarían precisamente en esta última conquista suya un refugio y un glorioso renacer. La invasión y la rápida conquista de la España visigoda está ligada a dos nombres de conquistadores musulmanes, un árabe puro, Musa ibn Nusayr; el otro, de origen bereber, islamizado hacía un par de generaciones, Tariq ibn Ziyad."

Entre el 711 y 725 los musulmanes ocuparon la Península Ibérica, salvo pequeños núcleos cristianos en Asturias y los Pirineos. Tras años de sequías y malas cosechas (751-756), los invasores se retiraron al sur de la zona desértica a lo largo de los ríos Duero y Ebro, manteniendo avanzadas en la cuenca media de éste; ello favorece la recuperación de los núcleos cristianos que habían sobrevivido al norte de dicha zona.

Ya en el siglo IX, las dificultades internas del emirato de Córdoba favorecen las repoblaciones cristianas de las tierras yermas al norte del Duero y del Ebro, aunque en el siglo siguiente, el auge del Califato de Córdoba frena la expansión de los reinos cristianos, sufriendo éstos la intervención califal en cuanto a cuestiones internas, como pueden ser imposiciones y vasallaje. Destaca la Batalla de Simancas (939) en la que Ramiro II derrota a los musulmanes y repuebla Sepúlveda y la cuenca del Tormes.

La desintegración del Califato, que se hará evidente a lo largo del siglo XI, favorece el renacimiento económico cristiano gracias a las parias (tributos de las taifas a cambio del respeto a sus fronteras). El oro recibido es repartido por los reyes cristianos entre nobles y alto clero, lo que les sirve para comprar las tierras entregadas a los labriegos y pastores en los siglos IX y X. Esta concentración de la propiedad condicionará el desarrollo económico y político a partir de la Baja Edad Media. La Reconquista prosigue con las incursiones castellanas, aragoneses y navarras, que llevan la frontera hacia la cuenca del Tajo en Occidente y a la del Ebro en Oriente. En 1086 se produce la Batalla de Sagrajas, donde es derrotado Alfonso VI a mano de los almorávides, frenando así la expansión cristiana, ocupando (1090-1092) los reinos de Taifas andaluces, y en 1094 las plazas portuguesas y extremeñas reconquistadas un año antes por los castellanos. Este mismo año, los aragoneses se establecen en Oropesa, Culla y Castellón, y el Cid Campeador toma Valencia. Los almorávides recuperarán los territorios ocupados (1103-1115) y conquistan Cuenca, Zaragoza, Santarem, Oporto y Mallorca, con lo que consiguen restablecer la unidad de la España Musulmana.

Durante el siglo XII, la formación de los segundos reinos de Taifas favorece la expansión de los reinos cristianos. Alfonso I el Batallador ocupa Zaragoza y lleva a cabo expediciones por tierras valencianas, murcianas y andaluzas (1118-1133), pero es derrotado en Fraga (1134). Los castellano-leoneses ocupan la cuenca del Tajo y Almería y Setúbal (1139-1147). Los catalano-aragoneses ocupan el valle del Ebro (1149). En 1157 los almohades toman Almería, mientras los portugueses rebasan la línea del Tajo y se adentran en la Extremadura leonesa, hacia Badajoz; los catalano-aragoneses comienzan a repoblar Teruel, y los castellanos llegan a la cuenca alta del Júcar, y toman Cuenca (1158-1177). La expansión castellana hacia las cuencas del Guadiana y el Guadalquivir (1186-1189) es contenida por los almohades tras la batalla de Alarcos (1195), a partir de la cual unifican las Taifas almorávides y oponen un frente homogéneo a los cristianos (desde Portugal a Cataluña a lo largo del Tajo, Guadiana y Ebro).

En el siglo XIII, quebrantada de nuevo la unidad musulmana con la formación de terceras Taifas (almohades), se reanuda la Reconquista. Tras las incursiones aragonesas por la cuenca del Turia, portuguesas por la del Tajo y castellanas por la del Júcar y tierras de Murcia. Alfonso VIII (1210-1211), apoyado por cruzados franceses, aragoneses y navarros, marcha sobre Despeñaperros. La victoria cristiana llega en 1212 en la batalla de las Navas de Tolosa, que viene a marcar la última fase de la Reconquista. Entre 1217-1252, Fernando III el Santo firma los pactos con los almohades y ocupa la Baja Extremadura, Sevilla, Córdoba, Jaén y

Murcia y entre 1252 y 1284, Alfonso X el Sabio consolida la expansión territorial y económica. Esta es la época en la que se comienza la construcción de las grandes catedrales góticas (1221, Burgos, Toledo y León).



Figura 2.1. Exterior de la Catedral Gótica de León (1221).

Una epidemia de peste en 1348 hunde los reinos peninsulares en una crisis económica que sólo podrá superar Castilla gracias a su riqueza ganadera, fundamento de su posterior hegemonía. Entre 1312 y 1350, Alfonso XI derrota a granadinos y marroquíes en la batalla del Salado. Con la crisis económica aún vigente del siglo XIV, en el siglo XV Aragón continúa su decadencia comercial. Mientras, los portugueses se recuperan gracias a la exploración de vías marítimas hacia la India, lo que supone el control de especias; en cambio, Castilla seguirá basando su economía en la exportación de lana y el oro granadino, con el progresivo auge de la nobleza y la Iglesia, en contraste con el escaso desarrollo del comercio.

En 1476 es coronada Isabel I, reinando hasta su muerte en 1504. En 1479 es coronado rey de Aragón Fernando el Católico, que casa con Isabel en 1469. Durante este reinado, que coincide con un periodo de desarrollo económico general, tiene lugar la unión de Castilla y Aragón, la anexión de Navarra y la conquista de Granada, último enclave islámico en la Península; termina así el fraccionamiento medieval y se inicia el ciclo hegemónico de la Corona española. Paralelamente, el proceso de unificación religiosa determina el auge de la Inquisición (que se prolongará hasta principios del siglo XVIII). En 1492 tiene lugar la expulsión (salvo bautismo) de los judíos, la conquista de Granada (lo que supone el fin del dominio musulmán en la península) y el descubrimiento de América. En 1496 concluye la conquista de las Islas Canarias y en 1502 se procede a la expulsión, salvo bautismo, de los musulmanes. Asimilados por el reino cristiano, protagonizarán su más famosa revuelta una vez acabada la Reconquista, reinando

Felipe II: la guerra de las Alpujarras, entre 1568 y 1571, proclamando rey a Fernando de Córdoba y penetrando en parte de Andalucía y Murcia. Juan de Austria, al mando del ejército, será el encargado de sofocar la revuelta. Los moriscos, tras esperar inútilmente la ayuda turca, son derrotados y deportados a otras regiones como Castilla y Valencia.

Algunos autores, comienzan a hablar de mudéjares con la victoria cristiana en la batalla de las Navas de Tolosa. Claude Cahen escribe que “los numerosos musulmanes que permanecían en los territorios reconquistados serían convenientemente tratados durante dos siglos, y, bajo el nombre de mudéjares, mantendrían parcialmente sus costumbres y su civilización al tiempo que jugarían un papel fecundo en torno a sus dueños o vecinos cristianos(...) los nuevos regímenes dejaron a los musulmanes que habían quedado viviendo en su seno, a los mudéjares, la misma libertad que los musulmanes habían permitido a los mozárabes; fueron los mudéjares, en efecto, quienes, según sus tradiciones, realizaron, frente a los monumentos del Norte, influidos por el gótico, otros monumentos como el Alcázar de Sevilla, construido por un soberano cristiano. (...) El retroceso del Occidente musulmán se aceleró durante el siglo XV. En 1492 sucumbía el Reino de Granada, y en la Península unificada bajo príncipes muy cristianos se desarrollaba un nuevo clima de intolerancia que debía desembocar en la expulsión de los moros al mismo tiempo que de los judíos.” (Cahen, 1971, 397 y 320).

Jacques Heers, en el capítulo que dedica a los mudéjares, habla de la pervivencia de las enseñanzas y riquezas de la civilización islámica, vinculadas a la permanencia de comunidades musulmanas en tierras reconquistadas. Las expulsiones y confiscaciones sólo contaron con peso en aquellos lugares víctimas de sublevaciones. Por lo demás, “dichos mudéjares conservaron su libertad religiosa, sus instituciones locales y sus magistrados. En el valle del Ebro y en el reino de Valencia constituyeron durante largo tiempo la mayoría de la población. Las conversiones fueron estimuladas por la jerarquía católica, pero no así por la nobleza cristiana, propietaria de amplios dominios rurales poblados y cultivados por campesinos mudéjares.”

En cualquier caso, mantuvieron las costumbres, la lengua, el modo de vida, las actividades o la forma de construir y decorar los monumentos. De ahí que se conserven innumerables testimonios de la influencia mudéjar en toda la España cristiana, incluso después del periodo italianizante. Tanto en las casas y en los palacios, como en los conventos y en las iglesias, se hizo evidente la influencia artística musulmana: “decoración de ladrillos en las fachadas y ábsides; campanarios cuadrados, ricamente decorados, al modo de los minaretes; paneles de yeso cincelado; arabescos y flora estilizada.” (Heers, 1976, 367).

2.2. El Arte Mudéjar

El 19 de Junio de 1859, José Amador de los Ríos, en su discurso de ingreso a la Academia de Bellas Artes de San Fernando, acuñó el término Mudéjar al disertar sobre este estilo en la arquitectura. El autor defendía que el arte mudéjar “no tiene par ni semejante en las demás naciones meridionales, como no ha menester ninguna de ellas de la política tolerante que da vida a los vasallos mudéjares de la corona de Castilla, ni de las leyes que los defienden y protegen, ni de la alianza social, que demanda y obtiene su inmediata participación en el ejercicio de las artes mecánicas, y que lleva al fin su influencia a las esferas de las ciencias y de las letras.” (López, 2000, 25).

El texto de Amador de los Ríos ha trascendido a toda la historiografía posterior, planteándose como el inicio al que acudir, siempre que se pretende abordar un estudio sobre Arte Mudéjar. De su lectura, como bien destaca el Prof. Borrás Gualis (1990, 14-15), se desprenden los siguientes ítems:

- Definición del Arte Mudéjar como compuesto o híbrido, cuyo concepto se ve reforzado por ciertas definiciones del autor como “maridaje de la arquitectura cristiana y de la árabe”, “singular consorcio”, “prodigiosa fusión entre el Arte de Oriente y el arte de Occidente”, entre otras.
- Trascendencia de los precedentes locales musulmanes, fundamental en la formación del mudéjar según cada foco regional.
- Delimitación del contenido, ya que Amador de los Ríos intenta abarcar, no sólo arquitectura, sino otras manifestaciones como orfebrería, cerámica, carpintería, artes textiles, marfiles, etc.
- Definición del mudéjar como estilo artístico, justificada por su extensión a múltiples manifestaciones artísticas, como ha quedado patente en el punto anterior.

En un primer análisis histórico, eje de la argumentación de Amador de los Ríos, los pilares básicos de la Reconquista fueron dos: la fe y el patriotismo. Se puede hablar también de la tolerancia de los reyes cristianos frente a los califas. El ejemplo más claro de esta situación lo obtenemos del análisis etimológico del término mudéjar, que procede del árabe *mudayyan*, que significa “aquél a quien ha sido permitido quedarse”, en clara alusión a los moros sometidos en dicho proceso histórico, que permanecen en territorio cristiano, conservando su religión y un status jurídico propio. Los primeros testimonios documentales que mencionan el término mudéjar se fechan en el siglo XIII. A medida que este término cala en el argot de los historiadores del arte, se va despojando de su sentido puramente etimológico, para hacer referencia a un estilo y características formales específicas.

Como primer rasgo fundamental, el mudéjar se caracteriza, desde un punto de vista formal, por la conjunción de elementos artísticos cristianos e islámicos.

Una cosa es evidente, para la formación del arte mudéjar ha sido absolutamente necesaria la pervivencia del hispanomusulmán. Esto era posible debido a que “cuando una ciudad era reconquistada, no son sólo sus habitantes mudéjares quienes quedan sometidos al nuevo dominio cristiano, sino también y a la vez los propios monumentos hispanomusulmanes. Es práctica habitual de la reconquista la asimilación monumental islámica, consagrándose para catedral cristiana la mezquita aljama de la ciudad, reservándose alcázares y palacios musulmanes para patrimonio de la corona, convirtiéndose por el simple cambio de dominador en alcázares reales cristianos.” (Borrás, 2003, 196).



Figura 2.2. Un claro ejemplo de la asimilación de los edificios musulmanes es el conjunto de la Alhambra de Granada, máximo exponente del último reducto nazarí en la península, que pasará a manos cristianas y que se verá enriquecido con la construcción del Palacio de Carlos V, proyecto encargado al arquitecto Pedro Machuca (1527 aprox.).

Los precedentes monumentales islámicos de cada lugar serán decisivos en la elaboración de las características inherentes a los diversos focos mudéjares regionales. Mientras, se puede decir que los monumentos islámicos se han “mudejarizado” junto con la población, es decir, han pasado a territorio cristiano.

Como afirma Borrás Gualis, el germen del arte mudéjar se encuentra en la aceptación cristiana del arte del Islam, condicionada por las dificultades propias al proceso de la reconquista y estimulada por la atracción ejercida por el arte de los sometidos. En definitiva, el arte mudéjar es la consecuencia estética de una doble condición sociocultural: de un lado, la tolerancia religiosa hispánica durante la Edad Media, que posibilita la convivencia social de las tres religiones del libro (cristiana, musulmana y judía); de otro, el fenómeno de relajamiento moral que presupone el hecho de que la población musulmana se quede a convivir sometida bajo dominio político cristiano.

Los materiales y el sistema de trabajo de la arquitectura mudéjar se encuentran entre los elementos de raigambre hispanomusulmana. El arte hispanomusulmán, tras la etapa cordobesa de filiación omeya, durante la que se han utilizado básicamente la piedra sillar y el mármol, irá configurando, a partir de la época de taifas, una arquitectura de materiales pobres, en un proceso de acentuación en la que el uso del ladrillo, la mampostería, la argamasa, el yeso, la madera y la cerámica constituyen los materiales esenciales de la construcción. Estos mismos son, básicamente, los materiales de la arquitectura mudéjar, materiales que no deben considerarse como elementos aislados, sino como integrados en un sistema de trabajo, lo que permite una valoración de los mismos.

La arquitectura cristiana española de los siglos XI al XIII, período durante el que se suceden el románico, el cisterciense y el gótico clásico, ha estado bajo el signo del arte francés (no sólo las tipologías arquitectónicas, sino también el sistema de trabajo, la cantería,...). Esta profunda influencia gala declinará a partir del siglo XIII a favor de la pervivencia arquitectónica hispanomusulmana, favoreciendo el desarrollo de la arquitectura mudéjar.

Las ventajas de la arquitectura mudéjar se ven motivadas por razones económicas: mayor baratura de los materiales utilizados (ladrillo, yeso, cerámica y madera), mayor rapidez en la ejecución, abundancia y menor costo de la mano de obra. En lo que se refiere al sistema de trabajo, no existe diferencia salarial entre la mano de obra mudéjar y la cristiana por razones de discriminación social, sino que las diferencias salariales, que pueden ser favorables a cristianos o a mudéjares indistintamente, responden a criterios de capacitación profesional o de calidad de obra. Hay que citar la fuerte especialización del sistema de trabajo mudéjar, lo que les sitúa en condiciones de afrontar una dura competitividad. A ello se añade la utilización de unos materiales más acordes con los condicionamientos geográficos de los valles reconquistados. Al finalizar la obra, los materiales, las técnicas y las formas artísticas, se unen de modo perfecto, valorándose de manera unitaria (Borrás, 2000). Ésta es la gran característica del arte islámico y del arte mudéjar, su armonía, tanto a nivel estructural como sensorial.

Pero debemos recordar que la mano de obra no es un elemento caracterizador de la expresión artística, sino que son las técnicas mudéjares del trabajo arquitectónico, de tradición musulmana, las que, independientemente de los alarifes que las utilizan, se convierten en un vehículo de transmisión de las formas y estructuras hispanomusulmanas.

Si es importante el estudio de los elementos estructurales de la arquitectura mudéjar, también lo es el de la ornamentación. Sin duda alguna, este es uno de los aspectos formales decisivos en la definición y caracterización del arte mudéjar. No existen los elementos aislados, sino que conforman un todo que recubren y enmascaran las estructuras arquitectónicas, primando el sentido estético sobre el estructural, lo cual corresponde a los modos de comportamiento del arte islámico. En el caso de lo decorativo, hay que atender, por un lado, a los motivos formales

de tradición islámica, tales como los elementos vegetales estilizados (el ataurique), los geométricos (estrellas y lazos) y los epigráficos árabes (cúficos o nasjés), y por otro lado, a los principios compositivos de la ornamentación islámica, como pueden ser los ritmos repetitivos, el “horror vacui” o el diseño sin límites espaciales. La adaptación propia del arte mudéjar, su versatilidad y capacidad de asimilación, permitieron incorporar el repertorio decorativo propio de este estilo a las construcciones cristianas.



Figura 2.3. Decoración realizada con yeso con aplicación de esmalte en los fondos, realizando figuras geométricas y/o epigrafía árabe. Reales Alcázares, Sevilla (periodo de construcción durante el dominio musulmán, siglos X-XIII).

Si tuviéramos que nombrar al primer tratadista que convierte la lacería y el mudéjar en motivo para su estudio, este sería Diego López de Arenas, maestro alarife y carpintero sevillano, autor del libro *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco...* escrito en 1619, recientemente editado, con dibujos y textos de Enrique Nuere Matauco (2001). Diego nació en Marchena en 1579. En 1608 realizó la armadura de la iglesia de Santo Domingo de Portacoeli, en Sevilla; y también en Sevilla construyó las techumbres de los conventos de las Dueñas y Santa Paula, siendo además alarife en 1632 y 1633. El *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco...* fue publicado por primera vez en 1633 como resultado de más de diez años de investigación y trabajo del mentado autor, "Maestro de dicho oficio, y

Alcalde Alarife en el, natural de la Villa de Marchena, y vezino de la ciudad de Sevilla". A lo largo de ese periodo, la experiencia adquirida por López de Arenas, tanto en el desarrollo de su actividad profesional como carpintero como en el desempeño de varios cargos, fue modificando progresivamente el manuscrito inicial, datado en 1619 y todavía conservado en la actualidad, hasta convertirlo en el tratado que finalmente se edita.

El primer manuscrito estaba destinado a convertirse en un pequeño manual que sirviera de soporte a aquéllos que habían de pasar el obligatorio examen que permitía ejercer la profesión y a la difusión de las nociones básicas para el desempeño de la misma; para ello, López de Arenas reunió multitud de notas y apuntes, tanto de producción propia, recopilados a lo largo de sus primeros años como carpintero, como otros copiados de diversos profesionales y tratadistas (incluyendo, entre tales, láminas de Serlio o Vignola), configurando así una rica colección de esquemas y figuras. El documento final presenta notables diferencias con esa versión original, al completar los contenidos iniciales con otros de temas variados: a una primera parte, titulada Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco, que resumía en veintiún capítulos lo esencial del ejercicio de la profesión, seguían el Tratado de Alarifes (compilación de abundantes apartados y materias relacionados con el desempeño de dicha función), y, ya agrupados, el Tratado del Calibre y el Tratado de Reloxes. Con ello intentaba dignificar la labor del artesano carpintero igualándola a la de otros profesionales, inspirado por las corrientes contemporáneas de corte humanista y motivado por el reciente auge de las artes que había estimulado el interés del nuevo monarca, Felipe IV. El tratado definitivo quedó así mucho más completo, al incluir nociones de geometría, aritmética, relojes, etc., y trascendía de este modo las estrictas bases de la práctica de la carpintería, si bien el público al que se dirigía era exclusivamente el relacionado con este gremio, pues resultaba en extremo complejo para su lectura como libro de divulgación. Se agregaron también nuevas ilustraciones relativas a los apartados recientes, sumando un total de sesenta y siete láminas que, desgraciadamente, no conservaron en la primera edición toda su riqueza por realizarse las xilografías correspondientes de forma algo tosca. No obstante, gracias a la gran utilidad práctica y didáctica del tratado, éste alcanzó una gran popularidad entre los profesionales de la época, y sus enseñanzas y modelos seguían vigentes al comenzar el siglo XVIII, por lo que en 1727 se realizó una segunda edición corregida y ampliada por Santiago Rodríguez Villafañe, y fueron publicadas otras dos más en 1865 y 1982. De la biografía de su autor, Diego López de Arenas, se desconocen algunos datos esenciales, como la fecha exacta de su nacimiento o si su dedicación a la carpintería tuvo su origen en la tradición familiar; se estima, sin embargo, que nació hacia 1579 en Marchena, y las fuentes documentales más tempranas revelan que en 1620 ya se encontraba instalado en Sevilla y ejercía de maestro carpintero, lo cual indica que desde muy temprana edad adquirió formación como tal.

Durante la primera etapa de su vida profesional, López de Arenas se dedica por completo a su trabajo como carpintero de lo blanco, abriendo su propio taller y mejorando constantemente su técnica, convirtiéndose además en examinador de

carpintería. Gracias al perfeccionamiento de su labor profesional, al que sin duda contribuyó la gran cantidad de obras que se realizaban en esa fecha en la ciudad de Sevilla, es nombrado en 1622 por primera vez Alcalde Alarife, puesto para el que sería reelegido en 1630, 1632 y 1636. Es en este periodo cuando abandona parcialmente la ejecución de obras, inicia su actividad como teórico y se propone la publicación de un libro, hecho insólito entre los hombres de su gremio y cuyo origen puede encontrarse quizás en su labor como examinador, realizando entonces el primer manuscrito del mismo. La publicación de éste años después fue la causa del reconocimiento a la labor, tanto teórica como profesional, de López de Arenas, el cual propició sus ya citadas reelecciones y la colaboración con el Cabildo Municipal para la reforma de la Ordenanza de Alarifes, ocupaciones a las que se entregó hasta su muerte, acaecida a finales de la década de 1630.



Figura 2.4. Armadura de par y nudillo de la iglesia del Convento de Santa Paula, Sevilla. Ejecutado por Diego López de Arenas (1623).

El arte mudéjar peninsular triunfó en el Nuevo Mundo, motivado por la abundancia de áreas boscosas y la ingente cantidad de obra nueva a construir. Se desarrollaron todas las tipologías posibles de cubiertas de madera de lacería a partir del siglo XVII, siendo de gran utilidad el tratado del fraile carmelita Andrés de San Miguel (1577-1644), titulado *Tratados de Arquitectura*. Nacido en Medina Sidonia (Cádiz) en 1577, viajó por primera vez a América en 1593. En 1600, a la edad de 23 años, se encontraba en la ciudad de México y es entonces cuando ingresa en la Orden de la Merced. No sabemos con exactitud cuándo se forma como arquitecto, pero consta que intervino en las obras de varios conventos mexicanos. Escribió su manuscrito hacia 1630, pero permaneció inédito hasta la publicación de Eduardo Báez bajo el título *Obras de Fray Andrés de San Miguel*, en 1969. En él trata temas tan diversos como los referentes al templo de

Salomón, el Arca de Noé, la riqueza de los templos incaicos del Perú, las prescripciones para construir templos carmelitas de acuerdo con la austeridad de la orden, diversos estudios astrológicos o un informe para realizar el desagüe de la ciudad de México. El manuscrito es interesante para acercarnos al conocimiento de las técnicas de carpintería de aquel momento ya que se ocupa de forma metódica, breve y rigurosa de la traza y monte de las armaduras de lazo, especialmente de la llamada de ocho, así como del arrocabe de las armaduras y de las cerchas de media naranja. Es de destacar su preocupación por la aplicación de conocimientos matemáticos para ordenar y controlar con operaciones gráficas todo tipo de figuras, cuerpos geométricos y elementos arquitectónicos.

La obra de Fray Andrés resulta especialmente interesante por tratarse de un escrito coetáneo al de López de Arenas que se escribe en América, con lo que se descarta la posibilidad de la influencia mutua entre ambos textos que de este modo resultan complementarios y nos acercan de una manera más objetiva al conocimiento de las reglas de la carpintería de armar. Además, Fray Andrés desarrolla su formación en el Nuevo Mundo en base a textos hoy desconocidos que figuraban en los archivos carmelitas y sus escritos le permiten tratar algunos temas de un modo más didáctico. En cambio, el texto de López de Arenas, dirigido a profesionales del oficio se centra en la exposición de una serie de recetas tradicionales de difícil comprensión para quienes no tienen unos conocimientos mínimos sobre carpintería de armar.

Fray Andrés explica con dibujos estos aspectos del arte de la carpintería: elementos que componen el lazo de ocho y cómo trazarlo; traza de una armadura cuadrada de lima moamares con lazo de ocho en el almizate; aplicación del lazo a una armadura; traza de una armadura de cinco paños; forma de sacar los distintos cartabones; estructura del arrocabe; traza de una armadura de ocho cuadrada; realización de un almizate ochavado y de una armadura de los tres paños ochavados; cubierta de media naranja.

En palabras de Genevieve Barbé Coquelin de Lisle (1982, 275), profesor de la Universidad París III Sorbonne, a partir de las obras de estos teóricos en torno a la carpintería de lo blanco, podemos aprender “cuales son los puntos flacos de las techumbres y las principales dificultades con las cuales se tropieza en su ejecución. Se nos da un método empírico, el cartabón, por el cual se puede hacer la armadura, por eso constituyen a pesar de sus flaquezas y a pesar de basarse sobre todo en ejemplos de techumbres andaluzas (Alhambra, Generalife...) unos documentos imprescindibles para el estudio y la restauración de la carpintería hispanomusulmana tanto en la península como en Canarias y en Hispanoamérica.”



Figura 2.5. Techumbre de la Capilla del Pilar de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, San Sebastián de La Gomera (Islas Canarias). Siglos XVII-XVIII.

Particularmente son interesantes las bóvedas lígneas, ejecutadas en iglesias de los siglos XVI al XVIII. Sus orígenes parecen hispanomusulmanes, aunque los ejemplos más antiguos de los que tenemos constancia son ingleses y franceses, siendo los primeros en utilizarlas los normandos. Estas bóvedas aumentan la luz de las estancias. Entre sus tratadistas tenemos a Philibert de l'Orme (1510-1570), y Juan Bautista Villalpando (1552-1608), que hicieron diferentes descripciones de esta técnica constructiva. En un principio, la madera quedaba vista como plementería de tablas unidas a media madera, machihembradas o clavadas al trasdós de la armadura, pero posteriormente se buscó la simulación pétreo enluciendo y pintando la madera o recubriéndola con yeso, sobre el que se fingía un despiece de cantería (Peraza, 2006). Su sustitución de la piedra es por motivos económicos.

Para el estudio en profundidad de las cubiertas mudéjares, no sólo podemos atender a los manuales que lo abordan desde una perspectiva histórico-artística, sino que se hace fundamental un conocimiento también de su naturaleza constructiva. Si bien es innegable la importancia de la carpintería de armar en nuestro país, y habiendo profundizado en los tratadistas de la Edad Moderna, es a partir de hace 30 años que se le ha otorgado el interés que le corresponde dentro del ámbito de investigación de la Historia de la construcción. A principios del siglo XX, todos los esfuerzos se centran en la carpintería de lazo, desdeñando el estudio del resto de cubiertas. *El arte de la lacería* de Prieto Vives (1904), la *Historia de la arquitectura cristiana española en la Edad Media* de Vicente Lamperez (1908), el primer intento de catalogación de construcciones en madera en España a manos de Arthur Byne y Mildred Stapley (1920), *Techumbres y artesonados españoles* de Ráfols (1926) y las transcripciones de los tratados de López de Arenas y Fray San Andrés de San Miguel a cargo de Gómez Moreno

(1966) y Báez Macías (1969) respectivamente, son algunos de los más importantes escritos que abordan el estudio de las techumbres mudéjares hasta llegar a los trabajos más recientes. Entre estos destacar los manuales de Aguilar García (1984), Toajas Roger (1987), Pacios Lozano (1993), Fernández Cabo (1991)¹, Duclós Bautista (1991), Candelas Gutiérrez (1991) o el máximo estudioso del tema, Nuere Matauco, que estos últimos 30 años ha dedicado su tiempo al estudio de los textos de Fray Andrés de San Miguel (1990) y de Diego López de Arenas (2001), así como de la obra construida. Para mayor profundización en el campo de la tratadística, es interesante también el manual que, al respecto, escribió María Isabel Gómez Sánchez (2006).



Figura 2.6 y 2.7. Basílica de Nuestra Señora de Candelaria, Candelaria (Tenerife, Islas Canarias). Realizada por el arquitecto Enrique Marrero Regalado (1945).

Por último, debemos destacar el surgimiento del Neomudéjar en el territorio hispano, *revival* que supone el empleo nuevamente del artesonado o techumbre mudéjar, aunque en ocasiones esta vuelta a atrás se quedará en la apariencia externa, pues entre los materiales empleados no se encontrará la madera, por lo que podríamos plantear que se trate, en ocasiones, de un sistema ornamental más que de un estilo. El ejemplo más interesante en cuanto a cubierta encuadrada dentro de este lenguaje artístico es el de la Basílica de Nuestra Señora de Candelaria (Tenerife), diseñado por Enrique Marrero Regalado en el año 1945.

¹ Manual centrado en las cubiertas leonesas y alrededores, presentando un análisis muy completo, que puede ser extrapolable para el estudio en otras regiones.

En la actualidad, asistimos a un resurgimiento del uso de las techumbres mudéjares, gracias a los trabajos del carpintero Francisco Luis Martos, que los construye para las casas de los famosos en EEUU.²

Llegados a este punto debemos recordar que a diferencia del resto del mundo hispano, donde el Arte Mudéjar tiene fecha de inicio y fin, en Canarias se ha mantenido su empleo hasta nuestros días, al punto de que forma parte de la identidad arquitectónica de las islas, tanto en iglesias como en arquitectura civil y doméstica. Un buen ejemplo lo encontramos en la Capilla del Sagrario del Santuario de Nuestra Señora del Carmen de Los Realejos.



Figura 2.14. Techumbre de la Capilla del Sagrario del Santuario de Nuestra Señora del Carmen, Los Realejos (Islas Canarias). Siglo XX.

² Para conocer más sobre este carpintero de lo blanco, consultar su web <http://artesonados.es/>

Capítulo 3

La carpintería de armar y de lazo.

Aspectos técnicos

3.1. Desarrollo terminológico

La conservación y restauración de alfarjes y artesonados presenta una serie de condicionantes inherentes a la situación de los mismos, sus sistemas de anclaje, el modo de ensambles y demás características de las obras, las cuales dificultan su estudio y las intervenciones a efectuar en las mismas.

Antes de entrar a desarrollar un corpus teórico en torno a este tipo de obras, conviene definir los términos que lo titulan³. Encontramos diferentes definiciones según el manual consultado, ya sea uno relacionado con la Conservación y restauración, u otro con la Historia del Arte. Según el primero, el alfarje es “el techo plano de carpintería formado por vigas transversales, con viguetillas entre ellas, y tablazón de fondo. También es cada una de las piezas que forman este techo. Por último la decoración del alfarje suele ser de lazos, estrellas, octógonos, y listones con labor de atujía, frecuentemente al temple, sobre la madera. Es una obra típica de la arquitectura mudéjar y nazarí. Su uso se extendió por Aragón, Levante y Cataluña durante los siglos XIV y XV.” (Calvo, 1997, 20).

Los problemas que atienden a su conservación pueden ser estructurales, cobrando importancia la madera, y decorativos, siendo en este caso la técnica pictórica empleada el condicionante más importante. El artesonado es “el techo o armadura formada por artesonos de madera, o recuadros que forman las vigas al entrecruzarse en un techo (casetón). La restauración comprende la parte estructural (arquitectura y carpintería) y la decoración, si existe, que puede asimilarse a la madera policromada o pintada.” (Calvo, 1997, 30).

³ Ver *Glosario*.

Mientras que desde la perspectiva de la Historia del Arte, el alfarje es “la techumbre plana de madera labrada y ornamentada” (Fatás y Borrás, 2000, 18), mientras que el artesonado es “el techo de madera al descubierto, cuando su conjunto ofrece la forma de artesa invertida. El tablero horizontal del centro es el almizate o harneruleo. Los inclinados van sostenidos por los pares o alfardas y cargan sobre los arrocabes o cornisas ricamente labradas (llamadas también almarvate o estribado).” (Fatás y Borrás, 2000, 35).

Aunque presenta otras acepciones como “[...] techumbres, bóvedas, o sistemas de cubierta, formados con artesones o casetones” y utilizado de forma impropia para referirse “[...] a armaduras de limas o de artesa (armadura).” (Fatás y Borrás, 2000, 35).

En este caso, también debemos tener en cuenta un tercer término, la ya mencionada armadura, del cual pasaremos a enumerar sus abundantes definiciones:

- “Conjunto de piezas de madera, hierro, etc., que forman el esqueleto de una cubierta, pared, navío, etc.
- Especialmente referida a la armadura de madera, que es el sistema utilizado para la cubrición de un edificio, y que puede adoptar las siguientes variantes:
 - De parhilara o mojinetes: aquella armadura a dos aguas, de perfil triangular, que está formada por una serie de parejas de vigas, llamadas pares o alfardas, dispuestas oblicuamente. Las cabezas de los pares apoyan en una viga superior, horizontal y longitudinal, llamada hilera, que forma el vértice de la cubierta, necesariamente a dos aguas. A los paños inclinados de la armadura soportados por los pares, se les denomina faldones, tabicas o estribado. En la parte inferior los pares apoyan sobre los estribos, o maderos dispuestos horizontalmente encima del muro. Para contrarrestar el excesivo empuje hacia los lados, se colocan a menudo unas vigas transversales, generalmente más espaciadas que los pares, y con frecuencia pareadas, que van de estribo a estribo formando la base del triángulo, y que se denominan tirantes. Debajo de los tirantes, y para reforzar la armadura, puedes ir unos apeos, denominados canes o asnadas.
 - De par y nudillo: cuando las armaduras de parhilara, para buscar un mayor refuerzo y evitar el pandeo de los pares, colocan entre cada dos de ellos, y generalmente a dos tercios de su altura, una viga horizontal, llamada nudillo, se forma la armadura de par y nudillo. La sucesión de los nudillos con su tabazón intermedia da lugar a una superficie plana, el almizate o harneruleo, que transforma el perfil triangular de la armadura de parhilara en otro trapecial, propio de las armaduras de par y nudillo. Esta armadura, al igual que la de parhilara, apoya sus frentes o lados menores en los muros de obra.

- De limas o de artesa: esta armadura es de perfil o sección trapezoidal, en forma de artesa invertida, pero a diferencia de la de par y nudillo, con faldones también en los lados menores. La viga, situada en la esquina o arista de los paños o faldones contiguos, se llama lima o bordón, y en ella apoyan los pares o alfardas menores, llamados péndolas. Cuando en cada arista hay una sola lima, la armadura es de lima bordón, y cuando hay pares de limas, dejando una calle intermedia, es de lima moamare. Las armaduras de limas pueden ser de cuatro paños, con el almizate cuadrangular o rectangular, de seis, de ocho, etc., resultando los almizates hexagonales, octogonales, ochavados, etc. El paso de la base cuadrada o rectangular al octógono o al ochavo para voltear estancias con armaduras de limas se realiza por medio de cuadrantes, que son unos tableros horizontales de forma triangular.” (Fatás y Borrás, 2000, 32-33).

3.2. Proceso constructivo en la carpintería de armar y de lazo.⁴

Uno de los centros más importantes en cuanto a la realización y formación de cubiertas de madera, es el Centro de Oficios de León. Tomándolos como referencia y habiendo realizado el curso que imparten en su sede, podemos afirmar que una armadura es el conjunto formado por una serie de elementos de madera que unidos entre sí permiten cubrir o techar un edificio o una estancia.

Las cubiertas de madera son los armazones sobre los que descansan los tejados de un edificio, le dan forma y mediante superficies inclinadas, plantas o curvas, tienen por objeto arrojar al exterior las aguas de lluvia.

Prácticamente toda la arquitectura representativa anterior al siglo XX en España, desde la época visigoda, presenta sistemas estructurales de cubierta constituidos por armaduras de pares, ya sean de parhilara o de par y nudillo. Constituyen una solución estructural distinta al sistema de cerchas y correas de tradición romana que tenía la ventaja de permitir un gran ahorro de madera, salvar con facilidad mayores luces y no generar empujes en los muros. A pesar de ello, las armaduras de pares son las más empleadas por los carpinteros españoles, que alcanzan con ellas una riqueza de soluciones única, y que aunque se tratase de obras más costosas eran más apreciadas y valiosas, permitiendo el desarrollo de un amplio repertorio de soluciones decorativas, de carácter suntuoso a veces.

El sistema más sencillo es el de las armaduras de parhilara, al que se le da mayor rigidez colocando a dos tercios de la altura de la armadura un nudillo en cada pareja de pares. Para crear una estructura estable y duradera es preciso contrarrestar los empujes horizontales que generan las armaduras de pares en sus apoyos, por lo que las de grandes luces precisan disponer de simples tirantes

⁴ Los dibujos y secciones de este capítulo (3.2. Proceso constructivo en la carpintería de armar y de lazo), pertenecen, en su mayoría, al manual del curso sobre este mismo tema que ofreció el Centro de Oficios de León (2010), impartido por Ricardo Cambas y Agustín Castellanos.

o dobles tirantes, a fin de evitar el deslizamiento de los estribos de la armadura y garantizar su indeformabilidad y rigidez.

El montaje de este tipo de armaduras se compone de una sucesión ordenada de elementos. En primer lugar se dispone una pieza de madera, llamada solera, clavada sobre nudillos, que se asientan en la coronación del muro y sirven de transición y reparto de cargas de la cubierta a la fábrica. Si se colocan tirantes, cada ciertos tramos, suelen ir apoyados sobre canes dispuestos sobre la solera. Los estribos corren a lo largo de todo el muro y se montan en cajas talladas en los extremos de los tirantes. Sobre los estribos se colocan los pares o alfardas, unidos por parejas, sobre los que el trasdosado de tabla, con o sin labores de talla (menado), permite la colocación del material de cubierta, teja o pizarra, que cubre y protege los faldones de la cubierta. El tablado se coloca perpendicularmente a los pares para asegurar su arriostramiento transversal, evitando el peligro de “remado” o vuelco lateral.

3.2.1. Tipos de techumbres mudéjares

3.2.1.1. Armadura de pares.

La armadura de parhilara y la de par y nudillo, cuentan con los mismos elementos constructivos (estribo, hilera, pares y tirantes). La diferencia entre ambas viene marcada por la aparición del nudillo, elemento de unión entre los pares y que genera, por continuidad, el almizate.

a. Armaduras de parhilara.



Figura 3.1. Armaduras de parhilara en las naves laterales, y de par y nudillo en la nave central. Santuario del Santísimo Cristo en Tacoronte (Tenerife, Islas Canarias).

Se trata de una solución sencilla, frecuente en templos de pequeñas dimensiones en armaduras que cubren luces menores de 6 m. Las armaduras de parhileras presentan desde el interior del templo una sección en forma de V invertida, en la que los faldones de la cubierta dan lugar a dos planos inclinados, apreciables desde el exterior, por lo que denominan paños. El sistema consiste en colocar a modo de cumbrera un madero horizontal o hilera, sobre el que apoyan los pares que forman los faldones o vertientes del tejado. En la parte inferior, el conjunto de pares carga sobre el estribo que se asienta sobre el muro, al que transmite las cargas de la cubierta. Para evitar el peligro de deslizamiento del estribo bajo el peso de la cubierta, cada cierto número de pares, se atiranta con piezas de gran escuadría, garantizando así la indeformabilidad de la estructura.

b. Armaduras de par y nudillo.



Figura 3.2. Nave central y laterales de la Iglesia de El Salvador, Santa Cruz de La Palma (Islas Canarias). De amplio desarrollo histórico y numerosas intervenciones, se comenzó a mediados del s. XVI con el carpintero Gaspar Núñez y el policromador Juan de Sosa. Las tres naves se cierran con armaduras de par y nudillo.

Esta armadura surge por evolución constructiva de la de parhileras, dando lugar a una variante que proporciona mayor estabilidad al sistema estructural. Estas armaduras se distinguen de las de parhileras por la aparición de una pieza horizontal llamada nudillo, dispuesta generalmente a dos tercios de altura, a fin de rigidizar cada pareja de pares, reduciendo notablemente la flexión de los pares en su parte superior. La aparición del nudillo obliga a realizar cuidadosos ensambles con los pares a fin de conseguir una unión sólida y duradera que proporcione mayor equilibrio y estabilidad al conjunto de la obra.

La armadura de par y nudillo tiene una sección en forma de A, que muestra al interior tres planos, por lo que se las denomina de tres paños. Los dos inclinados

compuestos por las parejas de alfardas (de los que vemos la parte que queda de los nudillos para abajo), y el plano horizontal que forman la sucesión de estos nudillos, que recibe el nombre de almizate o harneruelo. Es ésta la solución más importante entre las utilizadas históricamente por los carpinteros españoles, llegando a alcanzar un espectacular desarrollo a finales de la Edad Media.

3.2.1.2. Armadura de limas.

La resolución de una armadura con más de dos faldones origina la aparición de aristas interiores denominadas limas, que resuelven la intersección de los distintos paños que componen la estructura de la cubierta. Cuando el encuentro de los faldones de cubierta se realiza con una pieza única en la arista, se denomina de lima bordón; mientras que cuando se emplean en el encuentro de las vertientes dos limas, cada una dispuesta en uno de los planos de los faldones, se denominan de limas moamares; solución frecuente cuando la armadura presenta labores de lazo.

a. Armaduras de lima bordón.



Figura 3.3. Techumbre de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario en la Iglesia de Santa Catalina mártir de Alejandría, Tacoronte (Tenerife, Islas Canarias). Carpintería de finales del s. XVI y policromado y dorado de 1698. Armadura a lima bordón nones.

Las armaduras de lima bordón pueden ser a su vez de dos tipos:

- a.1. Lima bordón nones, cuando unos de los pares alarozos o testereros llega a la cumbre, junto con las limas, enfrentándose con la hilera.
- b. 2. Lima bordón pares, cuando las limas llegan a la hilera y ningún par alarozo la alcanza, sino que descansan todos en las limas.

b. Armadura de limas moamares o limas dobladas.

Son las armaduras que se resuelven con dos barras, dejando la arista libre, o calle de limas, como mera junta de adosamiento entre los faldones. Al dividir la lima en dos piezas independientes es posible realizar por separado los diferentes paños de la armadura a pie de obra o en el taller sobre el banco de trabajo, de modo que se pueden abordar trabajos complicados de armaduras de lazo, sin la dificultad añadida de tener que realizarlos sobre un andamio en incómodas posturas de trabajo. Los paños ya terminados se levantan completos y se ensamblan dejando prácticamente terminada la armadura.

En la mayoría de los casos, las limas, ya sean bordones o moamares no llegan a la hilera, con lo que dan lugar a un característico escudete que se forma entre los pares torales y el nudillo toral o testero, a donde van a descansar los pares, que en este caso se llaman manguetas, por ser más cortos que los otros. En esta tipología se llama péndolas a los pares de longitud variable que descansan sobre las limas y que forman el albanecar.



Figura 3.4. Cubierta de la Capilla del Cristo atado a la columna de la Iglesia del antiguo Convento de Santo Domingo, Santa Cruz de La Palma (Islas Canarias). 1554-1567. Armadura de limas moamares.

3.2.1.3. Armaduras según el número de vertientes.

Atendiendo al número de vertientes y si cuenta con almizate, las techumbres en tres subgrupos:

a. Armaduras de cuatro faldones sin almizate.

Es esta solución más sencilla para cubrir capillas de planta cuadrada, aplicando el sistema de parhilara en edificios de pequeñas dimensiones. Cuatro estribos coronan el muro del edificio, trabados sus extremos a medias maderas y

asegurados mediante piezas a 45° llamadas cuadrales que atan las esquinas y aseguran la indeformabilidad del ángulo.

La cubierta se resuelve con cuatro faldones iguales cuya intersección determina la aparición de cuatro limas dispuestas en forma piramidal siguiendo la dirección de las diagonales del cuadrado que convergen en una pieza central llamada mástil o nabo que sirve de apoyo. Los faldones o paños de la cubierta se forman mediante manguetas que apoyan en los estribos y en las limas. El conjunto se arriostra con cintas o listones que aseguran la indeformabilidad de la obra y finalmente se cubre con tabla.



Figura 3.5. Techumbre de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario de la Iglesia de San Juan Bautista, San Juan de la Rambla (Tenerife, Islas Canarias). Segunda mitad del siglo XVIII. Armadura de cuatro faldones con el mástil cubierto por un mínimo trabajo de lacería y un pequeño pinjante.

b. Armadura de cuatro vertientes y almizate.

Cuando el espacio a cubrir es amplio, se recurre a soluciones de par y nudillo, para asegurar la indeformabilidad del sistema y reducir la longitud de flexión de limas y pares. La disposición de los nudillos da lugar a la aparición del almizate: un sistema más complejo, pero que garantiza una mayor estabilidad y rigidez. Las variaciones que puede presentar esta solución son dos. La primera, denominada de lima bordón pares, es la formada por un número par de alfardas en los faldones, de manera que ningún nudillo de los pares alcanza el nabo central de la armadura. La segunda, denominada de lima bordón nones, es la formada por un número impar de pares, de manera que uno de los nudillos de los pares alcanza el nabo central en el que apoyan las limas de la armadura y sus nudillos.

Sobre los pares, se colocan tablas transversales, llamadas cintas, para garantizar su arriostramiento; quedando entre ellas unas veces espacios cuadrados y otras rectangulares. Las cintas pueden ser rectas o presentar sus bordes recortados con distintos perfiles que se repiten simétricamente en las tablas siguientes. Sobre ellas se revisten los faldones con tablazón, colocando en los huecos que quedan entre los pares y el tablado superior unos listones biselados llamados saetinos que rematan perfectamente estos espacios creados. Al conjunto con que se cierra y decoran los faldones se denomina labor de menado. En ocasiones, en los espacios entre pares contiguos, aparecen talladas estrellas de seis u ocho puntas caladas en bisel y a veces enmarcadas por molduras, desarrollando motivos de calles estrechas. La estabilidad del estribado se consigue igualmente mediante cuadrales que evitan la flexión de los estribos y refuerzan la unión de los ángulos.



Figura 3.6. Techumbre de la Capilla Mayor de la Iglesia del Dulce Nombre de Jesús, La Guancha (Tenerife, Islas Canarias). Carpintería de egunda mitad del s. XVIII, repintado por José Gascón en 1988. Armadura de cuatro faldones con almizate.

c. Armadura de ocho vertientes y almizate.

Se emplean normalmente para cubrir las capillas mayores de los templos y suponen un mayor grado de evolución en la resolución de las armaduras de par y nudillo a partir de las armaduras de cuatro vertientes y almizate. La colocación de los cuadrales en las esquinas de los estribos proporciona el paso de la planta cuadrada a la octogonal, permitiendo la construcción de estas armaduras ochavadas. Las ocho vertientes de la armadura precisan otras tantas limas y se construyen y funcionan como la de cuatro vertientes, convergiendo las limas en un nabo central, mientras que las manguetas se disponen regularmente apoyadas sobre el estribo y las limas. El almizate es también octogonal y está formado por la

disposición de los nudillos de las limas que convergen en el nabo central y por los pares o manguetas que concurren con los de las limas.

Las cara inferior de manguetas, limas y nudillos puede ir decorada con agramilados o con moldura acordonadas clavadas. Esta solución determina la aparición entre los cuadrales y estribos de un paño horizontal triangular, denominado cuadrante, que completa el paso de la forma cuadrada de la planta a la octogonal de la armadura. El cuadrante se suele cubrir y decorar de forma semejante a los faldones de la armadura.

El revestimiento de los ocho faldones se realiza mediante cintas lisas o menadas, saetinos y tablazón y en algunos casos con calles de estrellas, en clara representación de la bóveda celeste simbolizando la perfección y la vida eterna. El número siete es el número del mundo (los siete días del Génesis), la perfección del mundo. El ocho (7+1), constituye el paso a una nueva serie, a un nuevo mundo, y la vuelta a la unidad de la parte.



Figura 3.7. Techumbre de la Capilla de Animas de la Iglesia de la Inmaculada Concepción, La Laguna (Tenerife, Islas Canarias). 1650 aprox. Armadura de ocho faldones con almizate.

3.2.1.4. Diferencias entre armadura de par y nudillo y armadura de cerchas o tijeras.

El sistema de par y nudillo, deriva de las armaduras de par-hilera en las que se introduce el nudillo; una pieza horizontal que traba cada dos pares aproximadamente a dos tercios de la altura total de la armadura. Emplea tirantes

cuando la longitud total de la armadura es tal que no basta con arriostrar el estribo por sus extremos para contrarrestar los importantes empujes que producen los pares en sus apoyos.

En las armaduras de pares, los pórticos par-nudillo, o los simples pares enfrentados, constituyen un único orden estructural, están muy próximos entre sí y descargan un empuje continuo sobre la línea de apoyo, en vez de puntual, como en el caso del sistema de cerchas. De modo que se hace necesario atirantar el estribo, base de apoyo de los pares que funciona como una viga y que se atiranta a la máxima distancia que permite su escuadría para evitar una deformación excesiva.

En algunos casos, unos cuadrales en las esquinas acortan la luz libre de flexión de los estribos.



Figura 3.8. Detalle del artesonado de la nave central de la Iglesia del Antiguo Convento de Santo Domingo, La Orotava (Tenerife, Islas Canarias). Finales del s. XVII. Los cuadrales y tirantes son doblados y con profuso trabajo lacérico.

El sistema permite reducir el número de tirantes facilitando la percepción transparente de un espacio abovedado.

Este tipo de armaduras no son obras de ejecución económica, sino que se trata más bien de obras apreciadas y valiosas, de carácter suntuoso algunas veces, cuya finalidad tenía más que ver con la ostentación de la riqueza y poder de determinados grupos de poder, que con conseguir unas soluciones económicas para unos clientes con pocos recursos.

El sistema de pares presenta dos notables ventajas frente al sistema de cerchas: si exceptuamos los tirantes, permite el empleo de piezas de pequeña escuadría, así como la prefabricación total de los paños a pie de obra o en taller, en los que se puede incorporar un variado repertorio de labores de lazo.

Es el soporte, durante más de 600 años, de la mayor parte de la carpintería histórica española, un sistema utilizado casi de forma exclusiva en techumbres vistas por los carpinteros españoles desde la época visigoda hasta el siglo XVIII, y en los territorios hispanos conquistados hasta el siglo XX. Es una solución que emplea técnicas semejantes a las del centro y norte de Europa, más por inercia secular ante la mayor demanda de este tipo de soluciones que por economía.

Precisa para su ejecución mayor cantidad de madera, pero permite una gran riqueza de soluciones.

Las armaduras de tijeras o de correas emplean elementos constructivos de primer orden: las tijeras o cerchas que necesitan el atirantado puntual de los tirantes, y elementos estructurales de segundo orden: las correas o tercias que no necesitan atirantado, lo que permite que el apoyo sobre la estructura se pueda hacer sobre simples durmientes.

Precisa menos cantidad de madera que el sistema de pares. Sin embargo, su uso en nuestro país queda relegado a armaduras toscas o a las realizadas en espacios bajo cubierta tras las bóvedas o incluso como sobrecubiertas de protección de las armaduras aparentes realizadas con el sistema de pares.

3.2.1.5. Armaduras según el número de aguas.

Según sea la configuración externa de la armadura, éstas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Armadura a un agua, de colgadizo o a la molinera.
- Armadura a dos aguas.
- Armadura a tres aguas.
- Armadura a cuatro aguas.
- Cubierta de pabellón.
- Cubierta de crucero.
- Cubierta Sheds o dientes de sierra.
- Cubierta Mansard.
- Cubierta de torre, aguja o flecha.

3.2.1.6. Armaduras según el número de paños.

Además de las vertientes que puede presentar la cubierta al exterior siguiendo el plano de los pares, la armadura puede presentar en el interior otra serie de planos o paños horizontales o en otras direcciones dando lugar a diferentes armaduras:

- Armadura de un par o de colgadizo.
- Armadura de dos paños.
- Armadura de tres paños.
- Armadura de cinco paños.
- Armadura de siete paños.



Figura 3.9. Techumbre de tradición portuguesa del Coro o Capilla de San Bartolomé en la Iglesia de la Inmaculada Concepción, La Laguna (Tenerife, Islas Canarias). Finales del s. XVII. Presenta cinco paños, cuadrantes y tirante central.

3.2.1.7. Armaduras según la forma del estriado.

Si se considera la forma del estriado de la armadura, éstas pueden ser de diferentes tipos:

- Armadura triangulada.
- Armadura cuadrada con tirantes cruzados.
- Armadura ochavada.
- Armadura dieciseisava.
- Armadura recta o rectangular ochavada con tirantes simples.
- Armadura recta o rectangular ochavada con tirantes dobles.
- Armadura ataudada.
- Armadura izgonzada.

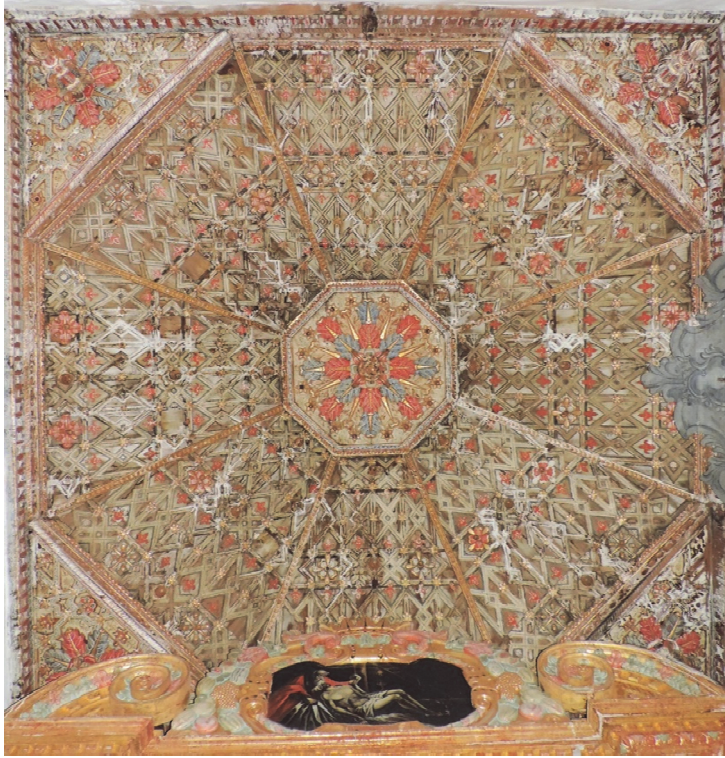


Figura 3.10. Techumbre de la Capilla de la Soledad en la Iglesia de San Agustín, Icod de los Vinos (Tenerife, Islas Canarias). 1660-1667. Es una armadura de tipo ochavada.

3.2.2. El montaje de las armaduras

A pesar de la aparente complejidad que presentan algunas cubiertas, la habilidad en el manejo de unas pocas reglas y principios permitía al carpintero moverse con un mínimo de soltura en el diseño y replanteo de armaduras.

El trabajo de los carpinteros comienza a partir de la solera. Tomadas las medidas de la estancia a cubrir en la solera o en los propios muros ya le es posible replantear la totalidad de la armadura y proceder a la realización de todas sus piezas. El conocimiento de unas simples leyes geométricas permite deducir, en función de unas medidas generales, las medidas parciales o concretas de toda la obra: los ángulos de la armadura, las medidas de los pares, nudillos, limas y demás elementos constructivos.

Para el encaje general del conjunto, el carpintero se valía de los cartabones de armadura obtenidos a partir de cambijas y de monteas. Para los trazados de lazo el carpintero se procuraba un juego de cartabones de lazo de acuerdo con el diseño de a ejecutar.

El hecho de que apenas se utilicen clavos para garantizar los enlaces de la madera y que todas las uniones se realicen mediante cortes y ensambles, permite que tanto el arrocabe como el resto de la armadura se puedan montar y desmontar a voluntad.

Por ello, conocidas las medidas de la estancia a cubrir, la armadura puede ser proyectada y ejecutada en su totalidad a pie de obra, en su cobertizo provisional o en el propio taller resguardado de las inclemencias del tiempo donde también se almacenaría la madera aserrada necesaria. Una vez concluida en su mayor parte la obra y prefabricados los paños y piezas de ejecución más laboriosos como pueden ser artesonados o lacerías en taller, esta podía ser despiezada, trasladada y montada en su lugar de destino, consiguiéndose, de este modo, estar el menor tiempo posible a caballo de la armadura, evitando todas las incomodidades que esto acarrea.

3.2.2.1. *La montea.*

Las monteas son construcciones geométricas en las que se define tanto la geometría de contorno de los paños u ochavos como el encuentro de estos con el almizate, ofreciendo la relación existente entre la dimensión en planta de la estancia y la verdadera dimensión de los paños abatidos, utilizando generalmente el almizate como charnela. Son dibujos basados en las operaciones geométricas necesarias para el despiece de la armadura o de cualquier otro elemento constructivo que precise ser despiezado antes de su puesta en obra.

Este tipo de representaciones permite establecer un acuerdo entre la pendiente de los paños de la armadura, la altura del almizate y la geometría del contorno de los distintos paños, de modo que el tracista, jugando con las inclinaciones de los faldones y la altura del almizate puede ajustar una trama determinada para encajar un diseño concreto de lazo con el mínimo de distorsiones e incongruencias en los bordes o aristas de conexión.

La destreza y habilidad en adaptar a una obra un determinado diseño de lazo, resolviendo por medio de sutiles ajustes o “trucos” de oficio las inevitables incongruencias geométricas que puedan plantearse, ponen de manifiesto el buen hacer y la categoría del artífice.



Fig. 3.11. Techumbre de la Capilla de Santo Domingo de la Iglesia del mismo nombre, Santa Cruz de La Palma (Islas Canarias). Construida en la segunda mitad del siglo XVI. Faldón menor y detalle de la rueda de 8 del almizate.

3.2.2.2. *Cambija y cartabones.*

Las cambijas son semicírculos sobre los que se construyen los diferentes cartabones, necesarios para el corte de los distintos elementos de la armadura como del lazo que incorporen.

Manifiestan un buen conocimiento de la geometría euclidiana, ya que todos los cartabones contruidos con el diámetro de la cambija como hipotenusa y el otro vértice sobre la circunferencia, son triángulos rectángulos, por lo que sus ángulos no rectos son complementarios. Esta característica geométrica en la que se basan los teoremas euclidianos, es lo que le confiere una gran utilidad y versatilidad como instrumento de replanteo geométrico de las armaduras, de sus cortes y ensambles, y de sus lazos.

Los cartabones se obtienen por procedimientos geométricos que describen los tratadistas y juegan un importante papel en el replanteo y corte plano tanto de los distintos elementos de la armadura como de las labores de lazo. Aunque el

número de cartabones es infinito, el carpintero de armar y lacero emplea un reducido número de ellos que generalmente se designan por el número de veces que su ángulo menor es contenido en la semicircunferencia. Así, los más comunes son los de 4, 4 ½, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

Los tipos de cartabones se clasifican según su uso y son los siguientes:

a. Los cartabones de armadura.

Los cartabones de armadura o de cubierta juegan un importante papel en el replanteo y corte de los distintos elementos de la armadura. Se utilizan no sólo como cartabones de ángulos, sino como patrón de medida, por lo que la cambija se realiza con un diámetro a escala que representa la anchura o luz libre de la estancia entre las caras libres de estribos. Generalmente suele ser 1/6, pero en estancias de mucha luz y para que los cartabones no resulten excesivamente grandes, se puede emplear una escala menor.

Para una armadura de parhilera o de par y nudillo se necesita únicamente el cartabón cuadrado y el cartabón de armadura y en principio es válido cualquier cartabón para construir la armadura, aunque se recomienda emplear el de 5, que da inclinaciones de 36°. Para una armadura de lima bordón el juego completo de cartabones consta de: cartabón de armadura, cartabón de albanecar y coz de limas. Estos tres cartabones se obtienen de la siguiente manera:

a.1. Cartabón de armadura. Este *cartabón* define la inclinación o pendiente de los *faldones*. Se utiliza tanto para cortar los *pares*, en su apoyo inferior (*patilla* y *barbilla* o *apatenaduras*), y en su *copete* o parte superior, como para trazar los rebajes que conforman las quijadas de los *nudillos* y la garganta en los *pares*. Este mismo *cartabón* se utiliza también para cortar las *manguetas* o pares *alarozos*. Sobre una recta S, desde O, se traza una *cambija*, esto es, una semicircunferencia con radio 1/12 de la luz (o cualquier otra medida proporcional a la luz de la estancia a cubrir). Desde A y B, sin cerrar ni abrir el compás, H e I; y desde estos puntos, J en la perpendicular a O. Con centro en J y la misma apertura de compás se traza el punto D. Uniendo AOD, tenemos el *cartabón de armadura*.

a. 2. Cartabón de coz de limas. Mide la inclinación de la *lima* con la horizontal en el plano vertical que la contiene. Se utiliza para el corte de las *limas*, tanto en el replanteo de su medida total como en los cortes parciales de los apoyos inferior y superior, así como en los cortes de las gargantas, en el caso que existiesen *nudillos* diagonales contenidos en el plano vertical marcado por la *lima* y su proyección vertical. Se toma con el compás la medida AE y desde D se marca sobre la horizontal el punto C. ODC es el *cartabón coz de limas*.

a.3 Cartabón albanecar. Mide en el plano de los *faldones* de una *armadura*, el ángulo del *estribo* con la *lima*. Corta los apoyos de las *péndolas* sobre las *limas* en

su directriz horizontal, mientras que *el cartabón de armadura* continuará rigiendo los cortes de directriz vertical de dichas *péndolas*. En combinación con el *armadura*, proporciona el *cerrillo de la lima*, si ésta es *bordón*, o el campaneado de la misma cuando es *moamar*. También determina el largo de las *péndolas*. Tomando la medida AD, desde O, se marca el punto E en la perpendicular. Uniendo AOE, tenemos este *cartabón*.

También destacan los siguientes tipos de *cartabones* para determinados cortes o techumbres:

b. Cartabón de acuesto. A estos *cartabones* se le suele añadir el *cartabón cuadrado* o de *acuesto*, que es la escuadra o triángulo rectángulo isósceles, necesario para determinados cortes o empleado como *cartabón* auxiliar para otras construcciones geométricas.

c. Cartabón de izgonce. En el caso de *armaduras izgonzadas*, desescuadradas en los testeros, se necesita el *cartabón de izgonce* que se obtiene asentando el *cartabón cuadrado* en el *estribo*, deslizándolo hasta que corte el testero, dando así el *cartabón de izgonce*. Las *armaduras izgonzadas* necesitan sendos juegos de *cartabones* (izgonce, albanecar y coz de limas) para cada esquina no escuadrada de los testeros (una agua y otra obtusa).

3.2.2.3. Escuadrías de las maderas.

Grueso o cuerda de los pares. En armaduras de par y nudillo, a calle y cuerda, con nudillo a $1/3$ y con 3, 4, 5 ó 6 peinazos en el almizate, el grueso de los pares, al igual que el de los nudillos y peinazos es, en cada caso, $1/27$, $1/36$, $1/45$ ó $1/54$ de la luz de la estancia a cubrir. Se ha de tener en cuenta que calle es el espacio comprendido entre dos cuerdas o maderos consecutivos de un entramado, y se dice que una armadura se organiza a calle y cuerda cuando la separación de las maderas que la componen o el trabajo de lacería es el doble de su grueso.

Grueso de los nudillos: El grueso de los nudillos es el mismo que el de los pares y peinazos; esto es, el de una cuerda. El nudillo es el madero horizontal que se interpone entre dos pares o alfardas y que se suele colocar entre dos pares o alfardas a dos tercios de la altura de los pares; por lo que su longitud equivale en este caso a un tercio de la luz de la estancia a cubrir.

Grueso de la lima. Se obtiene trazando con la cola del cartabón cuadrado una línea por el grueso del par cuya longitud será el grueso de la lima.

Alto o tabla de los pares: Se obtiene trazando con la cola del cartabón cuadrado una línea por el grueso del par; su longitud es el alto del par. De este modo se consiguen unas proporciones de $1/\sqrt{2}$, aunque en piezas anchas se puede aumentar el alto.

Alto de la lima. Sale trazando con la cabeza del cartabón de armadura una línea por el alto o tabla del par. Al alto de la lima se añade un cerrillo o torrilla, cuya medida e inclinación se obtiene mediante un trazo con la cola del cartabón coz de limas a fin de que las caras inferiores y superiores de pares y limas se presenten en los mismos planos, por debajo se vea toda la armadura al mismo nivel y por encima se pueda clavar la tablazón.

Alto del nudillo: Sobre el alto del par se realiza un trazo con la cabeza del cartabón cuadrado; desde cada extremo del mismo se realizan dos nuevos trazos con la cola del cartabón de armadura y la distancia entre ambos, es el alto del nudillo.

Largo del nudillo. El largo del nudillo en armaduras a $1/3$ es una tercera parte del ancho de la casa; o bien, 4 veces el largo del cartabón de armadura. A esto se debe añadir a cada lado, lo necesario para realizar el ensamble. Sin embargo, el nudillo puede hacerse tan largo o corto como se desee. En tal caso para situar la unión con los pares, se divide su perfil (el que sea) en 4 tamaños, con uno se hace una cambija de la que se obtiene el cartabón de armadura y se toman dos tamaños de su cola desde el copete del par, antes de quitarle la mitad del grueso de la hilera.

Largo de los pares. Cuando se construyen los cartabones con una cambija de radio igual a $1/12$ de la luz de la estancia a cubrir, el largo del par desde la barbilla al copete por el lado del perfil, es 6 veces el largo de la cola del cartabón de armadura. A esto se debe añadir lo necesario para cortar la barbilla y el copete, descontando la mitad del grueso de la hilera, si la tuviera.

Largo de la lima. Desde la barbilla al copete por el perfil, su largo es 6 veces la cola del cartabón de coz de limas, sacando de la cambija a $1/12$ de la luz. A esto se añade lo necesario para cortar el copete y barbilla.

Grueso y alto de las péndolas. Es el mismo que el de los pares o alfardas.

Largo de las péndolas:

En las armaduras de lima a bordón nones, en piezas de lados paralelos y testers perpendiculares hay una mangueta que coincide con el par toral que alcanza la hilera. Su largo desde la barbilla al copete es el de un par de armadura al que se le quita la mitad del grueso de la lima. Luego se le hacen dos cortes siguiendo los trazos realizados con la cola del cartabón albanecar por la parte de los perfiles y continuados por el alto con el cartabón de armadura. Para cortar la siguiente mangueta, se realizan a continuación por los perfiles dos trazos encadenados con la cola del cartabón albanecar y al tercero se le pasan dos trazos con el cartabón cuadrado, que nos da el largo de la péndola mayor. Para la siguiente mangueta, se realizan de nuevo dos trazos con la cola del cartabón albanecar y una tercera en la que se señalan dos trazos con el cartabón cuadrado, de modo que obtenemos el largo de la siguiente mangueta. La operación de trazado se repite para cortar el resto de las manguetas.

En las armaduras de lima bordón pares, la longitud de la mangueta mayor se halla tomando el largo de un par de armadura, al que se le ha quitado la mitad del grueso de la hilera, y por los perfiles, desde la base del copete, se realiza un trazo con la cola del cartabón albanecar. Con el cartabón cuadrado, desde el final de este trazo, se realiza una nueva marca, para trazar a partir de ella una nueva marca con la cola del carbón albanecar con la que obtenemos la longitud de la mangueta mayor por el lado del perfil. Por el alto de la mangueta se realizan a cada lado sendos trazos con la cabeza del cartabón de armadura a fin de guiar el corte del copete de las manguetas. Las siguientes péndolas menores se realizan como en el caso de las de lima a bordón nones.

Peinazos. Son las piezas de madera que ensamblan entre sí las alfardas y los nudillos.

- Grueso de los peinazos. Será siempre el de los pares y nudillos; esto es, el de una cuerda.
- Largo de los peinazos. La longitud de los peinazos dependerá de la separación que se deje entre los pares. Cuando la armadura es a calle y cuerda, los peinazos tendrán una longitud igual a la de una calle, añadiendo en cada extremo la madera necesaria para cortar las espigas.
- Alto de los peinazos. Los peinazos de los faldones de la armadura tendrán el alto de los pares o alfardas; mientras que los peinazos que ensamblan los nudillos en el almizate tendrán la misma altura que los nudillos.

Escuadrías frecuentes. Son como se detallan a continuación:

- Pares, manguetas, péndolas, pares alarozos. 11-14 / 8-10 cm.
- Limas. 14 / 17,5 cm.
- Tirantes, cuadrales, canes. 18-24 / 16-18 cm.
- Estribos. 18-20 / 16-18 cm.
- Soleras. 8-10 / 15-18 cm.
- Alicer. 3 / 10-20 cm.
- Tocaduras. 3-5 / 10 cm.
- Cintas. 2-3 / 10-12 cm.
- Saetinos. 2-3 / 4-10 cm.
- Alfardones. 2-3 / 25-35 cm.
- Tabicas. 2-3 / 10-20 cm.

3.2.2.4. Estribado de una armadura.

Se compone el arrocabe de los siguientes elementos: sobre nudillos nivelados y embebidos en la pared, se asienta la solera con las molduras más convenientes. Sobre la solera se asientan los canes y entre can y can se colocan unas tablas lisas, en forma de tabicas, que se llaman aliceres, engargoladas en los mismos

canes y con algún acuesto. Sobre los canes y aliceres, se coloca una moldura pequeña que ate toda la obra y sobre los canes ha de verse esta moldura en una tabla que los llena todo por encima (albardilla). Esta parte sirve de arquitrabe y sobre los canes se asientan los tirantes, cuadrales y aguilonos con sus aliceres que componen el friso con otra moldura pequeña que los guarnece por encima, semejante a la que dispuso sobre los canes. Y sobre los tirantes se coloca el estribo en el que empatilla la armadura.

3.2.3. Decoración de lazo

Siguiendo el esquema presentado en el punto anterior (5.2.2.2. Cambijas y cartabones), procedemos a definir los cartabones que intervienen en la decoración de lazo.

3.2.3.1. Los cartabones de lazo.

Cada trazado de lacería recibe su nombre de la estrella básica de la que procede. Las estrellas se rodean de una serie de elementos, que prácticamente siempre la acompañan, constituyendo las llamadas ruedas de lazo. Las ruedas comienzan con la de serie, siguen la de ocho, nueve y diez. Muy rara es la de once. A partir de la de doce se siguen nuevas normas de trazado, éstas serán siempre consecuencia de las anteriores y sus aspillas se tomarán prestadas de las ruedas de procedencia, utilizando cartabones ataperfiles para trazar las aspillas de las ruedas de nueve o inferiores.

El único útil necesario para trazar distintos tipos de ruedas de lazo, son los juegos de cartabones, que a diferencia de los cartabones de armadura, no necesitan estar realizados a una escala determinada, ya que se utilizan básicamente para transportar ángulos y no para transportar medidas. Sin embargo, en determinados diseños de lazos, algunos cartabones podrían dimensionarse en base a un ancho de la calle y cuerda, prefijados para facilitar el replanteo del trazado.

A pesar de la aparente complejidad del trazado de la rueda de lazo, sólo es necesario un reducido número de cartabones: cinco como máximo para los lazos de 9, 16 y de 20 y un solo cartabón para el lazo de 6, lo que facilita su utilización como instrumento en el trazado de lacerías. El número total de cartabones, incluidos los ataperfiles, necesarios para cortar cualquier tipo de lazo son 15, lo que hace suponer que un juego tal de cartabones formara parte del patrimonio personal del carpintero de lazos.

Los cartabones de lazo se definen de la siguiente forma:

a. Cartabón nominal. Se obtiene dividiendo la circunferencia en tantas partes como brazos tenga la rueda correspondiente. Cartabón de siete, de ocho, nueve, diez, doce y catorce.

b. El segundo cartabón tiene uno de sus ángulos doble que el anteriormente definido.

c. El cartabón *ataperfiles* se obtiene dividiendo en dos el ángulo complementario del que se sirvió para definir el cartabón nominal de cada lazo. Algunos tienen nombre propio, quizá por lo frecuente de su utilización.



Figura 3.12. Detalle de una de las ruedas de lazo (de 12) en el almizate de la nave central en la Iglesia del Salvador, Santa Cruz de La Palma (Islas Canarias).

3.2.4. Las labores de lacería

El trabajo de lacería es un campo específico de la ornamentación hispanomusulmana. Consiste esencialmente en un tema decorativo realizado mediante bandas entrelazadas que van pasando alternativamente unas encima de otras, formando determinados trazados geométricos, sin aparente solución de continuidad, siempre describiendo líneas rectas, y con la particularidad de que los quiebrros de las bandas no coinciden nunca con las puntas de entrecruzamiento de las mismas.

En la carpintería de lo blanco este tejido además de obedecer a las leyes internas del trazado geométrico, depende muy estrechamente de factores constructivos como son modulación y dimensiones de los elementos que lo forman, lo que le confiere un aspecto propio y diferente de otros desarrollos sometidos a otros condicionantes. Con el sistema de bandas entrelazadas se han creado diseños geométricos rectilíneos en forma de grecas, esvásticas, octógonos, etc., con antecedentes claros en el mundo copto, griego y romano, pero en la cultura hispanomusulmana se desarrolla de un modo muy particular el arte de la lacería como ornamentación originada por la estrella y la rueda o flor de lazo.



Figura 3.13. Labores de la lacería en el faldón mayor de la Capilla del Cristo atado a la columna en la Iglesia de Santo Domingo, Santa Cruz de La Palma (Islas Canarias). En el centro se aprecia un lazo de ocho que permite observar, de manera concéntrica y del interior al exterior, la evolución de las estrellas de primer, segundo y tercer cruce.

3.2.4.1. La estrella y la rueda de lazo.

La estrella es una de las figuras con geometría polar más fáciles de crear; posee un claro significado de unidad y es susceptible de relacionarse con otras estrellas situadas sobre una trama preestablecida mediante prolongación de sus brazos, constituyendo una suma de pequeñas unidades.

La estrella puede ser de cualquier número de puntas, teniendo el correspondiente mismo número de ejes de simetría, aunque las más utilizadas son las de 6, 8, 9, 10, 12, 16 y 20 puntas. Las estrellas se pueden generar a partir de un primer sistema de cruces de líneas, de un segundo cruce o bien de un tercero, dando lugar, en este caso último a la rueda o flor de lazo.

Llamamos, pues, rueda o flor de lazo al polígono originado por los tres cruces sucesivos de los brazos de una estrella del mismo número de puntas que dan lugar al conjunto formado por el sino y sus azafates rematados por aspillas.

Los elementos de la rueda de lazo son los siguientes:

- Cuerda
- Calle
- Azafate
- Aspilla
- Háliba
- Sino
- Punta del sino
- Punta del azafate
- Costadillo
- Boquilla
- Candilejo

3.2.4.2. La estrella y la rueda de ocho.

Todos los trazados de lazo empleados por los carpinteros se originan a partir de una estrella básica que se genera bajo determinadas condiciones geométricas y, en principio, las pautas para la formación de estrellas son siempre las mismas, independientemente del número de puntas que tengan, aunque las estrellas de más de 10 puntas requieren nuevas reglas en su proceso de trazado.

La generación más elemental de una estrella de 8 se consigue girando un cuadrado sobre sí mismo 45° ; esto es, un ángulo la mitad del necesario para que sus puntas vuelvan a coincidir superponiéndose. Por este procedimiento podríamos obtener diferentes estrellas de primer nivel tomando un triángulo o cualquier otro polígono regular consiguiendo estrellas del doble número de puntas que vértices tuviera el polígono.

Una variante de la estrella de 8 puntas anterior es la que resulta de prolongar todos los lados de los cuadrados que sirvieron para generarla hasta que se corten entre sí. De este modo conseguimos un tipo de estrella de segundo nivel con las puntas más agudas que la anterior. Prolongando de nuevo sus brazos, ya no se define ninguna nueva estrella.

Para crear una nueva figura, la que se llamará rueda de lazo, es necesario incorporar un nuevo elemento, un polígono regular de igual número de lados que puntas tenga la estrella. Este polígono regular se dibuja de forma que el centro de cada uno de sus lados coincida con el vértice de la estrella de segundo nivel, la de puntas de 45° . Los vértices de este octógono han de coincidir con líneas trazadas por los vértices exteriores de la estrella de primer nivel, la de puntas de 90° .

Si ahora, desde uno de los vértices del polígono trazamos con el compás un arco, donde corta la línea que pasaba por las puntas de la estrella de 90° , tendremos el vértice del octógono que define la rueda de lazo, el punto donde se cortan los brazos de la aspilla. Se genera así una rueda de lazo legítima con azafates

regulares o redondos ya que los costadillos de los azafates, vienen a tener la misma dimensión que la mitad del brazo de la aspillá.

La rueda de 8 es la más generalizada y empleada para ejemplificar el trabajo de la lacería. Para algunos es la esquematización de una rosa, como es el caso de Daud Sutton (2007, 10-11), que la llama *eight-fold rosettes* en su libro *Islamic Design. A genius for geometry*, donde hace una reflexión en torno a ésta y las principales composiciones que permite “a prevalent device in Islamic geometric patterns is the distinctive geometric rosette, with its petals arranged around a central star like an archetypal crystalline flower. Rosette patterns such as these can also be seen as a network of stellar motifs, inverting perception to picture the petals as negative space. Shown here are eight-fold rosettes rendered in a style based on carpentry panels. Two methods of construction are shown. (...) one based on a square grid; here the large regular octagon is defined by diagonals and a circle, and partitioned into the geometric rosette with petals one quarter the width of the whole square repeat. Opposite is another that ensures the points of the five-pointed stars, two halves of which are set on each side of the square, all lie on the same circle. This makes the four short edges of the hexagonal petals identical in length, a geometric subtlety particularly common in carpentry applications. The order patterns opposite show some of the ways that the shapes generated in the simple rosette can be rearranged, giving rise to new shapes in the process. Repeating sections are not restricted to squares only, but included carefully proportioned rectangles.”

En la misma línea que Sutton se encuentra Peter J. Lu (2007), profesor e investigador de la Universidad de Harvard, que, tras un viaje a Uzbekistán e impactado por las complejas decoraciones geométricas presentes en algunos de los edificios islámicos que iban visitando, plantea que los artistas árabes de la Edad Media utilizaban una geometría muy compleja, hasta el punto de que las teorías matemáticas que permiten realizar tales diseños no fueron planteadas hasta finales del siglo XX. Destaca en especial el empleo de lo que los expertos denominan “concepto cuasicristalino”, utilizado para incluir figuras poligonales, como estrellas, para generar complejísimos diseños simétricos que no se repiten. El arte islámico prohíbe la representación de figuras humanas, por lo que los artistas se especializaron en el uso de motivos vegetales, caligráficos y geométricos, alcanzando cotas muy altas de refinamiento y perfección.

Del mismo modo, estas formas geométricas no están exentas de interpretaciones en cuanto a numeración aurea o sagrada que, aunque tremendamente interesante, se alejan del tema que nos ocupa. No obstante destacamos los libros de Skinner y Boymann. El primero titulado *La geometría sagrada* escrito por el Dr. Stephen Skinner (2007), profesor en el Imperial College de Londres, mientras que el segundo es un artículo de Grosse Boymann (1982), que centra su atención en el uso de la estrella en el Arte Mudéjar, su motivo, significado, desarrollo y longevidad.

3.2.4.3. Labores de lazo a “calle y cuerda” y “fuera de calle y cuerda”.

La construcción de ruedas y de otras labores de lazo en carpintería plantea una problemática propia, ya que es preciso considerar el grosor de las maderas empleadas para adoptar algún criterio que facilite las condiciones de trazado. Se trata, fundamentalmente, de establecer una relación entre el ancho de la madera escogida y el lado del cuadrado que ha servido para generar la primera estrella. Por razones de facilidad en la realización de estos trazados, nuestros carpinteros optan por separar las cintas, siempre del mismo grosor, a una distancia igual al doble de su grosor. Esta disposición de las maderas con relación a su ancho se denomina a calle y cuerda, siendo la cuerda el grosor del madero y la calle el espacio comprendido entre dos cuerdas.



Figura 3.14. Detalle de uno de los cuartillejos con decoración antropomorfa de la armadura de la Capilla Mayor en el Santuario del Cristo de los Dolores, Tacoronte (Tenerife, Islas Canarias). Carpintería de 1664, policromía de 1665.

En ocasiones, ante la imposibilidad de conseguir maderas del ancho exigido o incluso para reducir el volumen de la madera a emplear o para adaptar un trazado de lacería escogido a un determinado espacio, se opta por adaptar el trazado elegido modificando dicha relación, pero respetando los ejes, empleando calles más anchas que el doble del grosor de las cintas. En estos casos se dice que el trazado es “fuera de calle y cuerda”.

El diseño del lazo se realiza siempre a calle y cuerda, es decir, con una separación de maderas igual al doble de sus grosores. Luego, si la obra se realiza fuera de calle y cuerda, el carpintero habrá de tenerlo presente en el momento de trazar los cortes; sin que por lo demás, varíe el proceso de ejecución de la obra.

Por regla general, tanto los motivos de lacería aplicados a labores de ebanistería como los realizados con la técnica del ataujerado se atienen a la regla de calle y cuerda.⁵

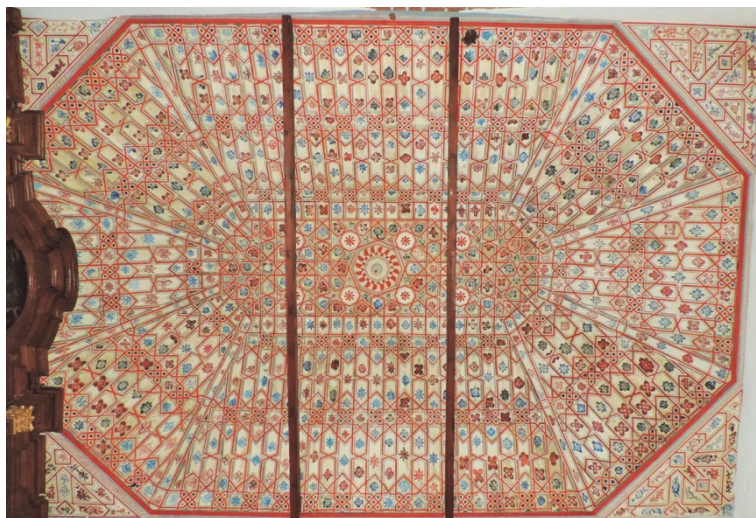


Figura 3.15. Techumbre rectangular ochava con dos tirantes simples de la Capilla de la Virgen de la Soledad en la Iglesia de la Inmaculada Concepción, Santa Cruz de Tenerife (Islas Canarias). Siglo XVII.

⁵ Para más información en cuanto al trabajo de la lacería y la filigrana en madera, recomendamos la consulta del manual, PRIETO Y VIVES, Antonio. *El Arte de la Lacería*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1977. Del mismo modo, para profundizar en la carpintería de armar y sus tipologías constructivas: MARTÍNEZ CAVIRÓ, Balbina. "Carpintería mudéjar: problemática" en *Actas del Simposio Internacional El Legado de Al-Andalus. El arte andalusí en los reinos de León y Castilla durante la Edad Media*. Valladolid: Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León, 2007, pp. 307-337.

Capítulo 4

Alteraciones y daños de las techumbres

4.1. Anomalías y defectos de la madera

“Las anomalías y los defectos son perturbaciones ocurridas durante el crecimiento del árbol. Las anomalías son inherentes al crecimiento regular y ordenado de las fibras, como pueden ser: nudos, corazón descentrado y fibras retorcidas. Los defectos en cambio, contrarían el orden que estructural y orgánicamente corresponde a los tejidos o parte de ellos como ocurre en la entrecorteza, la doble albura, la acebolladura, etc.” (Capuz, 2005, 95-129).

Estos afectan a las fibras, el corazón y los anillos de crecimiento, como son:

Nudos. Se trata de la anomalía local de la estructura de la madera, producida por una rama o tronco que va quedando englobada en el mismo, a medida que se producen los sucesivos crecimientos de éste.⁶

- Nudo vivo. Es el producido por una rama viva.
- Nudo muerto. Es el producido por una rama muerta.
- Nudo interior o cubierto. Es el formado por una rama rota o cortada, que ha quedado en el interior del tronco, completamente cubierta por las nuevas capas de madera.

⁶ Para la profundización en ésta y otras anomalías, consultar la norma *UNE-EN 844-9:1997. Madera aserrada y madera en rollo. Terminología. Parte 9: Términos relativos a las singularidades de la madera aserrada.*

Los nudos pueden ser adherentes, que es aquel cuyos tejidos son solidarios con los de la madera que le rodea, lo que le confiere estabilidad absoluta después de elaborada la madera (nudo fijo, firme o vivo), o suelto o saltadizo, que es aquel cuyos tejidos no son solidarios con los de la madera que le rodea, debido a que la rama tiene más densidad de fibras que el tronco, por lo que al contraerse por desecado se contraerá más que la madera circundante, de ahí que presenten un anillo oscuro alrededor, formado por una sustancia de poca cohesión, que desaparece al secarse la madera, quedando suelto. Este tipo de nudo suelto presenta un grave problema en la estabilidad de los bienes culturales ya que, cuando saltan y se separan, suelen llevarse consigo capas de preparación pictórica y de protección. Un aviso de la presencia de este tipo de nudos, son las marcas circulares irregulares presentes sobre la película pictórica, acompañadas por unas pequeñas grietas y un desplazamiento hacia afuera de las capas existentes.

Otro tipo de nudo a tener en cuenta en restauración es el que exuda resina, hecho producido “por la acción de un calor excesivo, principalmente por un incendio.” (Vivancos, 2007, 153).

Excentricidad del corazón. La médula de la madera se desplaza sensiblemente del eje simétrico del tronco. Esto puede ser debido a vientos dominantes, proximidad de suelos rocosos, situación periférica del árbol en el bosque, etc.

Fibras entrelazadas. Se presentan entrecruzadas en la madera, quedando la superficie desgarrada. De difícil trabajo, se le llama madera repelosa.

Fibras reviradas. Las fibras no siguen el eje del árbol, sino que se distribuyen en forma de hélice. Puede deberse a un excesivo crecimiento de las fibras periféricas con respecto a las interiores o puede deberse a que el árbol se esté alimentando, al mismo tiempo, en suelo impermeable y en otro profundo y fértil. La corteza se rasga y sigue forma helicoidal.

Lupias. Es la excrecencia del tronco de forma globosa y superficie lisa, constituida por madera de fibras entrelazadas irregularmente.

Verrugas. Es una protuberancia leñosa, de origen diverso, producida en el tronco o ramas de los árboles, que da lugar a una alteración de la estructura leñosa, y por consiguiente, a madera de fibras entrelazadas alrededor de pequeños ejes de crecimiento.

Irregularidades en el ancho de los anillos. Puede deberse a heladas, falta de aire, de sol, etc.

Entrecorteza o entrecasco. Consiste en tener en el interior un trozo de corteza. Su más grave consecuencia es ser posible foco de posteriores infecciones, además de afectar a la resistencia de la madera.

Defectos del corazón. Suelen ser signo de vejez del árbol, a causa de la lignificación de la madera, especialmente del corazón, que se agrieta con el consiguiente perjuicio del duramen.

- Corazón partido o estrellado, y en pata de gallo. Presenta una o varias fendas radiales anchas que parten de la médula.
- Cuadratura o pata de gallina. Son fendas, especialmente en árboles viejos, que parten de los anillos cercanos a la médula hacia la periferia, quedando a distancias radiales de ésta. Presentan mal olor y son el inicio de la pudrición de la madera.

Entrealbura o doblealbura. Consiste en la lignificación de la albura por una fuerte variación climatológica, lo que le lleva a la muerte local de una zona y así convertirse en duramen. Esto generaría un salto en cuanto al proceso natural y ordenado de lignificación de la madera, quedando así una porción de albura incluida en el duramen. Una vez aserrado el árbol, la zona cambiará de color y comenzará a pudrirse, de ahí su gravedad, ya que puede llevar a la pudrición de toda la pieza.

Colaña o acebolladura. Madera poco apta para la realización de escuadrías, ya que presenta falta de adherencia entre los anillos en alguna zona del árbol, volviéndola muy poco resistente.

Alburosidad. Se trata de un exceso de albura, debido a una lignificación de la madera más lenta de lo normal. Se suele dar en árboles que crecen más de lo normal, situados en terrenos húmedos o pantanosos.

Bolsas de resina. Cavity alargada, en el interior de la madera, conteniendo resina que afecta a la resistencia de la misma.

Fendas. “Son grietas longitudinales producidas por desecación y heladas.

- Fendas de heladura. Hendiduras producidas por la acción del frío que se dirigen desde la periferia hacia el corazón del árbol y que van estrechándose a medida que profundizan.
- Fendas de desecación. Hendiduras longitudinales, que se presentan generalmente en las capas externas de la madera apeada, y que son debidas a la contracción producida por la desecación.
- Fendas de apeo. fenda longitudinal que arranca de la base del tronco, o de una rama, provocada por el desgarramiento de los elementos leñosos, en la caída.
- Corazón hueco de apeo. Es la oquedad que se forma en la parte central del tronco apeado, cuando al cortar el árbol queda unida al tacón una astilla de la parte central del leño.” (Capuz, 2005, 102-103).

Victoria Vivancos, desde su óptica como restauradora, nos ofrece una nueva definición del término, señalando que “Cuando la madera del soporte, debido a constantes movimientos originados por causas ambientales, pierde su elasticidad (...), se producen deformaciones plásticas irreversibles en su configuración estructural. Irremediablemente aparece un agotamiento prematuro y es entonces cuando se producen deformaciones y fisuras microscópicas que afectan básicamente a las membranas celulares, origen de posteriores grietas que se multiplicarán en número y tamaño y que si no se detienen originan fendas exteriores de considerable importancia. (...) Otra causa de alteración que origina la aparición de grietas es debido a una contracción de la fibra leñosa a lo largo de un campo interno de tensión, por pérdida de humedad acentuada y rápida, y habitualmente agravada por un sistema de refuerzo posterior demasiado rígido que no deja contraerse o expandirse a la madera con facilidad y que termina por resquebrajarse en un punto débil. Una vez que los bordes de una grieta se han separado, la madera tiene un mayor número de puntos de transpiración abiertos, pudiendo empezar a moverse de forma independiente, haciendo imposible su recuperación. A estas fendas las llamaríamos “contracciones transversales irreversibles”, que si no se las trata a su debido tiempo, irremediablemente terminarán por afectar a la pintura.” (Vivancos, 2007, 156-157).

4.2. Alteraciones de la madera

La madera, al ser un material orgánico, puede sufrir una serie de alteraciones vinculadas a su naturaleza, que influye en la degeneración de la misma a nivel estructural, y de forma indirecta favorece las alteraciones y pérdidas de las capas de preparación, pictórica y protección. Uno de los mayores riesgos que atenta contra su estabilidad y durabilidad es la humedad, pero existen otros muchos agentes que la degradan: la luz solar, el oxígeno del aire, el fuego, insectos, hongos, etc. Para su estudio usaremos como principales fuentes los manuales ya mencionados de Rafael Capuz Lladro y María Victoria Vivancos Ramón, mientras que para el apartado de los xilófagos, acudiremos a la obra de Giovanni Liotta (2000).

4.2.1. Causas bióticas

4.2.1.1. Organismos xilófagos vegetales.

- Bacterias. Son elementos de disgregación. Atacan la celulosa de la madera de forma enzimática, transformando la celulosa en clobiosa y después en hidrógeno, metano, anhídrido carbónico y ácidos grasos.
- Actinomicetes. Son organismos unicelulares filamentosos que destruyen la celulosa, se les considera intermedios entre las bacterias y los hongos.
- Hongos (mohos). Microorganismos vegetales de organización celular muy primitiva. Carece de raíz, tallo u hojas. No tiene clorofila, por ello vive como un

parásito. En su ciclo evolutivo, las esporas, que se hallan en el aire a la espera de condiciones favorables para su desarrollo, germinan y se originan hifas. Éstas son falsos tejidos fibrosos que cuando se unen varias, forman el micelio. ESPORA → HIFA → MICELIO → CUERPO DE FRUCTIFICACIÓN. Las hifas se introducen en la madera a través de los elementos leñosos, vasos y traqueidas, alimentándose de las sustancias de reserva o segregando enzimas que producen la descomposición de la pared celular, destruyendo así la madera. Pequeñas cantidades de oxígeno son suficientes para que el hongo fructifique, sino cesa toda actividad. La humedad óptima es del 40%, con un mínimo del 18 al 20% y un máximo de 175%. La temperatura ideal es de 20 a 30°C.

- Hongos de pudrición. Producen alteración del color y cambios en sus propiedades físicas y químicas, provocando graves alteraciones en la estructura de la madera, llegando incluso a descomponerla. La pudrición es un proceso biológico durante el cual las paredes de las células de la madera son destruidas por la acción enzimática de los hongos de pudrición.



Figura 4.1. Madera atacada por hongos de pudrición, con el característico cuarteado resultante.

- Pudrición blanca. Se caracteriza porque los hongos destruyen más lignina que celulosa, dejando como residuo un complejo de celulosa, de color blanquecino en forma de alveolos o vetas blancas, que se disgrega entre los dedos. Cuando se hace visible, la madera ha perdido del 10 al 20% de su peso y del 90 al 95% de su capacidad mecánica.
- Pudrición parda. Los hongos concentran su ataque en la celulosa, dejando un residuo carbonoso formado por lignina. De color marrón oscuro, tiende a agrietarse perpendicular y transversal a la dirección de las fibras, formando paralelepípedos. Cuando se hace visible, la madera ha perdido del 10 al 20% de su peso y del 80 al 95% de su capacidad mecánica. Puede ser pudrición parda seca, cuando los hongos son los que transportan el agua, y pudrición parda húmeda, cuando la madera presenta cierto grado de humedad (40-50%).

- Pudrición blanda. Aparece en maderas puestas en contacto con el suelo. Los hongos atacan la celulosa de la pared secundaria de la célula, dando a la madera, cuando la humedad es elevada, una consistencia blanda.
- Hongos cromógenos. Se alimentan del contenido celular, no afectando casi nada a la estructura leñosa, producen un cambio de coloración de la madera, sin repercutir en la resistencia, ni a las propiedades físico-mecánicas.
- Madera azul. Es una coloración gris-azulada de la albura de las coníferas, que se manifiesta en la sección transversal de la madera, en forma de manchas oscuras, que sigue la dirección radial y que en ocasiones se extiende a toda la albura. No provoca daños en su peso, resistencia o elasticidad, sino que resta belleza a la madera.
 - Pudrición verde. Se da especialmente en las frondosas y ataca a la madera que después de cortadas han sido abandonadas durante mucho tiempo en el bosque.
 - Corazón rojo del haya. Coloración rojiza de esta especie, se caracteriza porque la zona coloreada no sigue los anillos anuales. Esto le da olor rancio y mayor peso específico.
 - Madera pasma del haya. Pasmado de la madera del haya que la lleva a adquirir una coloración blanco-azulada.

4.2.1.2. Organismos xilófagos del reino animal.

- Insectos xilófagos (madera picada). Es la madera que presenta agujeros o galerías producidas por insectos. Aceptan temperaturas de hasta 45 °C, mueren de 50 a 55 °C (no pueden regular su temperatura), toman el oxígeno del aire, aceptan maderas secas y húmedas y su alimento es la madera, especialmente la celulosa que la transforman en azúcares nutritivos por la acción de bacterias que vegetan en el aparato digestivo o en glándulas salivares. Los insectos de ciclo larvario siguen el siguiente orden en su desarrollo: HUEVO → LARVA → PUPA → IMAGO. El estado de huevo, pupa e imago es de duración corta, pero el estado larvario es más largo y el más destructivo. Los insectos sociales, como las termitas o las hormigas blancas, se estructuran en cuatro castas bien diferenciadas: obreras, soldados, reproductora o ninfas (que pueden evolucionar a cualquiera de las otras tres).

○ Coleópteros.

- Bostríquidos. De 3 a 6 mm. de longitud, tiene poca importancia para la madera, los daños sólo los provoca el insecto adulto, con galerías entre 6 y 12 mm. de diámetro, sólo ataca al castaño, al chopo y a la albura del roble.
- Himenópteros (Siricidos). Avispas. Con un ciclo biológico de tres años o más, generan galerías llenas de serrín con excrementos y longitudinales de 20 cm. Prefieren las maderas resinosas, con cierto contenido en humedad.
- Anóbidos. *Anobium Punctatum* (carcoma común), de 3 a 5 mm. de longitud, se alimenta indistintamente de frondosas y coníferas, el orificio resultado de su ataque es de forma circular, entre 1 y 3 mm. de diámetro, y el serrín que producen es granular. Otra variedad es el conocido como Reloj de la Muerte, de 6 a 9 mm. de longitud, ataca maderas viejas.





Figura 4.2 y 4.3. Anobium Punctatum o carcoma común. Tamaño y aspecto de sus galerías y daño de la madera (resulta interesante la presencia de uno de estos insectos dentro de la galería señalada).

- Cerambícidos. Hylotrupes Bajulus (carcoma gigante), de 10 a 20 mm. de longitud, se alimenta fundamentalmente de coníferas, el orificio resultado de su ataque es de forma elíptica, entre 3 y 9 mm. de diámetro, y el serrín que producen es similar a cubos compactados. Produce el ataque más grave después de las termitas.





Figura 4.4 y 4.5. Hylotrupes Bajulus o carcoma gigante. Tamaño y aspecto de sus galerías y daño de la madera.

- Isópteros (Termes, termitas u hormigas blancas). Existen más de 2000 especies, de éstas sólo ocasionan daños a la madera 150, en España sólo se dan 2, una especie subterránea que vive en la península y Baleares, y otra de madera seca que vive en Canarias.





Figura 4.6 y 4.7. Isóptero o termita (en este caso, obrera). Tamaño y aspecto de sus galerías y daño de la madera.

Reticulitermes Lucifugus (termita subterránea), vive en grandes colonias en el suelo fuera de los edificios atacados, pero, aunque su nido principal esté fuera de la madera, crea nidos secundarios y galerías hasta alcanzar las maderas, las cuales, a su vez, permiten conservar un alto contenido de humedad y no dejan pasar la luz. Se alimenta indistintamente de frondosas y coníferas, forman galerías paralelas de fibras gruesas, y el serrín que producen tiene el aspecto de pequeñas semillas. La temperatura óptima está alrededor de los 28-30 °C y la humedad relativa del aire del 95 al 100%. Las termitas de madera seca (*Cryptotermes Brevis Walker*) se dan únicamente en las Islas Canarias, pueden destruir toda una estructura sin que se note desde el exterior, dejando una fina capa de 1 a 2 mm. de espesor en la superficie y taponan los orificios de las entradas. Prefieren zonas blandas y húmedas.

- Escolítidos y Plastipódidos. Carcoma negra o Escarabajo de la Ambrosía. No son auténticos insectos xilófagos, sino que se cobijan en la madera de pino para poner los huevos. Se alimentan de los hongos de ambrosía, tienen 3'5 mm. de longitud.
- Curculiónidos. Vulgarmente conocidos como gorgojos, de 3 a 5 mm. de longitud, afectan a la madera si previamente está atacada por hongos, con galerías entre 1 a 1'5 mm. de diámetro.

- Lícidos. *Lictus Brunneus* (polilla de la madera), de 2 a 7 mm. de longitud, se alimenta fundamentalmente de coníferas y algunos tipos de frondosas, el orificio resultado de su ataque es de forma circular, entre 1 y 1'5 mm. de diámetro, y el serrín que producen es muy fino, como polvo.
- Lepidópteros (Cóssidos). Galerías de sección oval de 15 mm. de diámetro mayor y 1 m. de profundidad en la dirección de las fibras y sin serrín. Con un ciclo de 3 años, ataca a las maderas frondosas.

Una vez conocemos los insectos más perjudiciales para las obras realizadas en madera, la pregunta sería ¿Qué tipo de insecto abunda en cada región? Sabemos que en la cornisa cantábrica abunda el *Lictus*, en el resto del territorio peninsular encontramos obras infestadas de *Hylotrupes*, el *Anobium* es común a toda la Península Ibérica y las regiones insulares, pero en los artesonados, por su carácter inmóvil, es más que probable la abundancia de colonias de termitas. En cualquier caso, en las Islas Canarias, debido a su clima benigno y de temperatura estable, e índices idóneos de humedad, encontramos prácticamente todo tipo de insectos xilófagos, por lo que la situación del archipiélago es más alarmante.

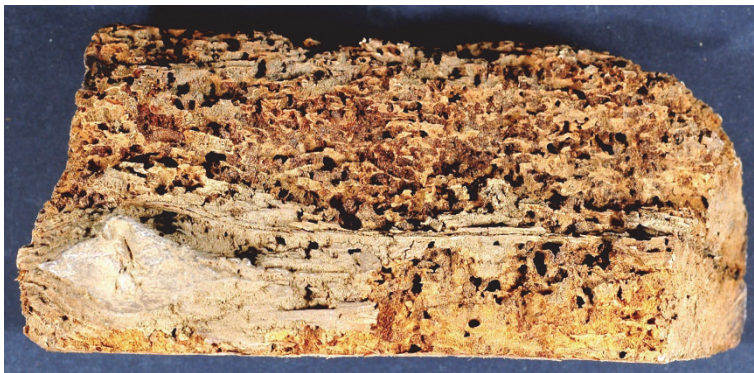


Figura 4.8. Madera fuertemente atacada por insectos xilófagos con restos de depósitos de excrementos.

- Organismos marinos. Atacan a todo tipo de madera en contacto con el agua salada.
 - o Crustáceos. Producen un ataque superficial, aunque es de tipo masivo, de ahí su gravedad. Llamados Pulgas de mar y Bichos de bolita, tienen una longitud de 3 a 5 mm. y son de color amarillento. Hacen galerías de 2 mm. de diámetro.
 - o Moluscos. Los teredos son los más importantes, atacando las construcciones navales, destruyendo diques, empalizadas y embarcaciones.

Necesitan del agua salada y temperaturas entre 0 y 30 °C. Tienen forma de gusano de unos 25 cm. de longitud, pudiendo llegar a los 2m. y de 5 a 10 mm. de grosor. Los foladidos tienen forma bivalva y generan orificios de 0'5 a 1 mm. de diámetro.

- Aves. El excremento corrosivo de las aves, al destruir las posibles capas añadidas al pintar, dejan la madera a la vista para ser atacada.
- Mamíferos. Existen ciertos roedores que atacan la corteza de los árboles, lo que favorece el desarrollo de pudriciones y el ser humano que, con sus incendios forestales provocados, talas incontroladas y el papel malgastado, está acabando con las reservas de bosques del planeta.

4.2.2. Causas abióticas

4.2.2.1. Fuego.

Para que se inicie, se requiere la concurrencia de tres elementos: combustible (en este caso, la madera), una fuente calorífica (ésta es múltiple) y oxígeno. La celulosa al arder se combina con el oxígeno del aire, dejando un residuo ceniciento, procedente de la lignina. Si el oxígeno es suficiente y con buena temperatura arde totalmente. Si éste es insuficiente, la combustión es incompleta y la celulosa se deshidrata. La madera tiene una mala reacción al fuego, es decir, es combustible; sin embargo, tiene una buena resistencia, que es el tiempo durante el cual mantiene la estabilidad mecánica (0,7 mm/minuto). La resistencia de la madera al fuego se debe a la humedad que posea, la carbonización de las capas exteriores y la mala conductividad térmica

4.2.2.2. Intemperie.

Son las variaciones de humedad, que producen cambios volumétricos en la madera, lo que favorece su destrucción. Las células envejecen, pierden su flexibilidad y se deterioran. Es llamativo que las maderas sumergidas en agua dulce se conserven bien.

- El sol y la lluvia. Actúan sobre la superficie de la madera.
- Los rayos ultravioleta. Degradan la celulosa, lo que produce pérdida de sustancias en la pared media de las células y formación de canales, microfisuras sobre las paredes de las fibras o las traqueidas, y la formación de cavidades junto a los radios medulares. La descomposición llega a 0,05-0,5 mm. de profundidad. Primero se amarillea y, luego, pasa a gris.

- Los rayos infrarrojos. Producen un incremento de la temperatura en la superficie de la madera, lo cual influye en su contenido de humedad y, en consecuencia, en la aparición de fendas y subida de resinas.

4.2.2.3. Agentes químicos.

Los ácidos y las bases pueden producir un ataque en las maderas hidrolizando la celulosa o disolviendo la lignina. Al tener en cuenta las alteraciones, aunque leves, de la madera por la presencia de ácidos fuertes, lejías alcalinas, detergentes, cal apagada en estado fresco, hormigón fresco y algunos tintes, la madera sufre simples alteraciones de color en contacto el hierro y el acero, cuando las condiciones de humedad son elevadas.

4.2.2.4. Agentes mecánicos.

Los daños están relacionados con la dureza de la madera y el uso que se haga de la misma.

4.3. Causas de deterioro de la madera

Una vez descritas las alteraciones propias de la madera (el soporte), pasamos a analizar las causas que generan las principales y más dañinas transformaciones de la pintura sobre ésta. Hasta ahora habíamos señalado los causantes de los daños en el soporte, ahora analizaremos los daños que se producen en las diferentes capas (preparación, pictórica y protección). Para el estudio de dichas alteraciones, tomaremos como punto de partida el libro de María Victoria Vivancos Ramón, *La conservación y restauración de pintura de caballete*. Pintura sobre tabla (2007).

4.3.1. Suciedad ambiental

Puede tener diferentes causas, como por ejemplo, partículas o sedimentos de suciedad que se depositan en la superficie de un cuadro, restos de restauraciones anteriores y de actividades biológicas, etc. El polvo viene provocado por la industria, el tráfico, las plantas,..., y atendiendo a su composición y/u origen, puede clasificarse en

- Fino: polvo en suspensión, originado por la tierra o partículas calcáreas,
- Grasiento: procede de chimeneas, lámparas, velas, nicotina y del tráfico.

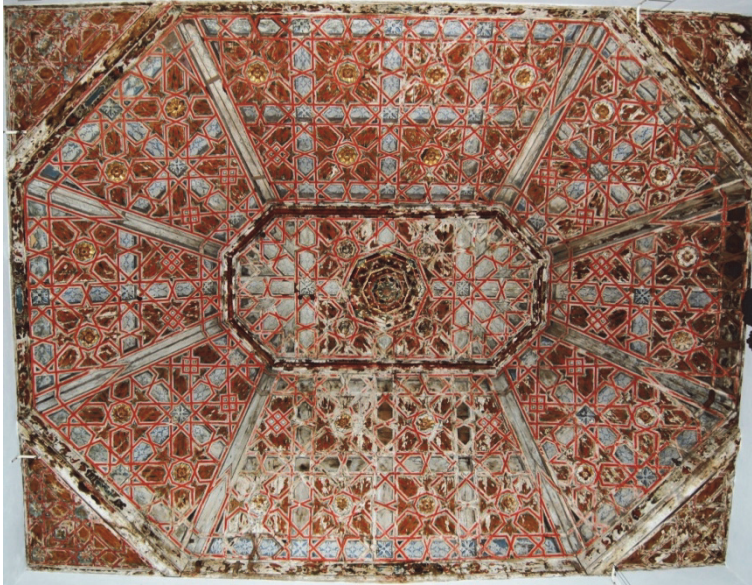


Figura 4.9. Techumbre de la Capilla de San Juan Evangelista en la Iglesia de Nuestra Señora de la Concepción, La Laguna (Tenerife, Islas Canarias). 1621-1624 aprox. Obsérvese la gran cantidad de suciedad depositada que impide una correcta lectura de la policromía, además de los faltantes de lacería en los cuadrantes y los surcos dejados en la superficie por las filtraciones de agua de lluvia.

Todo esto supone cambios en la apreciación del color por parte del espectador y la aparición de hongos que se nutren de esta suciedad. Además, estas partículas, conocidas como aerosoles, que se desplazan gracias al viento y la humedad, y pueden alterar los componentes ácidos y alcalinos de la pintura.

Los aerosoles más pequeños, en unión con un porcentaje de humedad alto, se fijan a la pintura, resultando muy difíciles de eliminar, especialmente en aquellos casos en los que la pintura y el barniz no han secado del todo.

Debemos tener en cuenta antiguas restauraciones, habiendo quedado restos de algodón, aglutinantes, colas, huellas dactilares y manchas blanquecinas, o productos de la descomposición de la capa pictórica.

También el moho mancha la superficie pictórica, igual que los excrementos de mosca que, debido a sus componentes, presentan una fuerte adherencia y un alto poder corrosivo, haciéndose muy complicada su eliminación.

Por último, es necesario tener en cuenta la presencia de cera en obras provenientes de iglesias y lugares de culto, siendo una sustancia de complicada eliminación.

4.3.2. Incendio o calor intenso.

De gravedad extrema, altera tanto la estructura de la madera, como de la capa pictórica. Debido a este calor, las moléculas de los compuestos que conforman la capa pictórica se mueven muy rápidamente, cambiando el estado de la misma (se pueden fundir y carbonizar, o pasar a estado gaseoso, como es el caso de aglutinantes y disolventes), siendo su regeneración casi imposible.

Las alteraciones producidas por este cambio brusco de temperatura deben ser analizadas detalladamente, porque pueden darse casos como una oxidación de la linolina del barniz (amarilleamiento), que puede tener aspecto de carbonizado y realmente lo único que se ha alterado es la capa protectora.

Los focos de calor son diversos: incendios, radiadores, focos de luz, exposición prolongada al sol, tratamientos con luz infrarroja, etc.

Las características inherentes a la técnica pictórica harán que cada una de éstas modifique su estructura y aspecto a una temperatura determinada. En el caso de la pintura al óleo comienza a sufrir graves alteraciones cuando alcanza los 80 °C, mientras que la pintura al temple se degenera a una temperatura inferior. El proceso de destrucción de la capa pictórica comienza con la aparición de pústulas, ampollas (de diferentes diámetros y características) y la ruptura de éstas, cráteres; se vuelve amarillenta, de aspecto acharolado, impidiendo una lectura correcta de la obra; posteriormente se convertirá en una dura capa de hollín y, si no se detiene a tiempo la fuente de calor, acabará pulverizándose junto con el soporte.

Son numerosos los factores que pueden condicionar esta alteración y son la temperatura, la fuente de calor y su radio de acción sobre la obra, el tiempo de exposición, el tiempo de secado y antigüedad de la pieza, dureza y grosor de la capa pictórica, grosor de los estratos que conforman la obra, calidad de los productos o la presencia de barniz. Como ejemplo práctico, podemos citar el caso del aceite de linaza (del cual también tendríamos que analizar su proceso de fabricación), que sometido a altas temperaturas provoca la aceleración de la oxidación de los triglicéridos propios de éste (oscurecimiento) y al mismo tiempo una decoloración de las veladuras.



Figura 4.10. Incendio de la Iglesia de Nuestra Señora de la Concepción en Los Realejos (Tenerife). Año 1978 (fotog. Isidro Felipe Acosta)

También son importantes las alteraciones que se producen en los pigmentos, los cuales responderán de forma diferente dependiendo de la resistencia que presente cada uno. Un pigmento mineral, como puede ser el resinato de cobre, oscurecerá antes llegando a transformarse en un caso extremo en óxido de cobre negro. Por su parte, las lacas pueden llegar a carbonizarse por su alto contenido en aglutinante (superior al de los pigmentos).

Por último, cabe reseñar el hecho de que las ampollas y deformaciones serán más evidentes en el caso de que se dé la presencia de estopa en la obra (capa intermedia entre la madera y la capa de preparación).

4.3.3. Humedad

Favorece el crecimiento de hongos, dañan la madera a nivel estructural, incrementan la aparición de insectos, etc. La importancia de la humedad relativa y de un correcto cuidado y trastejado de la sobrecubierta, para un mantenimiento de la misma en unos límites aceptables, es crucial. Aun así, estos parámetros en los que se mueve la humedad en ese espacio interior entre el artesonado y el tejado, son ideales para la proliferación de los seres vivos que hemos venido detallando.

4.3.4. Filtraciones



Figura 4.11. Daños producidos por las filtraciones del agua de lluvia y aparición de manchas de humedad. Techumbre del coro de la Iglesia de la Orden Tercera de San Francisco de Asís, Santa Cruz de Tenerife (Islas Canarias). Juan Hernández Delgado (1760 aprox.).

Debido a problemas estructurales en la sobrecubierta, pueden aparecer filtraciones de agua que resultan tremendamente dañinas para los artesonados y el resto de bienes patrimoniales del edificio. A su paso por el artesonado, arrastra suciedad y polvo que se depositará en las orillas del trayecto que trace, generando los clásicos surcos, apreciables a simple vista. A su vez, lavan la madera, eliminando las diferentes capas existentes, como la pictórica por la presencia de pigmentos débiles o delicados, como pueden ser determinados verdes o amarillos, normalmente los más perjudicados en estos casos, o de colorantes como la Laca Roja o la Sangre de Drago, producidos y muy utilizados en las islas. También desaparece la capa de preparación por el carácter hidrosoluble de su carga (carbonato cálcico o sulfato cálcico) y del aglutinante (normalmente de tipo proteico, como por ejemplo, algún tipo de cola animal).

4.3.5. Malas intervenciones

No es la pretensión de este libro enjuiciar el trabajo de otros restauradores, ya que a lo largo de la historia, no se ha contado siempre con los mismo criterios, e incluso hoy en día, la Teoría de la Restauración sigue siendo motivo de estudio⁷.



Figura 4.12. Artesonado de la nave principal de la Iglesia de San Francisco, Puerto de la Cruz (Tenerife, Islas Canarias) después de su restauración. En el transcurso de la misma fue eliminado el durmiente policromado o solera, fechado en torno a los inicios del siglo XVIII.

Sólo mencionaremos aquellas intervenciones llevadas a cabo por personal no cualificado (aquellos que no son restauradores) o por arquitectos sin formación en el campo de la restauración arquitectónica o con nula sensibilidad artística, generando resultados nefastos, con la consecuente modificación o pérdida parcial o total del artesonado.

⁷ En este sentido, merece la pena la mención y lectura de los siguientes manuales: BRANDI, Cesare. *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza Forma, 2007; MUÑOZ VIÑAS, Salvador. *Teoría contemporánea de la Restauración*. Madrid: Síntesis, 2003.

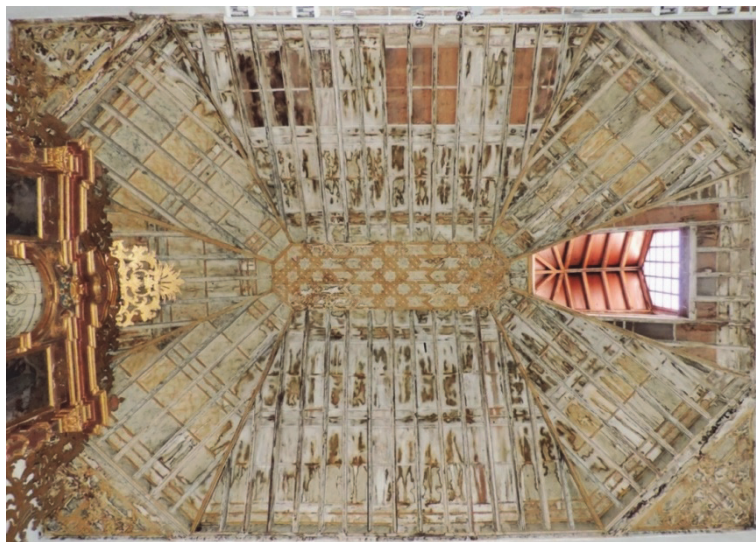


Figura 4.13. Techumbre de la Capilla del Señor de las Tribulaciones de la Iglesia de San Francisco, Santa Cruz de Tenerife (Islas Canarias). Bartolomé Álvarez (1775 aprox.). Además de la consabida pérdida de policromía y manchas generalizadas de humedad, presenta una intervención realizada en el siglo XX que supuso la eliminación de gran parte del lado menor que comunica con la nave de la iglesia, para la apertura de una entrada de luz.

4.3.6. Animales

Cuando las condiciones de la sobrecubierta no son las adecuadas, es posible que encontremos la presencia de diversos animales que hacen del espacio existente entre ésta y la cubierta, su hogar. Los más frecuentes son colmenas de abejas, palomas y ratas.

Las abejas eligen este espacio por las condiciones ideales de temperatura y humedad relativa. Al no contar con ningún tipo de control y por su inaccesibilidad, la colmena puede alcanzar grandes dimensiones, suponiendo un peligro para las personas por sus picaduras y para el artesonado por su peso, especialmente si la madera se encuentra débil o en mal estado. Uno de los indicios de su presencia son el zumbido del enjambre o la caída en el interior del edificio de abejas muertas.

Las palomas forman nidos y ponen huevos en el hueco que generan las dos estructuras de la techumbre, por lo que incrementan la suciedad, el peso y, especialmente dañinos son sus excrementos por su extrema acidez, que degradan cualquier material sobre el que caiga. Se delatan por la presencia de excrementos en el interior del edificio y por la caída de plumas.

Las ratas que abundan en estas estructuras, favorecen la aparición de suciedad asociada a las madrigueras que construyen. Pueden roer la madera, provocar

daños estructurales y generar suciedad con sus excrementos, muy dañinos para los bienes patrimoniales. Su presencia pasa desapercibida con respecto a los animales anteriores, salvo por el ruido que hacen al correr sobre la madera y la presencia ocasional de excremento.

4.4. Criterios y ergonomía en la intervención

La cuestión obligada que marcará la intervención es, ¿es factible el desmontaje del artesanado para su restauración? La presencia de complicados sistemas de anclajes, tanto a los muros como a la cubierta superior, hace pensar que el desmantelamiento y traslado de las piezas del artesanado es únicamente factible cuando el mismo corre el riesgo de derrumbarse, suponiendo un peligro para sí mismo y para la comunidad, y siempre y cuando su consolidación no pueda desarrollarse “in situ”, haciéndose necesario el trabajo en el taller. Aún así, no olvidemos que tan importante es la restauración del artesanado como las partes del sistema de anclaje que, por la exposición a las alteraciones antes mencionadas, sufra un deterioro tan grande que no puedan desempeñar la función para las que fueron diseñadas.

Para poder decidir si desmontamos o no la obra en base a su situación estructural, necesitamos de la opinión de un experto, ya sea de un arquitecto técnico o de un ingeniero técnico, que nos ayude y oriente en la revisión del anclaje al muro, su relación con la cubierta, el estado del entramado y su solidez, la restitución de las posibles partes faltantes (lo cual hace necesaria también la presencia de un carpintero), el tratamiento de aquellas zonas estropeadas y la consolidación general de la estructura. Es básica la premisa de que no es posible la intervención de la obra en su vertiente ornamental, si antes no hemos “satisfecho” sus necesidades a nivel estructural.

A su vez, la consolidación de los sistemas de anclaje y el entramado interno situado entre el artesanado y la cubierta, requiere de pruebas de resistencia para valorar la posibilidad de si el artesanado no está preparado para soportar el peso de los operarios, estos deberían trabajar desde el interior de la estructura. Si el resultado de dichas pruebas fuera la insuficiente resistencia del artesanado a un peso extra, se haría necesario el apuntalamiento complementario de la estructura para así poder permitir un correcto trabajo de consolidación de la misma. En cualquier caso, este procedimiento debe estar justificado; la altura y lo arriesgado del proceso de apuntalamiento lo hace lícito en casos excepcionales.

Evidentemente, aquellos elementos que actúen en el aguante y transmisión de las cargas, no podrán ser desmontados, so pena de poner en peligro la estabilidad del artesanado y, por ende, del edificio.

Tan importante como la restauración del artesanado y la revisión y consolidación de los sistemas de anclaje, sería la intervención en la cubierta, ya trabajada en un capítulo anterior.

Una vez tomada la decisión de si es necesario o no, el desmonte del artesonado y, desarrollado el trabajo de registrar fotográficamente el conjunto (posteriormente podremos efectuar fotografías de detalle) y realizada la toma de muestras de madera y color, se abren dos tipos de intervención. Estas serían:

- Trabajo "in situ": cuando el desmontado de las piezas no es necesario, sí que lo es el alquiler de un andamio para poder desarrollar el trabajo en altura. Se procede a realizar la desinsectación mediante la inyección del producto a través de aquellos agujeros en la madera dejados por los insectos al realizar galerías, pudiendo también aprovechar aquellas zonas en las que no queden restos de pintura para aplicarlo a brocha. En el caso de los artesonados, podría probarse la desinsectación a través de la aplicación de espuma: se trata de una técnica bastante reciente, que sustituye la aplicación de líquidos y que resulta óptimo para zonas de difícil acceso, aunque en la actualidad sólo se ha probado con la trasera de retablos, lo que abre una vía para la investigación de este método y su efectividad en techumbres. Se compone de un principio activo y agua, a los que se le añade un espumante que actúa como tensoactivo. Esta mezcla es bombeada a través de un generador de espuma con la ayuda de un compresor. La consistencia adecuada de dicha espuma sería similar a la de la espuma de afeitar, expandiéndose a los lados con facilidad y sin perder por ello efectividad. Su aplicación podría realizarse a través de algún hueco presente en la madera o, en su defecto, desde el exterior.

Existen otros métodos susceptibles de ser utilizados como pueden ser las feromonas, repelentes y/u hormonas (Tratamientos Biotécnicos). Este tratamiento resulta muy interesante, ya que actúa en las termitas, el insecto que más daños ocasiona en alfarpes y artesonados. Recordemos que este tratamiento, transmitido por las obreras mediante la trofalaxia, inhibe el crecimiento del insecto, impidiendo que la termita pueda construir su carcasa, muriendo. Existen en el mercado varios productos con nombres como sulfuramida, hexaflumuron y diflubenzurón (este también funciona con los coleópteros). La aplicación de la resina para la consolidación de la obra se realizará con jeringuilla en su totalidad y brocha en zonas puntuales con la madera vista. La aplicación desde el interior se descarta por lo arriesgado de su ejecución. A continuación, se procederá a la consolidación puntual de aquellas zonas donde la pintura presente algún tipo de alteración que ponga en peligro su adecuada fijación al soporte y al tratamiento de las ampollas, producto de un calor intenso, y que son susceptibles de romperse, lo cual sería insalvable al encontrarnos trabajando a la inversa. Si la limpieza debe efectuarse bien protegido, en este caso con más razón, ya que en zonas como el almizate la intervención se realiza en vertical y es posible que el disolvente gotee o se deslice por el hisopo, entrando en contacto con la piel del restaurador. El estucado y la reintegración pictórica seguirán la pauta establecida para las obras sobre lienzo y madera. A la hora de aplicar el barniz, por comodidad y para mejorar su efectividad, se hace por aspersion, de forma perpendicular y repartiéndolo de forma homogénea.

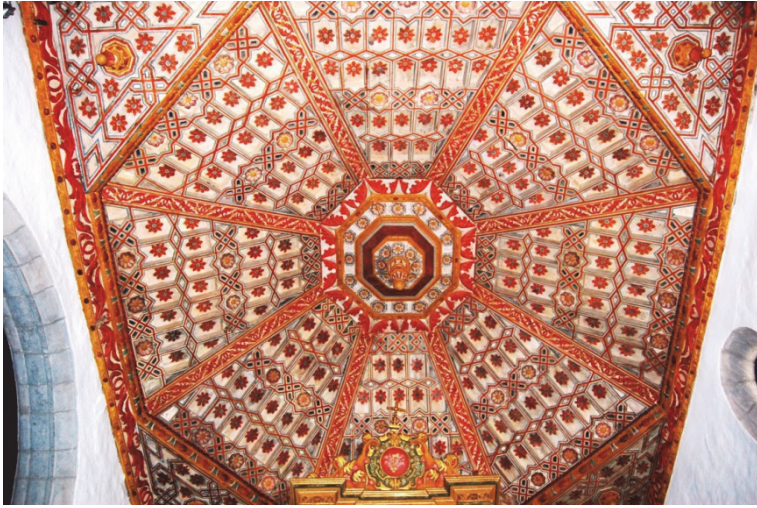


Figura 4.14. Techumbre de la Capilla de la Virgen del Carmen en la Iglesia de Nuestra Señora de la Encarnación, La Victoria (Tenerife, Islas Canarias). Carpintería entre 1702 y 1714, y policromía de 1730. Este bien patrimonial, junto con el retablo, fueron restaurados “in situ”.

- Desmontaje y trabajo en el taller⁸: el traslado de las piezas al taller o lugar acondicionado para su trabajo debe realizarse siguiendo unas normas de seguridad básicas: embalaje, protección, transporte, etc. La desinsectación puede realizarse por la inyección del producto, mediante brocha aplicada por el reverso y en aquellas zonas en las que no queden restos de policromía, con los tratamientos biotécnicos anteriormente explicados y, pese al elevado coste que supondría, en el caso de tratarse de una obra de dimensiones no muy grandes, podría utilizarse un tratamiento físico como es el efectuado con gases nobles, permitiendo, de este modo, llevar la anoxia para la eliminación del insecto a aquellos lugares donde no ha llegado el veneno. La resina para la consolidación se aplicará tanto a brocha, como a jeringuilla para asegurar una correcta penetración. A diferencia del trabajo “in situ”, el trabajo en el taller permite el tratamiento de algunas alteraciones de la madera que necesitan de un soporte rígido sobre el que trabajar y la manipulación idónea del anverso y reverso, como pueden ser la eliminación de nudos o de clavos. Posteriormente, se consolidarán aquellas zonas de la capa pictórica que corran el riesgo de desprenderse y esto incluye las ampollas, aunque al trabajar sobre la obra, no de forma vertical como en el apartado anterior, su recuperación será más fácil.

⁸ Como fuentes documentales y visuales para el desmontaje y montaje de cubiertas, podemos tomar como referente aquellos museos que cuenten en su colección con la presencia de algún tipo de cubierta mudéjar. De los últimos casos de una techumbre destinada a un espacio museable, destaca en el año 2013, un alfarje del 1400 aprox., que fue donado al Museo del Prado por parte de la familia Várez Fisa, ejecutado por un taller leonés, destinado en un principio para el sotocoro de la iglesia de Santa Martina de Valencia de Don Juan (León). Para más información: SILVA MAROTO, Pilar. *Donación Várez Fisa*. Madrid: Museo del Prado, 2013, pp. 20-23.

Aunque, en cualquier caso, la protección a la hora de limpiar es fundamental, a pesar de que por la posición adoptada no corremos el riesgo de un posible contacto con los disolventes utilizados o la probabilidad de dicho contacto es menos probable. Al igual que en el caso anterior, el estucado y la reintegración pictórica no varían, al igual que tampoco cambia la aplicación de la última capa de barniz, la cual, por comodidad, podría efectuarse a brocha (siempre teniendo en cuenta el tipo de pigmento con el que se ha reintegrado). Las piezas desmontadas, tras finalizar la intervención, deben ser montadas en su lugar de origen siguiendo el tipo de ensamble original, siempre y cuando este no dañe y/o desvirtúe la intervención realizada; en caso contrario, se estudiará un tipo de ensamblaje más efectivo.⁹

En ambas posibilidades, la realización del informe de la obra supone la culminación del trabajo, donde se detallará la restauración efectuada, los análisis realizados, una contextualización histórico-artística y una lectura iconográfica del conjunto y detalles, una vez la obra restaurada permita una lectura clara y continua.

⁹ La profesora Ana María Calvo Manuel documentó y publicó el caso de una cubierta que, cuando fue intervenida, resultó que parte de las maderas de la cubierta habían sido reutilizadas a partir un retablo gótico preexistente. Este caso en particular, además de poner de relevancia las sorpresas que puede ofrecer una cubierta, plantea una metodología en cuanto a la conservación y restauración de este tipo de bienes, ya sea carpintería de armar o retablística (en la cual está muy presente el ensamblaje o montaje de piezas). CALVO MANUEL, Ana María. *La restauración de pintura sobre tabla: su aplicación a tres retablos góticos levantinos (Cinctorres-Castellón)*. Castelló: Servei de Publicacions, Diputació de Castelló, 1995.

Capítulo 5

Tratamiento de la cubierta de la techumbre

Para llevar a cabo la restauración de la estructura en la que se ancla el artesanado, además de los muros, necesitamos conocer su desarrollo interno, por lo que debemos contar con la ayuda de un ingeniero técnico. Primero hay que atender a las lesiones producidas en la estructura de la cubierta, que pueden ser debidas al cedimiento de los elementos sustentantes que produce a corto o medio plazo la aparición de humedades y/o al mal funcionamiento del sistema de cubrición, que dificulta la adecuada ventilación de los elementos de madera, apareciendo humedades, o producir una inadecuada impermeabilización. La falta de estanqueidad es muy perjudicial, tanto para el propio elemento de cubrición como para la estructura que lo sustenta. Este mal funcionamiento está relacionado, generalmente, con la antigüedad del edificio.

Entre las patologías posibles destacamos el cedimiento de los elementos sustentantes, que puede ser producido por diferentes motivos: asentamientos de los muros de apoyo, movimientos de la estructura por alabeos de la madera o disminución de la resistencia de las piezas por pudrición, por ataques (carcoma o termita) o por el fuego. En primer lugar, es conveniente descubrir un porcentaje suficiente de la estructura para verificar su disposición constructiva, comprobar su estado de conservación y escuadrías para el cálculo, en caso de sustituir el elemento de cubrición por una solución más pesada. Cuando haya que hacerse una sustitución de algún elemento, puede hacerse de manera aserrada o de manera laminada. Ésta última es más cara, pero tiene la ventaja de que no se producirán hinchamientos al entrar en contacto con una humedad ambiental elevada. La sustitución se puede realizar con perfiles metálicos, al igual que los refuerzos se realizan generalmente mediante perfiles en “L”, en “U” o palastros fijados a la estructura mediante pernos.

Otra solución, también empleada en vigas, es el sistema Beta, pero tiene el inconveniente de su encarecimiento, por lo que se suele utilizar únicamente en obras de restauración en las que interesa mantener las piezas. Este sistema

consiste en realizar una prótesis en la parte de la pieza que se ha deteriorado a base de resinas y para ello, en primer lugar, se sierra la parte afectada y a continuación se realizan los taladros de alojamiento. Seguidamente se monta el encofrado y se introducen los redondos de refuerzo de fibra de vidrio. Por último, se vierte la resina en la zona a regenerar y en las perforaciones, siendo importante que no queden bolsas de aire para una buena transmisión de los esfuerzos. En caso de que las piezas estén demasiado deterioradas habrá que adoptar otro tipo de solución, pudiendo realizar un zuncho de hormigón por el mal estado del estribo, de este modo se intenta asegurar la correcta transmisión de esfuerzos de los pares al muro.

En cuanto a la cubrición, es aconsejable sopesar si una solución de reparación tiene sentido, ya que resulta mucho más costoso si tenemos que dar respuesta, con la rehabilitación del edificio, a las exigencias actuales en cuanto a aislamiento térmico y acústico. Las soluciones de sustitución son muy variadas: la más simple es la sustitución de las tablas de ripia en mal estado por otras nuevas. Una vez realizado el entablado, se coloca una lámina fibroasfáltica para recibir la teja. Antes de realizar la sustitución se revisan las tejas para conservar las que estén en buen estado y utilizarlas como cobija para mantener la uniformidad de color. La canal va recibida con mortero de cemento y la cobija simplemente apoyada, pero es una buena práctica tomar con mortero una de cada cinco cobijas. También podemos optar por esta solución en cubiertas de pizarra, utilizando otro formato de lámina fibroasfáltica e interponiendo un enrastrelado entre ésta y la pizarra. El panel tipo sándwich es el soporte más utilizado por sus ventajas como elemento aislante e impermeabilizante, permitiendo una rápida ejecución porque es muy ligero. Está formado por un tablero aglomerado hidrófugo en la cara exterior, un núcleo de poliestireno extruido y un tablero con diferentes acabados en la cara interior. El tablero interior puede ser simplemente un aglomerado, un contrachapado, un friso de madera o un tablero de yeso laminado. Otra solución sería utilizar una placa de fibrocemento y un aislante moldeado por una de sus caras y liso por la otra. Se procedería al solapamiento entre las placas y, a su vez, a la fijación de éstas al ala de la correa metálica (Boubeta, 2008).

Son numerosos los trabajos que plantean formas diversas de restauración de estructuras de madera, atendiendo a las causas de sus patologías. Entre todos ellos, destacamos el que recoge las ponencias presentadas en el Seminario *La conservación de la madera en los edificios antiguos*, ofertado por la Universidad Politécnica de Valencia (Palaia, 1998); el manual publicado por el AITIM sobre la intervención en madera (AA.VV. 2002); o el Seminario coordinado por Liliana Palaia *Puesta al día en la conservación de la madera en la arquitectura construida. Criterio de intervención y nueva normativa aplicable* (2009), que salió al mercado en soporte digital, además de otros interesantes artículos y libros¹⁰.

¹⁰ Artículo del arquitecto técnico Walkirio González Carrillo sobre consideraciones a la hora de abordar una rehabilitación, publicado en la revista *Rincones del Atlántico*, titulado "Algunas consideraciones a la hora de rehabilitar" en *Rincones del Atlántico* nº 1. La Orotava, Otoño-Invierno 2003-2004, pp. 104-108; los artículos y libros desarrollados por Enrique Nuere Matauco, entre los cuales, resulta

Los sistemas de protección y consolidación de las maderas son múltiples, pero nosotros destacaremos los siguientes:

Protección: Teniendo en cuenta los agentes destructores de la madera, tenemos que saber cómo protegerla, previniendo los posibles ataques y tomando las medidas adecuadas.

- Apeo. La savia que contenga el árbol en su interior en el momento de la tala, afectará en cuanto las alteraciones por descomposición y ataque de organismos. Es por ello que conviene cortar los árboles cuando la vida vegetativa se vea disminuida, es decir, en invierno (entre Octubre y Marzo).
- Desaviado. Eliminación de la savia que queda en el interior del tronco.
 - o Lixiviación. Lavado por agua. Tarda de 1 a 3 meses.
 - o Vaporización. Es más corta y como se utilizan altas temperaturas, al mismo tiempo se eliminan insectos y hongos.

interesante el planteamiento de la restauración de la carpintería mudéjar siguiendo las normas del tratado de Diego López de Arena de 1619, recogido en "Restauración de la carpintería mudéjar siguiendo las reglas de la carpintería dictadas por D. López de Arenas en 1619" en *Actas del II Simposio Internacional de Mudejarismo: Arte*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 1982, p. 343-360; o las actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo, que guarda numerosas ponencias sobre teoría y ejecución en obra mudéjar (MANZANO MARTOS, Rafael. "Arquitectura y restauración arquitectónica en Fernando Chueca"; GARCÍA CUETOS, María Pilar. "Las intervenciones en los monumentos mudéjares de Castilla-León. De Alejandro Ferrant a Luis Menéndez Pidal"; ORDÓÑEZ VERGARA, Javier. "La restauración de la arquitectura mudéjar en Málaga durante la posguerra. Algunos ejemplos"; GUTIÉRREZ CARRILLO, María Lourdes. "Técnicas de restauración en el patrimonio doméstico mudéjar granadino"; GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, María del Valle y GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, María Gracia. "La capilla sevillana de Santa María de Jesús. Obras y restauraciones, 1909-2006"; JODÁR MEDINA, Manuel, QUIRÓS GUERRERO, María Luisa y SÁEZ MEDINA, Tullia. "La Casa Mudéjar de Úbeda (Jaén): la restauración como camino hacia la recuperación del pasado arquitectónico"; DIÉGUEZ MELO, María. "Arquitectura mudéjar toresana. Últimas actuaciones en las iglesias del Santo Sepulcro y San Salvador de los Caballeros"; MARTÍNEZ NESPRAL, Fernando. "Relatos y dibujos de viajeros como fuentes alternativas para el estudio, intervención y restauración de los monumentos mudéjares"; GARRIS FERNÁNDEZ, Alex. "La restauración de la arquitectura militar mudéjar bajo la bandera franquista"; HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Ascensión. El muro de la parroquia de la Seo: el tapiz de Penélope de la restauración de la arquitectura mudéjar aragonesa"; ALEGRE ARBUÉS, J. Fernando. "Restauración de la torre de la iglesia de Belmonte de Gracián. Criterios y propuesta metodológica para la restauración de la cerámica vidriada"; IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, Javier y ALEGRE ARBUÉS, J. Fernando. "El Santo Sepulcro de Calatayud. Hacia una nueva lectura e interpretación del monumento"; SANZ PRAT, Javier. "Análisis de las restauraciones constructivo-estructurales en las torres mudéjares de Aragón en intervenciones posteriores a 1985. Estado de la cuestión y primeras conclusiones" en *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009). Incluso en el Anuario de Estudios Atlánticos, José Luis Gago Vaquero plantea la carpintería como materia patrimonial en sus más diversas formas, la necesidad de su conservación y el ritmo alarmante al que perdemos piezas de madera características de nuestra arquitectura en "La carpintería como materia patrimonial" en *Anuario de Estudios Atlánticos* (nº 50). Las Palmas de Gran Canaria: Patronato de la Casa Colón, 2004, pp. 957-970.

Secado: Estabilizar la madera, para evitar el proceso de formación de hongos, aumentar la resistencia, acondicionar la madera para facilitar si encolado y acabados, y reducir costos de transporte al reducir el peso.

- Secado natural o al aire. Al aire libre, bajo cubierta y cubierto con cerramientos laterales. Sus desventajas son: gran inmovilización de capital que supone el tener tanto tiempo las maderas almacenadas para su secado, ocupan un gran espacio y obliga a su constante vigilancia para que no se desarrollen hongos.
- Secado artificial. Aire caliente, infrarrojos y alta frecuencia. Algunas de sus ventajas son: control de la temperatura, humedad y velocidad del aire, adaptabilidad de los sistemas, se puede asegurar una producción determinada en cualquier época del año y se elimina el problema de que se desarrollen hongos o insectos.

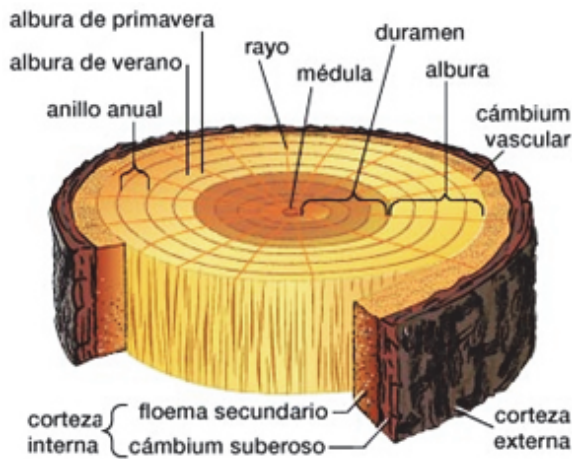


Figura 5.1. Diferentes partes del tronco de un árbol (Capuz Lladró, 2005)

Envejecimiento artificial o senilización: Se le elimina prácticamente toda el agua, consiguiendo que los tejidos leñosos se conviertan en antisépticos prevenidos contra ataques. Puede hacerse mediante corrientes eléctricas, electrólisis (someter la madera a dos planchas de plomo a modo de electrodos) u en autoclaves (con vapores líquidos fijativos de coloides como el formol o el ácido acético).

Clases de riesgo: Son las diferentes situaciones de servicio en las que puede estar expuesta la madera y sus productos derivados.¹¹

¹¹ Para la profundización en estas clases de riesgo, consultar la norma *UNE-EN 335:2013. Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera.*

Tabla 5.1. Tipos más comunes de ataque biológicos según las clases de riesgo

Clase de riesgo	Situación general en servicio	Exposición a la humidificación en servicio	Aparición de agentes biológicos			
			Hongos	Coleópteros	Termitas	Xilófagos marinos
1	Sin contacto con el suelo. Bajo cubierta (ambiente seco)	Ninguna	-	U	L	-
2	Sin contacto con el suelo. Bajo cubierta (riego de humedad)	Ocasionalmente	U	U	L	-
3	Sin contacto con el suelo. No bajo cubierta (situación expuesta)	Frecuente	U	U	L	-
4	En contacto con el suelo o con agua dulce	Permanente	U	U	L	-
5	En agua salada	Permanente	U	U	L	U

Fuente: Capuz (2006)

U = Universalmente presente en toda Europa;

L = Localmente presente en toda Europa (Área de influencia Mediterránea)

Resistencia de las maderas a los agentes destructores. La resistencia natural de la madera es su capacidad de soporte frente a los distintos agentes degradadores, cuando aún no le ha sido aplicado ningún tratamiento de protección. Esto se debe a las sustancias naturales, propias de la madera, que dificultan o impiden la acción de los agentes degradantes.

Tipos de protectores: Los protectores de la madera son sustancias químicas utilizadas de forma aislada o en combinación para proporcionar a las piezas de madera sobre las que se aplican una mayor resistencia frente a los agentes destructores. Deben poseer propiedades fungicidas y/o insecticidas, mantener su eficacia protectora a lo largo del tiempo, ser de fácil introducción en la madera y no alterar sus propiedades. Las modificaciones que la madera puede sufrir en contacto con estos protectores puede ser: color y/u olor desagradable, aumento de su inflamabilidad, corrosivo para los metales, degradación de los plásticos, tóxico para el hombre, animales domésticos y plantas, impedimento para la aplicación posterior de pinturas y barnices así como el encolado, degradación de los materiales o productos porosos, y tener un precio excesivamente alto.

Tabla 5.2. Tipos de Protección

Clase de penetración	Especificación
P1	Ninguna
P2	Al menos 3 mm. en las caras laterales y 40 mm. en sentido axial de la albura
P3	Al menos 4 mm. en las caras laterales en la albura
P4	Al menos 6 mm. en las caras laterales en la albura
P5	Al menos 3 mm. en las caras laterales en la albura y 50 mm. en el sentido axial de la albura
P6	Al menos 12 mm. en las caras laterales en la albura
P7	Solamente madera en rollo. Al menos 20 mm. en la albura
P8	Penetración total en la albura
P9	Penetración total en la albura y al menos 6 mm. en la madera de duramen expuesta

Fuente: Capuz (2006)

- Hidrosolubles. Son mezclas de sales minerales utilizadas en solución acuosa a una concentración determinada. Están constituidos por tres elementos: principios activos (sales), coadyudantes (sales con propiedades fijadoras) y disolvente (agua). Pueden ser de fijación rápida y difícilmente deslavables (CCB Cromo-Cobre-Boro, CFK Cromo-Flúor-Cobre, CCA Cromo-Cobre-Arsénico), de fijación lenta (Cromo-Flúor y Cromo-Boro-Flúor) y deslavables o carentes de sales fijadoras. La madera queda limpia y ligeramente coloreada, pueden producirse fendas o deformaciones, es económico, no suele tener olor desagradable y disminuye la inflamabilidad de la madera.
- En disolvente orgánico. Constituidos por principios activos (compuestos orgánicos de síntesis), coadyudantes (aseguran la estabilidad del producto y la fijación de los principios activos) y disolvente (procedente de la destilación del petróleo). Pueden ser fungicidas, insecticidas o los dos a la vez. La madera queda con aspecto limpio, no cambia de color, admite cualquier tipo de acabado posterior, puede ser encolada, no es corrosiva para los materiales, no aumenta la inflamabilidad, no mancha por contacto, pero tiene un precio muy alto.
- Hidrodispersables. Son mezclas de principios activos no hidrosolubles a los que se le añade un emulgente para producir una buena dispersión en agua. Pueden ser fungicidas, insecticidas o los dos a la vez. La madera no cambia de color, admite un acabado posterior, es compatible con colas, no es corrosivo para los materiales o los plásticos, no aumenta la inflamabilidad y no mancha por contacto.
- Orgánicos naturales. Se obtienen de la destilación del alquitrán de hulla (creosotas) o de la pirólisis del petróleo. Son aceites de composición química compleja, densos y viscosos. Tienen buena acción fungicida e insecticida, propiedades hidrófugas notables y no son corrosivos de metales. Como inconvenientes presentan color negro (con el tiempo gris verdoso), desprenden

un fuerte olor, incompatible con encolados, la superficie queda grasienta y a veces manchada, y requieren sólo maderas secas.

Tabla 5.3. Medidas a adoptar en cuanto a protección según la clase de riesgo

Clase de riesgo	Medidas a adoptar en cuanto a protección	Tipos de protección
1	Tratamiento facultativo en función de que su coste no supere el de una reparación o tratamiento curativo.	Superficial
2	Tratamiento preventivo aconsejable en casos de reparaciones difíciles y costosas	Media
3	Tratamiento preventivo obligatorio.	Media/Profunda
4	Tratamiento preventivo obligatorio.	Profunda
5	Tratamiento preventivo obligatorio.	Profunda

Fuente: Capuz (2006)

Tipos de protección: Hay de tres tipos: Superficial (P1-P2), con una penetración entre 1 y 3 mm.; Media (P3-P7), más de 3 mm. en menos del 75% del volumen; Profunda (P8-P9), más de 3 mm. en más del 75% del volumen.¹²

Sistemas de tratamiento: Es el procedimiento por el que se aplica un protector a la madera. Habrá que tener en cuenta la penetración que éste alcance, su distribución homogénea y que la cantidad aplicada se pueda medir.

- Pincelada. Mediante pincel, brocha o rodillo de pintor (disolvente orgánico).
- Pulverización. Se emplea un pulverizador (disolvente orgánico).
- Inmersión breve. Se sumergen en el líquido protector desde algunos segundos hasta 10 minutos (disolvente orgánico, hidrosolubles o hidrodispersables).
- Inmersión prolongada. Se sumergen en el líquido protector alrededor de una hora o más (hidrosolubles o creosotas).
- Inmersión caliente – fría. Se sumerge la madera en el líquido protector caliente y se deja enfriar mientras la madera absorbe el protector (hidrosolubles o creosotas).
- Difusión. Se aplica en forma de pasta o solución concentrada.
- Autoclave. Sistema de célula llena. Consta de un vacío previo para extraer parte del aire de la madera, inyección del protector a presión para ocupar el lugar del aire extraído y vacío final para regular la cantidad introducida.

¹² La tabla ha sido confeccionada a partir de la norma *UNE-EN 351-1:2008. Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores de la madera. Parte 1: Clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores.*

- Autoclave. Sistema de célula vacía. Sin vacío inicial (economiza protector). Se inyecta el protector a presión superior a las anteriores, para después aplicar un vacío final con objeto de regular la cantidad introducida en la madera.
- Autoclave doble vacío. Es un tratamiento de célula llena en el que la inyección del protector se realiza a la presión atmosférica y en algunos casos a presiones reducidas y vacío final para regular la retención del protector (protectores orgánicos).
- Inyección. Inyectar en protector a presión, con jeringuilla o cualquier otro compresor unidireccional (sin retorno)
- Barrera química. Infiltración de productos químicos en el suelo perimetral exterior de los edificios e interior de los muros. Actúa como barrera preventiva contra la acción de la termita. Se suelen realizar como tratamientos curativos en la Post-construcción.
 - o Barrera química tradicional. Son barreras repelentes que impiden el acceso a las termitas. Deben quedar perfectamente selladas. Los componentes activos utilizados son organofosforados y piretroides.
 - o Barrera perimetral en la post-construcción.
 - Zanja. Alrededor de la construcción y tratar, por aspersión, tanto la zanja como el material de relleno.
 - Inyección/perforación vertical. Taladrar cada 25/30 cm. todo el perímetro exterior del edificio a una profundidad de 40 cm., y taponar los agujeros después de la inyección.
 - o Tratamiento de muros en la post-construcción. Perforación horizontal: inyectar al interior y exterior del muro, cada 25/30 cm., a una altura de 40 cm. y cerrar los agujeros un vez finalizado el tratamiento.
- Plan de actuación integral. Objetividad frente al control de la plaga, establecimiento de programas de prevención, planificación de la estrategia de actuación y utilización de métodos de lucha integrada.
- Nuevos sistemas de tratamiento. No utilizan ninguno de los protectores que hemos visto anteriormente, y ya están siendo usados en estructuras de madera. Son tanto preventivo como curativos.
 - o Dry-Parasit. Consiste en aplicar sobre la madera la ultra-alta frecuencia.

- Barreras físicas. Se conoce como TERMI-MESH, que consiste en mallas de acero de 0.66 x 0.45 mm. resistentes a la corrosión, que se extienden en la base del edificio.
- Barreras físico-químicas. Incorporan efectos químicos y la técnica más conocida en el TREMOFILM que consiste en la utilización de filmes de polietileno de 150 micra de espesor que contienen un componente biocida (permetrina 1%). En lugares donde la barrera es difícil de cerrar (canalizaciones, conducciones eléctricas o fisuras arquitectónicas) es preciso utilizar partículas de baja volumetría de poliamida tratada TERMIGRANULUS, para completar su acción preventiva. La espuma de poliuretano sistema FOMO Isóptera AT54, además de su efecto relleno de cámaras y aislante, contiene un biocida de rápida actuación que repele el ataque de termitas.
- Barreras químicas de nueva generación. No actúa como repelente. El componente activo es el FIPRONIL, que no permite que las termitas detecten su presencia. Una pequeña dosis es letal y actúa sobre toda la colonia. De baja toxicidad, con un coeficiente de fijación bajo y baja solubilidad.
- Cebos bioquímicos. Son sistemas de actuación termiticida de acción lenta, que mediante la instalación de cebos alimenticios, impregnados con un ingrediente activo, facilita el control de la colonia, hasta lograr su eliminación. El hexaflumuron es un insecticida, que impide el desarrollo de los insectos mediante inhibición de la muda. Las termitas obreras comerán de unos cebos de celulosa impregnados en el insecticida y lo llevarán al resto de la colonia. Poco a poco irán muriendo en el momento de la muda, hasta que desaparezca la colonia, porque no quedarán obrarás que puedan alimentarla.
- Microbiano. Se emplean organismos biológicos que actúan como patógenos de los insectos. Sus acciones son lentas y requieren de varios ciclos vitales para obtener resultados positivos. Los altos costes de producción e investigación reducen la disponibilidad de estos patógenos. Son utilizados bacterias, hongos, nematodos, protozoos y virus.

Tabla 5.4. Elección en función de la clase de protector y el estado de la madera

Sistemas de tratamiento	Clases de protector				Madera	
	Hidrosoluble	Hidrodispersable	En disolvente orgánico	Creosotas	Seca	Húmeda
Pincelado	-	X	X	-	X	-
Pulverización	X1	X	X	-	X	X
Inmersión breve	X1	X	X	-	X	X
Inmersión prolongada	X1	-	X	-	X	X
Caliente-fría	X1	-	-	X	X	-
Autoclave (vacío-vacío)	-	-	X	-	X	-
Autoclave (presión-vacío)	X2	-	X	X	X	-

Fuente: Capuz (2006)

X1 Sales de fijación lenta

X2 Sales de fijación rápida

Tabla 5.5. Elección en función del tipo de protección y del tipo de protector.

Tipos de protección	Sistemas de tratamiento	Tipos de protector
Superficial	Pincelado Pulverizado Inmersión breve	Hidrodispersables En disolventes orgánicos
Media	Inmersión prolongada Caliente-frío Difusión Desplazamientos de la savia Autoclave (vacío-presión) Autoclave (vacío-vacío)	Hidrosolubles En disolventes orgánicos Creosotas
Profunda	Inmersión prolongada Caliente-frío Difusión Desplazamientos de la savia Autoclave (vacío-presión) Autoclave (vacío-vacío)	Hidrosolubles En disolventes orgánicos Creosotas

Fuente: Capuz (2006)

Técnicas de tratamiento:

- Grado de protección. Queda definido por:
 - o La penetración alcanzada (superficial, media, profunda)
 - o La retención
 - o La distribución homogénea

- Modo de penetración
 - o Desplazamiento (de la savia por el producto)
 - o Difusión
 - o Impregnación

- Sistemas de tratamiento. Se elegirá en función de:
 - o La clase de protector y estado de la madera
 - o Tipo de protección y protector

Medidas constructivas que deben realizarse: Cuando se utiliza madera en construcción, el contenido de humedad debe ser el que corresponde a su lugar de aplicación. Las medidas deben estar encaminadas a evitar los cambios del contenido de humedad en el soporte, ya que el ataque de los agentes bióticos se corresponde generalmente con lugares próximos a fuentes de humedad o a partes de la construcción que pueden tener un defecto de impermeabilización.

- Diseñar las cubiertas adecuadamente, realizando una perfecta canalización de la recogida de agua del tejado. Evitando los fallos de impermeabilización en los encuentros de los faldones de cubierta con chimeneas o muros de mayor altura.

- Evitar el contacto directo de la madera con el suelo, impermeabilizando el sistema de apoyo directo de la madera sobre las cimentaciones, muros y paredes.

- Procurar que exista una ventilación adecuada y constante, incluyendo una resistencia térmica y una disposición constructiva de los cerramientos tales que no permitan la aparición de humedades de condensación en la superficie interna ni dentro de la masa del cerramiento.

- Asegurar una aireación permanente de la madera para que pueda perder el excedente de humedad lo más rápidamente posible (éste puede deberse a aportes accidentales, como fugas, filtraciones, goteras, etc.).

Tabla 5.6. Elección del protector según el contenido de humedad de la madera

Protectores	Contenido de humedad de la madera		
	Madera seca $H \leq 20\%$	Madera semiseca $20\% < H > P.S.F.$	Madera húmeda $H > P.S.F.$
Hidrosoluble	X	X	X
Hidrodispersables	X	X	X
Creosotas	X	-	-
En Disolvente Orgánico	X	-	-

Fuente: Capuz (2006)

P.S.F. Punto de saturación de la fibra alrededor del 30% dependiendo de la especie

Tratamientos de protección de la madera: Estos tratamientos protegen la madera contra los agentes biológicos. Su elección dependerá del tipo de protección que deba proporcionar, el porcentaje de humedad en la madera en el momento de darle el tratamiento y el tipo de protector.

- Tratamientos de la madera antes de su puesta en servicio (preventivos). Debemos conocer los posibles agentes destructores y la intensidad de los riesgos, disponer las medidas constructivas adecuadas, determinar si la especie de madera a emplear tiene una duración natural capaz de afrontar los riesgos, elegir el protector y el sistema más adecuado, que dependerá del agente destructor contra el que se quiera luchar, y las dimensiones y volumen de madera a tratar.
- Tratamientos de la madera puesta en servicio (preventivo y curativo). Esta forma de tratamiento es menos eficiente que la de la madera tratada antes de su puesta en servicio, dadas las dificultades de accesibilidad. Pueden ser: preventivos y curativos.
 - o Tratamientos preventivos. Saneamiento de las zonas próximas a la madera, impregnación química protectora y reconocimientos periódicos.
 - o Tratamientos curativos. Deben reconocerse todos los elementos de la madera, diagnóstico del tipo de daños e intensidad de los mismos, estudio de las resistencias mecánicas, eliminación o modificación de las condiciones que favorecen el desarrollo de los agentes destructores, aplicación del protector en cantidad y profundidad suficientes, creación de una barrera protectora contra una posible nueva infección y reconocimiento periódico de la madera. Se elige el tratamiento dependiendo del agente destructor, de las dimensiones de las piezas, del volumen de madera a tratar y del tipo de construcción.

- Tratamientos contra hongos. Sanear la construcción, desinfección del local, evaluación de los daños y elección del tipo de protector y el sistema de aplicación.
 - Tratamientos contra la carcoma. El objetivo es conseguir la penetración necesaria para poder destruir a las larvas en sus galerías.
 - Carcoma gigante (cerambícidos). Determinar la profundidad a la que se encuentran las larvas, operación de desbastado de la madera afectada con cepillo de púas y elección del tipo de protector y sistema de aplicación.
 - Carcoma (anóbidos). Igual que en el caso de la carcoma gigante, salvo por el hecho de que las galerías son más pequeñas y estarán obstruidas con serrín.
 - Tratamientos contra ataques de insectos sociales (termitas). Conocer cómo se produce la invasión y qué condiciones la facilitan y favorecen. Habrá que tomar medidas en cuanto al saneamiento (evitar el exceso de humedad y destruir todas las galerías terrosas y chimeneas), estructuras (evitar el contacto directo de las maderas con el suelo utilizando pilastras de hormigón, rellenar con mortero de cemento o brea los intersticios, grietas y juntas de dilatación de la mampostería), aislamientos del edificio mediante una barrera química continua, tratamientos químicos del maderamen y tratamiento de los edificios adosados.
- Productos para la protección superficial. Los elementos que intervienen en la calidad y duración de la protección superficial son la naturaleza de las resinas, de los pigmentos y la concentración en volumen de los pigmentos referido a la resina.

Tabla 5.7. Ventajas de los lasures frente a los barnices tradicionales

Lasures	Barnices
No forman capa sobre la superficie de la madera	Forman capa
No se escaman ni cuartean	Se escaman y cuartean
Permiten la transpiración	No permiten la transpiración
Contienen principios activos protectores	No contienen principio activo
Son de fácil mantenimiento	Mantenimiento costoso y complicado
Muy fáciles de aplicar	Mayor dificultad

- Fuente: Capuz (2006)

- Barnices. Disolución o dispersión de resinas. Tiene una duración máxima de 3 años, tras lo que se debe decapar y renovar, lo que lo desaconseja para obras a la intemperie.
- Pinturas. Barnices con pigmento dispersado, escogido según su matiz y su resistencia a la intemperie. Son una barrera frente a los rayos ultravioleta e infrarrojos. Es tres veces más resistente que un barniz.
- Lasures. Productos entre barnices y pinturas, se utilizan como acabado. Compuestos por resinas resistentes a la intemperie (alquídicas), pigmentos, materias activas (fungicidas e insecticidas), solventes-diluyentes y adyugantes para favorecer la penetración.
- Imprimaciones. Son capas o tratamientos de fondo que se da a la madera para prepararla adecuadamente para su posterior barnizado, pintado u otro tratamiento superficial. Se componen de resinas, materias activas, solventes y diluyentes, y adyugantes diversos. El proceso de acabado sería de imprimación, secado, lijado y de 1 a 3 manos de pintura.
- Enlucidos. Son productos de consistencia muy pastosa utilizados para igualar los defectos. Están compuestos de resinas (alquídicas y vinílicas) y de materias de carga.
- Resinas resistentes al exterior.
 - Fenólicas. En la formulación de barnices.
 - Alquídicas. Se endurece con el aire, al mezclarse con aceites secantes.
 - Poliuretanos. Se debe a la reacción de la mezcla de poli esterés.
 - Vinílicas-Acrílicas en dispersión acuosa. Es el único producto permeable al vapor de agua.

Protección de la madera contra el fuego: Los tratamientos pueden actuar por formación de capa protectora de espuma aislante, por la emisión de gases que reducen la emisión de gases inflamables y por la absorción del calor al descomponerse por incremento de la temperatura.

- Tratamiento por incorporación del producto ignífugante al material base durante su proceso de fabricación.

- Tratamiento posterior al proceso de fabricación. A base de barnices y pinturas. Su eficacia dependerá de si se ha llevado a cabo la adición del producto ignifugante a la masa del material en el proceso de fabricación, si el producto se ha aplicado con posterioridad a la colocación de la pieza de madera en obra, la profundidad del ignifugante que está condicionada a la especie de madera, si se trata de madera recién apeada, si la pieza es maciza y su grado de humedad.¹³

¹³ Recomendamos para ampliación de este capítulo: CAPUZ LLADRÓ, Rafael. *Materiales Orgánicos. Maderas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005, pp. 177-216; AAVV. *La desinsectación de la madera. Revisión de los últimos sistemas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2008.

Glosario

Acuesto. Inclinación. Inclinación del arrocabe provocando su oblicuidad hacia adelante.

Adarajas. Cada una de las piezas prismáticas que componen una labor de mocárabes.

Afarda. Entalladura a modo de espera, hecha en la cara de un madero, para soportar el empuje de otro.

Aguilón, barrote, contracudral, palometa, punta de rincón, saeta. Madero que en las armaduras de limas va desde cada uno de los ángulos del rectángulo base a la mitad del cudral correspondiente, siendo su extremo tallado con formas molduradas o de cabeza de animal

Alarife. Maestro de obras y arquitecto.

Alarroz o alarozo. El par del testero que coincide con la hilera.

Albanecar. Cartabón que mide en el plano de los faldones de una armadura, el ángulo del estribo con la lima. Triángulo, repitiendo con frecuencia la forma de las adarajas del borde.

Albernica. Pieza que se coloca como remate y tapajuntas alrededor del conjunto de prismas en los racimos de mocárabes, repitiendo con frecuencia la forma de las adarajas del borde.

Alero. Parte inferior de la cubierta de un edificio que sale fuera de la pared para arrojar lejos las aguas de las lluvias.

Alfarda o Par. En las armaduras de parhilera y par y nudillo, cada una de las maderas que forman los faldones, cuyo extremo superior se apoya en la hilera, descansando el inferior en el estribo.

Alfardón, guardapolvos. Piezas que se colocan sobre las alfardas, cubriendo el espacio entre ellas.

Alfarje. Techo de madera plano o adintelado.

Alfarjía, escuadría. Se dice de las secciones convencionales de madera utilizadas en la carpintería.

Alicer. Elemento de madera, generalmente de tabla, que se utiliza para cubrir parte de la infraestructura de la armadura formando parte del arrocabe.

Almarbate. Pieza corrida que ata los pares de una armadura por su parte más baja sobre la solera o estribo, ante la patilla de los pares y bajo el argeute.

Almenado, menado. Con forma de almena. La labor de menado es la disposición de cintas o tablas de perfil almenado para cerrar el trasdós de una armadura.

Almendrilla. Figura plana con forma romboidal que en la labor de lacería se forma entre las puntas del sino y los costadillos de los azafates, de perfil almendrado.

Almilla. Pieza delgada de madera que se utiliza para unir otras dos, introducida en ranuras realizadas en estas últimas.

Almizate, harneruelo. Superficie plana horizontal que da forma trapezoidal a las armaduras de par y nudillo. En las armaduras a un tercio, su anchura equivale a un tercio del ancho total del espacio a cubrir.

Alto, ancho. La mayor dimensión de la sección de una pieza, siendo el grueso la menor dimensión.

Apatenadura. Rebaje o ranura que se hace en una pieza de madera, donde se encaja otra. Cajeadado que se labra en el estribo para alojar el par.

Apeinado. Trabado con peinazos. Se dice del lazo que se realiza ensamblando peinazos entre los pares. Los pares, nudillos y peinazos que forman una lacería apeinada son elementos decorativos estructurales a la vez.

Argeute. Tablas que cubren la parte inferior de los pares sobre el almarbate, ante el estribado.

Armadura. Conjunto formado por elementos de madera, unidos entre sí para cubrir o techas un edificio o estancia.

Armadura apeinada. Armadura formada por piezas trabadas con peinazos. Armadura de lazo apeinado.

Armadura ataudada. Armadura en forma de ataúd, con testeros desiguales.

Armadura ataujerada. Armaduras de lazo ataujerado en las que el lazo se compone mediante finas tablillas o taujeles sobre un tablero que se clava al intradós de la estructura.

Armadura con pendolón. Armadura de cerchas o de cuchillos, que lleva un elemento vertical que va desde la hilera al tirante.

Armadura cuadrada. La que cubre una planta cuadrada o rectangular.

Armadura de lazo. Decorada con labores de lacería.

Armadura de limas o de artesa. La formada por más de dos faldones cuyos encuentros dan lugar a líneas de distinta pendiente a la de los paños, llamadas limas.

Armadura molinera. Armadura a un agua, cuyos pares apoyan directamente de muro a muro.

Armadura de par y nudillo. Armadura formada por pares que forman la pendiente de la cubierta, apoyos en un estribo en la parte inferior y rematando en la hilera por la parte superior a los que se añaden unos travesaños horizontales llamados nudillos que unen cada pareja de pares concurrentes.

Armadura de par y picadero. La formada por pares que en la parte superior apoyan en una viga colocada a modo de cumbreira.

Armadura de tijera. La formada por las tijeras y sus tirantes.

Armadura izgonzada. La que presenta una planta que no es rectangular debido a que alguno de los testeros no es perpendicular a los lados.

Armadura llana. La desprovista de todo ornato y policromía.

Armadura mansarda o quebrantada. La que forma en cada vertiente un ángulo o lomo.

Armar. Componer una armadura.

Arrocabas. Peinazos que se insertan en la calle de limas moameres, para dar continuidad visual a las péndolas. Tienen forma romboidal y la misma escuadría que las péndolas.

Arrocabe. Tablas que decoran la base de la armadura, recorriéndola en todo su perímetro, formando normalmente dos frisos llamados aliceres o tabicones, anteponiéndose a modo de remate y tapajuntas a las piezas estructurales, -solera, estribo o barbilla de los pares, que no van vistos.

Artesonado. Armadura decorada con casetones poligonales o artesones. También, los techos de par y nudillo con testers ochavados o no, cuya forma recuerda a una gran artesa.

Asentar de llano o de tabla. Colocar una pieza de madera con su mayor dimensión asentada en horizontal.

Aspilla. Cruce oblicuo en forma de cruz de San Andrés de las dos piezas que rematan la cabeza del azafate en una rueda de lazo.

Ataperfiles. Cartabón cuyo ángulo menor (cola) es igual a la mitad del ángulo mayor agudo (cabeza) del cartabón de armadura correspondiente y sirve para completar el ensamblaje de lazo.

Ataujerado. Se dice del lazo cuyas cintas apenas sobresalen del fondo. Su realización es diferente a la del lazo apeinado, pues la lacería se dispone en tableros que se clavan sobre la tablazón, de manera que los elementos estructurales de la misma quedan ocultos.

Atimbrón. Cartabón ataperfiles de siete.

Azafate. Cada una de las piezas alargadas que junto con las almendrillas forman la rueda del lazo. Limitados por los costadillos y las aspillas. Los azafates redondos con hexágonos irregulares, mientras que los azafates arpados modifican esta figura para tomar la de arpón.

Azolar. Labrar con azuela.

Banda. Lado.

Barbilla. Corte angular dado en un madero, para apoyar o encajar en otro. En los pares de una armadura el corte vertical dado en la base de la alfarda o par, que transmite el empuje al estribo.

Blanco. Se dice de la carpintería hecha totalmente con maderas encuadradas.

Blanquillo. Cartabón ataperfiles del lazo de ocho.

Boquilla. El ángulo que forman los dos lados de cada una de las puntas del sino o estrella.

Cabeza. Ángulo mayor y cateto menor de un cartabón.

Caja y espiga. Ensamble de maderas, rebajando la testa de una de ellas para que encaje en una escopleadura realizada en la otra.

Calle. Espacio comprendido entre dos cuerdas o maderos consecutivos de un entramado.

Calle de limas. En el encuentro de dos paños que se resuelve con limas moamares o dobladas es el espacio que queda entre ambas.

Calle y cuerda. Expresión con la que se indica que la separación entre las maderas que componen una armadura o trabajo de lacería es el doble de su grueso.

Cambija. Semicircunferencia cuyo radio es $\frac{1}{2}$ del ancho de la estancia a cubrir (o cualquier otra medida proporcional a la luz del edificio) y a partir de la cual se halla el cartabón o cartabones correspondientes y se conocen las longitudes de las diferentes piezas de una armadura.

Camaranchón. Es el espacio que queda sobre la armadura y bajo el tejado.

Campaneo de limas. Corte especial de las limas moamares para mantener su paralelismo.

Can, añala, arcallón, asnado, modillón. Pieza que se sotopone a la viga tirante en el punto de entrega al muro, para disminuir su luz libre y /o aumentar la sección de trabajo, caso de haber empotramiento en vez de apoyo.

Candilejo. Estrella de cinco puntas que forma parte del dibujo de lazo, entre las aspillas y las cabezas de los azafates. Suele ser irregular, excepto en el lazo de 10.

Carpintero de lo blanco. Carpintero dedicado a la realización de toda la carpintería en la edificación, así como de los ingenios de guerra.

Carpintero de lo prieto. Carpintero dedicado a la construcción de ingenios industriales y agrícolas, carros, etc.

Cartabón. Triángulo rectángulo de madera que sirve para trazar las piezas. Su cateto menor se denomina cabeza y el mayor, cola. Hay diferentes tipos de cartabones, siendo su utilización imprescindible tanto para la construcción de la armadura como para realizar el lazo, ya que proporciona los ángulos necesarios con los que se cortan las piezas de la techumbre. Los cortes y las inclinaciones de las armaduras, así como la longitud de pares y limas, las facilita un juego de cartabones específico para cada armadura, llamado cartabón de armadura, albanecar y coz de limas.

Cartabón albanecar. Cartabón que mide en el plano de los faldones de una armadura, el ángulo del estribo con la lima. Triángulo formado por la lima, el par toral y el estribo.

Cartabón de acuesto. El que indica una pendiente determinada.

Cartabón de armadura. Triángulo rectángulo indicativo de la pendiente del faldón de una cubierta. Su ángulo característico lo forma la dirección de una alfarda con la horizontal.

Cartabón de cuadrado. El isósceles.

Cartabón izgonce. El que mide el descuadre del ángulo de un testero que no es perpendicular a los paños laterales.

Cerrillo o torrilla. Cara superior de una lima bordón biselada a dos aguas, a fin de servir de apoyo de las tablas o maderos que forman los faldones concurrentes.

Cinta. Listón estrecho y alargado de madera que forma el dibujo del lazo. Tabla clavada en el trasdós de las alfardas y perpendicular a éstas para ir cubriendo con madera el espacio intermedio entre ellos.

Cola del cartabón. El ángulo menor y el lado mayor del cartabón.

Colgadizo. Armadura de cubierta compuesta de pares inclinados a un solo agua.

Contrapares. Segundo orden de pares, colocados sobre ellos en la misma dirección por más tendidos a fin de reducir la pendiente de la cubierta y formar el alero.

Copete. Corte superior del par donde se apoya la hilera. En general, el extremo de una pieza de madera.

Cornezuelos, quijada, quijera o quixera. Cornezuelos son los extremos salientes del ensamble utilizado en los nudillos para empalmarlos con los pares.

Cornisa. En una armadura de madera, el conjunto de piezas que constituyen el arrocabe, forman la cornisa o cornisamento de los muros con los pares.

Correa. Elemento estructural horizontal dispuesto longitudinalmente en la cubierta para cuajar un faldón.

Costadillo de azafate. En labor de lacería, los miembros que constituyen uno de los lados paralelos de los azafates y que limitan con las aspillas.

Coz de limas. Cartabón que mide la inclinación de la lima con la horizontal en el plano vertical que la contiene. Triángulo rectángulo formado por la lima, la altura de la armadura y la recta imaginaria que une los extremos inferiores de estas dos líneas.

Cuadral. Madero estructural dispuesto en ángulo, a modo de pequeños tirantes, para atirantar o afianzar a otros dos que forman el estribo de dicho ángulo.

Cuadrante. Paño triangular horizontal que liga el cuadral con el estribo de armaduras ochavadas.

Cuartillejo. El cuadrado que por repetición forma el lazo de ocho. Se denomina así al cuadrado, rectángulo, triángulo...que forma la traza del desarrollo del lazo.

Cuarto de limas. En una armadura de limas, el trozo de la misma comprendido entre el par toral y el plano de hilera, conteniendo la lima.

Cubo. Composición de mocárabes que se desarrolla hacia el interior formando concavidad.

Cuerda. En carpintería grueso de los maderos.

Chella. Roseta de menado. Pequeñas cupulillas cuyo interior se decora con pétalos, ruedas de radios curvos... es un motivo ornamental muy frecuente.

Chilla. Tabla delgada.

Desculatar, descopetar. Dar origen a una rueda de lazo dependiente de otra.

Egión. Pieza triangular que sirve de descanso a las correas de una armadura.

Embarrotar. Colocar peinazos de una armadura.

Embutido. Tablillas recortadas con formas geométricas que llenan los huecos dejados por las cintas en el lazo ataujerado; los principales son el sino, los zafates y los candilejos.

Enclavijar. Unir con clavijas.

Ensamblar. Unir las maderas mediante cortes que las permitan encajar unas en otras sin necesidad de elementos auxiliares.

Entablado. Superficie con tablas reunidas juntando sus bordes.

Espera. Asiento, arranque de una armadura.

Estribado. Armazón o cerco formado por las maderas dispuestas sobre el muro para recibir el resto de la armadura.

Estribo. Parte de la armadura destinada a recibir los pares. Resiste al empuje de éstos gracias a los tirantes. En armaduras sencillas pueden no existir tirantes, sustituidos por el propio estribo de los testeros.

Faldón, jaldeta, paño. Cada uno de los paños de una armadura de par y nudillo, excepto el almizate. Los de los testeros se llaman cabeza y pies y cada uno de los laterales, gualdera.

Florón. Adorno en madera, tallado en forma de flor.

Garganta. En general, estrechamiento. Escopleadura hecha para ensamblar una pieza. En los pares, rebaje que se hace para alojar los cornezuelos de los nudillos.

Gramiles, agramilado. Incisiones longitudinales que decoran el papo de las alfardas.

Grueso. La menor de las dimensiones de la sección de una madera.

Gualdera. Cada uno de los paños laterales de la armadura.

Háliba. En labor de lacería, una de las piezas componentes de la rueda del lazo, contigua a signos, azafates y almendrillas. Su forma recuerda la del pez halibut.

Harapo. Parte inferior del faldón.

Harneruelo. Almizate.

Herir. Dividir en partes iguales la anchura de una pieza preparando su armadura.

Hilera. Madera horizontal que ata las cabezas de los pares de una armadura.

Izgonce. Oblicuidad del testero cuando no es normal a las gualderas.

Jabalcón, tornapunta. Pieza de madera inclinada empleada para reforzar otras.

Jácena. Viga atravesada que sostiene a las vigas menores en una techumbre plana o alfarje.

Jaldetas. En las armaduras que no llevan lazo, los maderos que se disponen sobre las jáceas transversales y que forman recuadros con ellas.

Labor de menado. Decoración consistente en intercalar alfardones en las calles.

Lazo. Decoración geométrica originada a partir de un polígono estrellado que al prolongar sus lados crea una trama en la que rítmicamente se repiten una serie de elementos que forman la composición del lazo.

Lefe. Rueda de lazo compuesta en su totalidad con zafates redondos.

Lima. Madero que forma la arista del ángulo diedro que forman los faldones de una armadura de cubierta. Si son dos limas, se llaman moamares, si es una lima bordón.

Lima bordón. Pieza única con que se resuelve el encuentro de dos faldones. Normalmente va desde el encuentro de los estribos a la hilera.

Lima bordón nones. La armadura de lima bordón que tiene número impar de péndolas en los faldones testers, llegando la central, en este caso el par alarozo o par toral, hasta la hilera.

Lima moamar. Es una lima doblada que va desde los estribos de la armadura hasta el extremo de la hilera, dejando una calle en medio. Cada lima pertenece a un faldón distinto, lo que permite prefabricarlos en el suelo.

Manguetas. Piezas de longitud variable, que en los paños del testero van del estribo a las limas.

Mástil o nabo. Palo central octogonal o cilíndrico, que sirve de eje, centro y punto de apoyo.

Media madera. Ensamble entre dos maderas de igual espesos, que se cruzan rebajando a cada una de ellas la mitad de su grueso.

Mocárabe. Composición geométrica a base de adarajas de madera o yeso con que se componen racimos y cubos, arcos y bóvedas.

Montea. Representación a tamaño natural o a escala del todo o parte de un elemento o traza, suficiente y necesaria para llevar a cabo su construcción.

Muestra. Modelo

Nabo. Madero octogonal que sirve de base al racimo de mocárabes. Mástil.

Negrillo. El cartabón ataperfiles del lazo de nueve.

Nudillo. Madero horizontal que se interponen entre dos pares o alfardas y que se suele colocar a dos tercios de la altura de los pares. La sucesión de nudillos compone un paño horizontal llamado almizate o harneruleo.

Paño. En una cubierta, cada uno de los planos inclinados de la misma que cubren la estancia. Pueden tener forma triangular, cuadrada rectangular o trapezoidal. También se denominan: descendida, faldón o jaldeta.

Papo. Cara inferior de las alfardas, frecuentemente decorada con agramilados o entalladuras.

Par. Alfarda.

Par toral. El último par que alcanza la hilera, donde comienza el denominado cuarto de limas. Par que concurre con la lima.

Patilla o uña. Corte angular que se da a un madero para apoyar en otro.

Pechina. En armaduras de madera, triángulo plano limitado por el cuadrado y estribos.

Peinazo. Los maderos que ensamblan las alfardas. Cada uno de los maderos que se insertan entre las calles para formar el lazo denominado apeinado.

Péndola. Las piezas de madera que en los faldones de cubierta y en la zona del cuarto de limas, terminan con la lima. Son las piezas que conectan el estribo con la lima. Son las piezas que conectan el estribo con la lima, de longitud menor que los pares, pero normalmente de igual sección. También se llama fornecillo, madero, mangueta, péñola y pares o alfardas menores.

Perfiles. Ranuras en serie, grabadas en el papo de las maderas para decorarlo en sentido longitudinal. También se les llama gramiles.

Perfil a romo y agudo. El perfil cuando ensambla en ángulo recto es romo y es agudo cuando lo hace en oblicuo.

Punta del azafate. Lado del polígono que toca con la almendrilla.

Quiebra. Ángulo obtuso que se forma en el encuentro de dos paños o de los paños con el almizate.

Remarse. Perder la verticalidad una armadura por no estar debidamente contrarrestada.

Rueda. Sino o estrella rodeado de azafates y rematados por las aspillas.

Saetino. Pequeñas tablas que se sobreponen a las alfardas para compensar el alto de las cintas y tapar las ranuras que se producen entre el par y la tabla trasdós. Aparece frecuentemente achaflanado y decorado con pintura o motivos tallados.

Sino o signo. Polígono regular estrellado que origina cada rueda de lazo.

Solera. Pieza de madera que se asienta en la coronación del muro al que se conecta mediante nudillos, cuya función es servir de transición entre la fábrica y la cubierta de la madera. Sobre la solera asientan los tirantes (directamente o a través de canes) quienes a su vez reciben el estribo en donde apoyan los pares.

Tabicas. Tablas decorativas que se colocan entre los pares, en la parte inferior de las calles. En las techumbres

Tarabea. Sinónimo de cuerda, madera. Cada uno de los maderos que forman el lazo en la labor de lacería. Conjunto de dos azafates de estrellas distintas que se reúnen por una aspilla común.

Bibliografía

La Biblia. Madrid: La Casa de la Biblia, 2000.

AA.VV. *El Arte Mudéjar. La estética islámica en el arte cristiano*. Viena: Electa, 2000.

- (2001): "El Artesonado de La Concepción de La Laguna". En *Canarias Restaura. Exposición Itinerante. Canarias Cultural*. Islas Canarias: Viceconsejería de Cultura y Deportes, Dirección General de Patrimonio Histórico.

- (2002): *Intervención en estructuras de madera*. Madrid: AITIM.

- (2003): *La madera y su anatomía, anomalías y defectos, estructura microscópica de coníferas y frondosas, identificación de maderas, descripción de especies y pared celular*. Madrid: Mundi-Prensa.

- (2004): *Especies de madera para carpintería, construcción y mobiliario*. Madrid: AITIM.

- (2008): *La desinsectación de la madera, revisión de los últimos sistemas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

ABAD CASTRO, M^a Concepción. "Técnicas constructivas y decorativas de las armaduras mudéjares". En *Boletín de arte nº 1*. Málaga: Universidad de Málaga, 1980.

- (1984). *La carpintería mudéjar en los tratados*. Málaga: Universidad de Málaga.

ACOSTA TRUJILLO, Ruth. "Las techumbres mudéjares policromadas en Canarias. Estudio de tres casos". En *VIII Simposio sobre centros históricos y patrimonio cultural de Canarias*. San Cristóbal de La Laguna: CICOP, 2005.

ALEGRE ARBUÉS, J. Fernando. "Restauración de la torre de la iglesia de Belmonte de Gracián. Criterios y propuesta metodológica para la restauración de la cerámica vidriada". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

BARBE COQUELIN DE LISLE, Genevieve. "La carpintería mudéjar y su expresión teórica". En *Actas del II Simposio Internacional de Mudejarismo: Arte*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 1982.

BORRÁS GUALIS, Gonzalo M. *El arte mudéjar*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, Excma. Diputación Provincial de Teruel, 1990.

- (1995): (coord.) *El Arte Mudéjar*. Zaragoza: UNESCO, Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Zaragoza, Aragón y Rioja.

- (2000): "Introducción Histórica y Artística". En *El Arte Mudéjar. La estética islámica en el arte cristiano*. Madrid: Electa.

- (2003): *El Islam. De Córdoba al mudéjar*. Madrid: Sílex.

BOUBETÁ SANTOMÉ, José Manuel. *La rehabilitación actual. Diagnóstico e intervención*. Madrid: Colegio oficial de aparejadores y arquitectos técnicos de Madrid, 2008.

BRANDI, Cesare. *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza Forma, 2007.

CAHEN, Claude. *El Islam. Desde los orígenes hasta el comienzo del Imperio Otomano*. Madrid: Castilla, 1971.

CALVO MANUEL, Ana María. *La restauración de pintura sobre tabla: su aplicación a tres retablos góticos levantinos (Cinctorres-Castellón)*. Castelló: Servei de Publicacions, Diputació de Castelló, 1995.

- (1997): *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A la Z*. Barcelona: Del Serbal.

CAPUZ LLADRÓ, Rafael. *Materiales orgánicos. Maderas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005.

CARRASÓN LÓPEZ DE LETONA, Ana. "Metodología para la restauración de techumbres de madera policromada". En *Actas de los XI Cursos Monográficos sobre Patrimonio Histórico*. Reinosa: Universidad de Cantabria, Ayuntamiento de Reinosa, 2001.

- (2013): "Aspectos técnicos de la techumbre de la catedral de Teruel". En *Actas XII Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses.

CENNINI, Cennino. *El libro del arte*. Valladolid: Maxtor, 2008.

CIATTI, Marco, CASTELLI, Ciro y SANTACESARIA, Andrea. *Dipinti su tavola. La tecnica e la conservazione dei supporti*. Firenze: Edifir, 2007.

COLE, Emily (ed.). *La Gramática de la Arquitectura*. Madrid: Lisma, 2006.

CHORDÁ, Frederic, MARTÍN, Teodoro y RIVERO, Isabel. *Diccionario de términos históricos y afines*. Madrid: Istmo, 1995.

DIÉGUEZ MELO, María. "Arquitectura mudéjar toresana. Últimas actuaciones en las iglesias del Santo Sepulcro y San Salvador de los Caballeros". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

DOMÉNECH CARBÓ, María Teresa y YUSÁ MARCO, Dolores Julia. *Aproximación al análisis instrumental de pigmentos y procedentes de obras de arte*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006.

FATÁS, Guillermo y BORRÁS, Gonzalo M. *Diccionario de términos de arte y elementos de Arqueología, Heráldica y Numismática*. Madrid: Alianza, 2000.

FERNÁNDEZ CABO, Miguel. *Armaduras de cubierta*. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos de León, Ámbito, 1997.

FERNÁNDEZ PUERTAS, A. "El lazo de ocho occidental. Su trazado, canon, proporciones, series y patrones". En *Al-Ándalus*, XI, 1975.

FRAGA GONZÁLEZ, M^a del Carmen. *Arquitectura mudéjar en Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Aula de Cultura de Tenerife, 1977.

- (1977): *Arquitectura mudéjar en la Baja Andalucía*. Santa Cruz de Tenerife: Aula de Cultura de Tenerife.

- (1985): *Arte Mudéjar*. Extremadura: Cuadernos de Historia del Arte (IV), Universidad de Extremadura.

- (1993): "Diccionario de ensambladores y carpinteros de los blanco (siglos XVI y XVII)". En *Anuario de Estudios Atlánticos* (nº 39). Las Palmas de Gran Canaria: Patronato de la Casa de Colón.

- (1994): *Aspectos de la arquitectura mudéjar*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria.

GABRIELI, Francesco. *Mahoma y las conquistas del Islam*. Madrid: Guadarrama, 1967.

GAGO VAQUERO, José Luis. "La carpintería como materia patrimonial". En *Anuario de Estudios Atlánticos* (nº 50). Las Palmas de Gran Canaria: Patronato de la Casa Colón, 2004.

GARCÍA CUETOS, María Pilar. "Las intervenciones en los monumentos mudéjares de Castilla-León. De Alejandro Ferrant a Luis Menéndez Pidal". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

GARCÍA ESTEBAN, L., GUINDEO CASASÚS, Antonio y DE PALACIOS DE PALACIOS, Paloma. "Clave de identificación de maderas coníferas a nivel de especie. Región europea y norteamericana". En *Investigación Agraria: Sistemas y recursos forestales*, Vol. 9, nº 1. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 2000.

GARRIS FERNÁNDEZ, Alex. "La restauración de la arquitectura militar mudéjar bajo la bandera franquista". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

GÓMEZ, María Luisa. *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid: Arte Cátedra, 2008.

GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, María del Valle y GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, María Gracia. "La capilla sevillana de Santa María de Jesús. Obras y restauraciones, 1909-2006". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

GÓMEZ SÁNCHEZ, M^a Isabel. *Las estructuras de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810)*. Madrid: AITIM, 2006.

GONZÁLEZ CARRILLO, Walkirio. "Algunas consideraciones a la hora de rehabilitar". En *Rincones del Atlántico* nº 1. La Orotava, Otoño-Invierno 2003-2004.

GONZÁLEZ-ALONSO MARTÍNEZ, Enriqueta. *Tratado del dorado, plateado y su policromía. Tecnología, conservación y restauración*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1997.

GROSSE BOYMANN, Guido. "La tipología de unas constantes mudéjares. Observaciones, notas, suplementos". En *Actas del II Simposio Internacional de Mudejarismo: Arte*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 1982.

GUTIÉRREZ CARRILLO, María Lourdes. “Técnicas de restauración en el patrimonio doméstico mudéjar granadino”. En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

HEERS, Jacques. *Historia de la Edad Media*. Barcelona: Labor, 1976.

HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Ascensión. “El muro de la parroquia de la Seo: el tapiz de Penélope de la restauración de la arquitectura mudéjar aragonesa”. En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, Javier y ALEGRE ARBUÉS, J. Fernando. “El Santo Sepulcro de Calatayud. Hacia una nueva lectura e interpretación del monumento”. En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

JODÁR MEDINA, Manuel, QUIRÓS GUERRERO, María Luisa y SÁEZ MEDINA, Tulia. “La Casa Mudéjar de Úbeda (Jaén): la restauración como camino hacia la recuperación del pasado arquitectónico”. En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

LAVADO PARADINAS, Pedro J. *Carpintería y otros elementos típicamente mudéjares en la provincia de Palencia*. Palencia: 1978.

LIOTTA, Giovanni. *Los insectos y sus daños en la madera*. Sevilla: Nerea, 2000.

LÓPEZ GUZMÁN, Rafael. *Arquitectura mudéjar*. Madrid: Cátedra, 2000.

LU, Peter J. y STEINHARDT, Paul J. “Decagonal and Quasi-Crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture”. En *Science* (vol. 315). Estados Unidos: American Association for the Advancement of Science, 2007.

MANZANO MARTOS, Rafael. “Arquitectura y restauración arquitectónica en Fernando Chueca”. En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

MARRERO ALBERTO, Antonio. “Artesonado de la Capilla Mayor del Santuario del Santísimo Cristo de Tacoronte: Desarrollo Iconográfico y su Interpretación”. En *Revista de Historia Canaria*, nº 193. San Cristóbal de La Laguna: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna SPULL, 2012.

- (2013): “Los Artesonados Mudéjares Policromados en la isla de Tenerife. Aspectos técnicos y su conservación y restauración”. En *Trabajos de Fin de Máster: Máster Universitario en Conservación y restauración de Bienes Culturales 2006/2010. Trabajos seleccionados*. Valencia: Edición digital Diazotec, Universidad Politécnica de Valencia.

- (2016): "Los Artesonados Mudéjares Policromados en la isla de Tenerife". Dirección: Clementina Carmen Calero Ruiz. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna (Tenerife).

- (2017): "Las Iglesias-Museo en Canarias. La Iglesia de Santa Catalina mártir de Tacoronte". En *Actas del I Congreso Internacional de Investigación Tobed-Mudéjar «El Objeto/Obra de Arte como [Id]Entidad Histórico-Artística»*. Tobed: Ayuntamiento de Tobed (En Imprenta).

- (2017): "La Carpintería en Canarias durante el reinado de Carlos V". En *Actas del XXII Coloquio de Historia Canario Americana*. Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria, Casa de Colón (En Imprenta).

- (2017): "¿Mudéjar o Mudejárigo? Compendio historiográfico y reflexión crítica. El uso del término mudéjar en Canarias." En *Revista de Historia Canaria*, nº 199, Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna SPULL, San Cristóbal de La Laguna.

MARTÍN-ALMENDRO, Pedro. *La carpintería de lo blanco. Técnica y fundamento histórico-artísticos de la carpintería de armar: ciencia y arte*. Málaga: Fundación Málaga, 2010.

MARTÍNEZ CAVIRÓ, Balbina. "Carpintería de lo blanco". En *Historia de las artes aplicadas e industriales en España*. Madrid: 1982.

- (2007): "Carpintería mudéjar: problemática". En *Actas del Simposio Internacional El Legado de Al-Ándalus. El arte andalusí en los reinos de León y Castilla durante la Edad Media*. Valladolid: Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León.

MARTÍNEZ NESPRAL, Fernando. "Relatos y dibujos de viajeros como fuentes alternativas para el estudio, intervención y restauración de los monumentos mudéjares". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

MATTEINI, Mauro y MOLES, Arcangelo. *Ciencia y restauración. Método de investigación*. Sevilla: Nerea, 2001.

- (2001): *La química en la restauración*. Sevilla: Nerea.

MAYER, Ralph. *Materiales y técnicas del arte*. Madrid: Hermann Blume, 1993.

MUÑOZ VIÑAS, Salvador. *Teoría contemporánea de la restauración*. Madrid: Síntesis, 2003.

NUERE MATAUCO, Enrique. "Restauración de la carpintería mudéjar siguiendo las reglas de la carpintería dictadas por D. López de Arenas en 1619". En *Actas del II Simposio Internacional de Mudejarismo: Arte*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 1982.

- (1990): *La carpintería de lazo. Lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel*. Málaga: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental, Delegación de Málaga, 1990.

- (1990): *La Carpintería de Lazo*. Málaga: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental, Delegación de Málaga.

- (2001): *Nuevo tratado de la carpintería de los blanco y la verdadera historia de Enrique Garavato carpintero de los blanco y maestro del oficio* (de Diego López de Arenas en 1619). Madrid: Munilla-Lería.

- (2008): *La carpintería de armar española*. Madrid: Munilla-Lería.

ORDÓÑEZ VERGARA, Javier. "La restauración de la arquitectura mudéjar en Málaga durante la posguerra. Algunos ejemplos". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

PACIOS LOZANO, Ana Reyes. *Bibliografía de arquitectura y techumbres mudéjares, 1875-1991*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 1993.

PALAIÁ PÉREZ, Liliána (coord.). *Seminario Puesta al día en la conservación de la madera en la arquitectura construida. Criterios de intervención y nueva normativa aplicable*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2009.

- (2009): Seminario. *La conservación de la madera en los edificios antiguos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

PASCUAL I MIRÓ, Eva. *Restauración de madera*. Barcelona: Parramón, 2007.

PAVÓN MALDONADO, Basilio. *El arte hispanomusulmán en su decoración geométrica. Una teoría para un estilo*. Madrid: Ediciones Cultura-Estilo, 1989.

PERAZA SÁNCHEZ, J. Enrique. *Carpintería II. Techos, suelos y paredes de madera*. Madrid: AITIM, 2006.

PRIETO Y VIVES, Antonio. *El arte de la lacería*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1977.

PRYCE, Will. *Arquitectura de madera. Historia universal*. Barcelona: Blume, 2006.

RÁFOLS, José F. *Techumbres y artesonados españoles*. Valladolid: Maxtor, 2005.

SANZ PRAT, Javier. "Análisis de las restauraciones constructivo-estructurales en las torres mudéjares de Aragón en intervenciones posteriores a 1985. Estado de la cuestión y primeras conclusiones". En *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2009.

SILVA MAROTO, Pilar. *Donación Várez Fisa*. Madrid: Museo del Prado, 2013.

SKINNER, Stephen. *Geometría sagrada. Descifrando el código*. Madrid: Gaia, 2007.

SUTTON, Daud. *Islamic design. A genius for geometry*. Glastonbury: Wooden Books, 2007.

TARQUIS RODRÍGUEZ, Pedro. "Diccionario de arquitectos, alarifes y canteros que han trabajado en las Islas Canarias". En *Anuario de Estudios Atlánticos* (nº 10-13). Las Palmas de Gran Canaria: Patronato de la Casa de Colón, 1964-1967.

TOAJAS ROGER, María Ángeles. *Diego López de Arenas. Carpintero, Alarife y Tratadista en la Sevilla del siglo XVII*. Sevilla: Diputación Provincial, 1989.

VAILLANT CALLOL, Milagros, DOMÉNECH CARBÓ, María Teresa y VALENTÍN RODRIGO, Nieves. *Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2003.

VALDÉS FERNÁNDEZ, Manuel. "Arquitectura mudéjar y repoblación. Bases para una hipótesis". En *Homenaje al profesor Hernández Perera*. Madrid: Comunidad Autónoma de Canarias, Dirección General de Patrimonio Histórico, 1992.

VITRUBIO, Marco Lucio. *Los diez libros de arquitectura*. Barcelona: Iberia, 2007.

VIVANCOS RAMÓN, Victoria. *La conservación y restauración de pintura de caballete. Pintura sobre tabla*. Madrid: Tecnos, 2007.

VIVANCOS RAMÓN, Victoria, MANUEL BARROS, José y GÁMIZ POVEDA, María. *Seminario sobre la limpieza de pinturas de caballete*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2007.

WILSON, Eva. *Diseños Islámicos*. México: Gustavo Gili, 1998.

YARZA LUACES, Joaquín. "Metodología y técnicas de investigación de lo mudéjar". En *Actas del II Simposio Internacional de Mudejarismo: Arte*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 1982.