Patronato de la Alhambra y Generalife
CONSEJERÍA DE CULTURA
JUNTA DE ANDALUCIA

***La presente colección bibliográfica digital está sujeta a la legislación española sobre propiedad intelectual.***

***De acuerdo con lo establecido en la legislación vigente su utilización será exclusivamente con fines de estudio e investigación científica; en consecuencia, no podrán ser objeto de utilización colectiva ni lucrativa ni ser depositada en centros públicos que la destinen a otros fines.***

***En las citas o referencias a los fondos incluidos en la investigación deberá mencionarse que los mismos proceden de la Biblioteca del Patronato de la Alhambra y Generalife y, además, hacer mención expresa del enlace permanente en Internet.***

***El investigador que utilice los citados fondos está obligado a hacer donación de un ejemplar a la Biblioteca del Patronato de la Alhambra y Generalife del estudio o trabajo de investigación realizado.***

*This bibliographic digital collection is subject to Spanish intellectual property Law. In accordance with current legislation, its use is solely for purposes of study and scientific research. Collective use, profit, and deposit of the materials in public centers intended for non-academic or study purposes is expressly prohibited.*

*Excerpts and references should be cited as being from the Library of the Patronato of the Alhambra and Generalife, and a stable URL should be included in the citation.*

*We kindly request that a copy of any publications resulting from said research be donated to the Library of the Patronato of the Alhambra and Generalife for the use of future students and researchers.*

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

**Biblioteca del Patronato de la Alhambra y Generalife**
**C / Real de la Alhambra S/N. Edificio Fuente Peña**
**18009 GRANADA (ESPAÑA)**
**Tel. (+ 34) 958 027 944**
**(+ 34) 958 027 945**
**Fax. (+34) 958 210 235**
**biblioteca.pag@juntadeandalucia.es**

# ALGUNOS ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LA ARQUITECTURA ISLAMICA

ANTONIO DE LAS CASAS GOMEZ *

En estas líneas quiero simplemente apuntar algunas ideas sobre los aspectos técnicos de la arquitectura islámica antes de entrar en los temas objeto de los trabajos técnicos que se van a presentar en este Simposium y que son su verdadero contenido. Se trata de hacer una llamada de atención sobre la conveniencia y necesidad de avanzar en el conocimiento de estos aspectos de la construcción islámica en general y de la construcción islámica española en particular, sin caer en la pretensión de intentar dibujar un panorama completo sobre los mismos.

Cuando preparábamos el programa de este Simposium y pensábamos en una asistencia eminéntemente técnica, dado el carácter de los trabajos realizados, nos pareció útil introducir esta ponencia de carácter más cultural, para no perder de vista esa visión histórica una vez que nos adentremos en los temas técnicos, que siendo necesarios han de verse en este contexto, y ésa es por lo tanto la única pretensión de estas palabras.

Son numerosos los estudios o libros publicados sobre la arquitectura islámica, pero más bien escasos los que hacen referencia a los aspectos constructivos de la misma, lo que lleva consigo que sean bien conocidos sus aspectos formales, decorativos, estilísticos, etc, y muy desconocidos sus aspectos técnicos y constructivos.

Cuando nos acercamos a la arquitectura romana nos encontramos con gran cantidad de edificios, con frecuencia muy bien conservados; distribuidos en muchos países; y con importantes rasgos comunes, tanto formales como técnicos, aunque no falten tampoco diferencias regionales, notables en muchos casos pero secundarias frente a los rasgos comunes. En estos edificios, los rasgos técnicos son tan sobresalientes que resulta imposible encontrar un estudio sobre la arquitectura romana que se fije exclusivamente en sus aspectos formales y no dedique su atención a los aspectos constructivos. Sólo a título de ejemplo recuérdese la atención que se presta en los libros sobre la arquitectura romana a descripciones de conceptos como *opus latericium*, *opus caementicium*, etc.

Por otro lado para el conocimiento de la arquitectura romana contamos con la inestimable ayuda del tratado *De Architectura* de Vitrubio, que, por sí solo, nos permite tener un conocimiento bastante exacto de las técnicas constructivas romanas. Este texto, por otro lado, debió cumplir en el mundo romano una función educativa y divulgativa de primera magnitud, que explica parcialmente la uniformidad que antes indicábamos.

Uno de los aspectos en donde se manifiesta la superioridad de la construcción romana es el haber podido ser ejecutada por una mano de obra poco especializada, con medios mecánicos reducidos y bajo la dirección de unos técnicos conocedores de una metodología muy precisa que eran capaces de desarrollar en las diferentes regiones del Imperio y trasmitir de generación en generación.

En la arquitectura árabe, por el contrario, no tenemos nada parecido a un tratado de construcción similar al de Vitrubio. Ello por sí solo hace que los problemas que se plantean al estudiar las arquitecturas islámica y romana sean completamente diferentes.

No me voy a entretener en estudiar si es más apropiado hablar de arquitectura árabe, musulmana, islámica u otra denominación diferente, y utilizaré indistintamente uno u otro término aunque en general utilizaré el de arquitectura islámica.

Debemos no obstante detenernos unos instantes en aclarar de qué estamos hablando cuando deci-

mos arquitectura islámica, ya que en lugar de hacer referencia a un estilo, a una época o a un pueblo, el nombre aquí utilizado hace referencia a una religión, a la creada por Mahoma y cuyas enseñanzas se encuentran recogidas en el Corán. Podríamos por tanto preguntarnos si en él existen unas normas constructivas o al menos arquitectónicas que justifiquen esta denominación, pero la respuesta evidentemente debe ser negativa. No obstante en el Corán existen unos preceptos que, de forma tal vez indirecta, han tenido una influencia determinante en la arquitectura y la construcción islámica.

Una de las obligaciones principales de todo musulmán, junto con la sumisión a Alá, la conducta recta, la peregrinación a La Meca y la limosna, es orar cinco veces al día mirando a La Meca y a ser posible en un lugar de oración o Mezquita. Ello lleva consigo la necesidad, desde los primeros momentos del Islam, de construir mezquitas al tiempo que determina algunas características formales de éstas.

El segundo precepto coránico que va a tener consecuencias en la arquitectura es la obligación de peregrinar a La Meca al menos una vez en la vida, lo que no es ajeno a la difusión y uniformidad de técnicas, gustos y costumbres por todo el ámbito geográfico a donde ha llegado la religión islámica.

Hay otros aspectos de la vida y de la actividad humanas que, aunque no estén expresamente recogidos en el Corán, se consideran incluidos en la sunna y por tanto forman parte sustancial de la religión islámica y han podido influir en algún aspecto de su arquitectura. Entre ellos cabe citar la consideración que merece el progreso material o los trabajos manuales, la prohibición de representar animales o personas —que va a influir de forma determinante en los aspectos decorativos de esta arquitectura—, la prohibición de que los edificios más altos superen en altura al alminar más bajo, la importancia de guardar la privacidad de la vivienda, la servidumbre del espacio que rodea una casa, u otros muchos que pueden explicar, o al menos ayudarnos a entender, ciertos aspectos de esta arquitectura.

Otra nota característica del Islam en los primeros siglos, que tuvo también su reflejo en la arquitectura, fue la tolerancia con otras religiones o costumbres, por más que en el momento actual nos cueste trabajo creerlo. Si esta tolerancia se daba en tema tan sensible como la religión, se manifestaba de forma mas amplia en aspectos científicos o técnicos y como veremos, la arquitectura islámica nace adoptando y reutilizando ciertas soluciones de las arquitecturas anteriores.

Sean estas la únicas causas o no, lo que sí es un hecho es que la arquitectura islámica es algo claramente diferenciado a pesar de su extensión espacial y temporal, de tal forma que cualquier obra islámica de cualquier época puede ser fácilmente reconocida sin necesidad de tener unos conocimientos muy amplios de historia del arte. Incluso en las construcciones actuales, en donde se utilizan técnicas modernas importadas de Occidente, aparecen estas formas inconfundibles de la arquitectura islámica.

Vamos a dedicar unas líneas a situar históricamente el nacimiento de esta arquitectura examinado los orígenes de la cultura y el Imperio islámico.

Nace el Islam en la península arábiga a principios del siglo VII —el año 622 de nuestra era es la marcha de Mahoma y sus fieles de La Meca a Medina—, en el seno de unas tribus nómadas del desierto, que, aun suponiendo que tuvieran otros aspectos culturales bien definidos y avanzados, lógicamente apenas podían tener tradición constructiva. Solamente en algunas tribus de las zonas marginales del mundo árabe, especialmente en el Yemen, podemos encontrar una tradición constructiva notable.

Entre el 632, fecha de la muerte de Mahoma, y el 651, es decir en menos de 20 años, el Islam conquista zonas con importantísimas tradiciones constructivas como Siria, Irak, Egipto y Persia; en un siglo ha ocupado todo el Norte de Africa y Sur de Europa, llegando hasta Poitiers (732); y por el otro extremo ha alcanzado los límites de las tribus turcas y de la China. Solamente esta enumeración nos da unas primeras pistas de lo que serán las fuentes de las que se nutrirá la arquitectura islámica.

Por un lado ya podemos darnos cuenta de que un Imperio formado con esa rapidez, y a partir de una cultura tan escasamente desarrollada, deberá apoyarse necesariamente en los conocimientos de los pueblos conquistados, y por otro lado también podemos hacernos una idea de los modelos que va a tomar la arquitectura árabe, o dicho de otra forma, qué construcciones se encuentran en los territorios conquistados, qué edificios van a utilizar tal como los encuentran, en un primer momento, y a partir de qué modelos se va a crear una arquitectura, más adelante perfectamente diferenciable y en muchos aspectos con una enorme personalidad.

En esta primera etapa la presencia de los conquistadores árabes, o simplemente musulmanes, se limita al terreno de la guerra, del orden público, del culto, del cobro de impuestos y poco más, quedando el resto de las actividades, incluidas las constructivas y las culturales, en manos de los pueblos indígenas.

Podemos decir que la primera gran tradición constructiva con la que entran en contacto va a ser precisamente la romana, directamente o por medio de lo que conocemos como Imperio Bizantino, localizada en Siria y en el resto de las zonas a las que había llegado el Imperio Romano —nos encontramos en la

época del califato de Damasco—; en Egipto; en Libia; en la antigua Cartago, hoy Túnez; y por último en Sicilia o en la propia España, por nombrar solamente alguno de los lugares que más pudieron influir en la formación de la arquitectura islámica española.

No parece que en esta primera época se produjese un contacto directo con las fuentes técnicas de la arquitectura romana, sino sencillamente apropiación: de sus construcciones, —a veces tras ser reparadas, como ocurre con el puente de Córdoba o con la Alcazaba de Mérida—; de sus técnicas en los edificios de nueva construcción; de sus técnicos y en no pocos casos de sus materiales, como es bien conocido en el caso de las columnas de la Mezquita de Córdoba o, fuera de nuestras fronteras, de la Mezquita de Kairuán.

La segunda gran civilización, desde el punto de vista constructivo, con la que tropiezan los árabes en su expansión, es la mesopotámica en el actual Irak, hasta el punto de que Bagdad va a sustituir a mediados del siglo VIII a Damasco como sede del Califato y por lo tanto como centro de la nueva civilización en formación. No es difícil hallar importantes rasgos de la arquitectura islámica que se deben a esta influencia.

Contemporáneamente se va a producir la conquista de Egipto y por lo tanto el conocimiento de sus construcciones, con lo cual no podemos dejar de pensar que causarían una profunda impresión en un pueblo criado en el desierto en tiendas de campaña. No obstante resulta más difícil que en el caso anterior descubrir sus huellas en la nueva arquitectura en formación, aunque no pueda excluirse de forma absoluta.

Por último la conquista de la antigua Persia, hoy Irán, pone en contacto a los árabes con la última gran civilización que va a contribuir a la formación de la arquitectura islámica, aunque evidentemente podemos rastrear aspectos procedentes de otras culturas menores que se habían desarrollado a lo largo y ancho del territorio conquistado.

Con esta breve enumeración ya podemos hacernos una idea de la amplitud de las influencias recibidas, desde los primeros momentos, por la incipiente arquitectura islámica.

En el caso particular de la arquitectura islámica en la Península Ibérica, a estas influencias habremos de añadir, por razones obvias, la influencia de los pueblos bereberes del Magreb, a los que conquistan antes de llegar a España y a los que asocian desde el principio a la conquista de la península y que siguen llegando en sucesivas oleadas a nuestro suelo durante toda la época musulmana, así los almorávides y, más importante desde el punto de vista de la arquitectura, los almohades.

Por tratarse de zonas que entran en la órbita musulmana cuando ya en España los reinos cristianos han expulsado a los musulmanes y que por lo tanto su influencia en la arquitectura islámica española no se produce o es ya muy tardía, no hablaremos del mundo otomano o la arquitectura musulmana de la India, aunque sean dos capítulos de sumo interés, especialmente el primero de ellos desde el punto de vista constructivo.

## LAS FUENTES DEL CONOCIMIENTO DE LA ARQUITECTURA ISLAMICA

Las fuentes directas de las que disponemos para el conocimiento de los modos de construcción en el mundo islámico son muy escasas. Apenas existen fuentes escritas sobre esta actividad, lo cual nos da una idea de que no era una actividad que mereciese una alta consideración social. En ausencia de las mismas hemos de acudir a fuentes indirectas como la iconografía, por otra parte tampoco muy abundantes si tenemos en cuenta el rechazo que tiene en el mundo islámico la pintura figurativa. Las miniaturas tan extendidas en el mundo persa, son la principal fuente iconográfica, aunque su presencia es bastante tardía. Nos aportan algunas imágenes de la actividad constructiva, pero tampoco de ellas podemos obtener más que unas pocas ideas generales (Láms. 1, 2, 3 y 4).

Del estudio y la observación de la construcción actual en los países islámicos podemos extraer bastantes datos sobre los modos de construir, teniendo en cuenta que en la mayoría de ellos esta actividad conserva muchos caracteres tradicionales y ha cambiado muy poco desde aquellos siglos.

Por tanto para conocer las formas de construir no tenemos más remedio que recurrir al conocimiento directo de los edificios o deducirlo de las formas de construir de los pueblos que influyen en la arquitectura islámica.

Debemos rechazar por otro lado la idea de que la arquitectura del mundo islámico es uniforme en el espacio y en el tiempo. Ya hemos hecho referencia a la extensión territorial que ocupa y al dilatado espacio temporal en el que se desarrolla, por lo que las variantes técnicas que podrán descubrirse, incluso bajo coincidencias formales, son muy importantes.

## LA FORMACION DE LA ARQUITECTURA ISLAMICA

Los primeros edificios erigidos tras la conquista por los musulmanes son, como no podía ser de otra

forma, los religiosos, es decir las mezquitas para satisfacer las necesidades de la nueva religión además de las obvias razones de prestigio.

Incluso en este caso, la construcción es realizada por los antiguos pobladores no musulmanes, con materiales, técnicas y motivos ornamentales indígenas. No olvidemos que nos encontramos ante un Imperio formado con enorme rapidez y por un pueblo que, en todos los aspectos y evidentemente en el constructivo, se encontraba mucho menos desarrollado que los pueblos conquistados.

Desde estos primeros momentos solamente se va a configurar una nueva tipología para las mezquitas, como consecuencia de las necesidades de la nueva religión, pero sin que ello lleve consigo unas innovaciones constructivas dignas de mención.

En los edificios civiles la continuidad es aún mayor que en los religiosos y solamente varios siglos después podrá hablarse de unos palacios árabes o islámicos con caracteres diferenciales que los distingan.

Muy tempranamente comienza también la actividad traductora de los árabes que, como es bien sabido, tiene una importancia enorme en la conservación de los textos de la antigüedad y por tanto en la historia de la cultura occidental. Esta actividad se centra fundamentalmente en los textos científicos y filosóficos y mucho más del mundo griego que del romano, prestándose menos atención a los textos literarios. No se tiene constancia de que se haya traducido el tratado *De Architectura* de Vitrubio u otros textos de construcción, al menos en los primeros siglos, aunque no pueda descartarse de forma absoluta.

El primer tratado de arquitectura del mundo islámico del que se tiene noticia, como veremos más adelante, se remonta ya al siglo XIII y se conservan varios del siglo XV, tanto uno como otros en Irán.

## LOS ARQUITECTOS Y OTROS ARTESANOS

En el mundo islámico las bellas artes, y por tanto la arquitectura, no estaban incluidas entre las artes culturales o intelectuales, por lo que eran consideradas de rango inferior y a ellas no se dedicaba, al menos al principio del Islam, gente de alcurnia; no eran desempeñadas por los árabes, sino por personas de los pueblos dominados.

Los oficios artesanos en el mundo islámico son muy especializados, desarrollan aspectos muy puntuales de la actividad y su aprendizaje se hace junto a un maestro por trasmisión directa. Por lo tanto cualquier actividad y en concreto las relacionadas con la construcción, se fraccionaba en una multiplicidad de oficios. La búsqueda de una garantía en la calidad de los trabajos hace nacer con frecuencia ordenanzas que los regulan y que naturalmente también presentan el aspecto de defensa de los artesanos existentes, aunque ello tuviera menos importancia que en Occidente.

En la construcción de los grandes edificios tenía una intervención muy grande la autoridad político-religiosa y se realizaban en gran medida por imitación de modelos conocidos. Con frecuencia se disponía de grandes sumas para su construcción, por lo que es muy frecuente en el mundo islámico que aun edificios muy importantes se realizasen en muy pocos años, al contrario de lo que ocurre en otras culturas contemporáneas en donde la construcción de los grandes edificios duraba siglos.

Se utilizan al menos tres términos para nombrar a los arquitectos, lo cual nos permite distinguir tres categorías diferentes entre los mismos: la primera es la del experto en geometría y ciencias físicas que proyecta y traza edificios importantes; la segunda el arquitecto que ejecuta obras proyectadas por otro y coordina e inspecciona la actividad de los diferentes oficios que participan en su construcción; y la tercera algo así como el maestro de obras que vigila la actividad de una multiplicidad de oficios.

Los arquitectos profesionales solamente existían en las grandes ciudades en épocas de gran actividad y se desplazaban de unas ciudades a otras cuando eran demandados. No eran infrecuentes los desplazamientos de arquitectos dentro del mundo islámico, unas veces voluntariamente y otras forzados como prisioneros.

La originalidad se buscaba más en los aspectos decorativos, obra de artesanos especializados, que en el propio trazado del edificio, que en general se hacía copiando otros conocidos.

Nada se sabe de la formación de los arquitectos aunque hay que pensar que el trazado y la construcción de los grandes edificios de la arquitectura islámica exigen unos buenos conocimientos de geometría y ciencias físicas. Su aprendizaje debía de hacerse en la propia familia, pues se tiene noticias de arquitectos que pertenecen a varias generaciones de un mismo apellido, o junto a un maestro, de forma similar a lo ocurre en la mayor parte de los oficios y como era habitual en todas las sociedades tradicionales. Los datos que se conocen en este sentido son sin embargo posteriores a la época que nos ocupa.

En ocasiones encontramos, como no podía ser de otra forma, arquitectos que alcanzan un elevado rango social gracias a su pericia como constructores y sus descendientes adquieren ya una cultura muy refinada y una formación teórica esmerada especialmente en el campo de las matemáticas, de las ciencias físicas y de la geometría. Otras veces el fenómeno se produce en sentido contrario, es decir son miembros

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

de la clase dominante los que dedican su atención y esfuerzos a la construcción de grandes edificios y de esta forma alcanzan unos grandes conocimientos, aumentando paralelamente su poder y prestigio.

Aunque los ejemplos que han llegado hasta nosotros de planos de edificios son ya del siglo XVI, no cabe la menor duda de que la arquitectura islámica, desde mucho antes, se construía a partir de un proyecto plasmado en unos planos. Parece bastante probable que éstos se realizasen sobre una cuadrícula, aunque ello no excluye que se utilizasen también otros métodos de proporción o modulación y muy probablemente entre ellos estuviera la raíz de dos, es decir la diagonal del cuadrado.

Existe menos certeza de que se utilizasen las maquetas para la definición de los edificios y las que han llegado hasta nosotros más parecen reproducciones a escala posteriores a la construcción del edificio que ayudas para la misma.

Los primeros libros de arquitectura de los que se tiene noticia, como antes indicábamos, hay que situarlos ya en el siglo XIII, aunque existen algunos textos anteriores relacionados con la construcción de las mezquitas y no debieron faltar otros sobre temas geométricos o referidos a oficios artesanales concretos.

## MUROS DE TIERRA Y LADRILLO

En la arquitectura islámica se usa profúsamente la construcción en tierra sin cocer por dos motivos, por ausencia en el propio lugar de otros materiales como piedra o madera y por tratarse casi siempre de regiones con escasas lluvias donde la construcción en tierra se comporta muy bien, no siendo necesario recurrir a otros materiales más difíciles de trabajar o más escasos y por tanto más caros.

La utilización de la tierra sin cocer apenas difiere de la que conocemos de los romanos, aunque al recoger tradiciones de amplias regiones donde esta práctica era generalizada, sin duda se introducirían detalles constructivos diferentes a los usados por los romanos. Desde luego las construcciones en tierra tienen una importancia mucho mayor en la arquitectura islámica y se utiliza en edificios de mayor importancia que en el mundo romano donde éstos eran realizados en materiales considerados más nobles y duraderos como la piedra y el hormigón.

La tierra se utilizaba de las dos formas tradicionales: el tapial y el adobe. En cuanto a la primera de ellas generalmente se hacía apisonando la tierra, mezclada frecuentemente con cal para conseguir una mayor dureza y durabilidad, entre dos tablas unidas por cuerdas o maderas. En el primero de los casos éstas suelen quedar dentro de la masa de tierra, proporcionando un excelente material orgánico para datar la construcción por el método del Carbono 14, aunque conviene tener en cuenta que la precisión en los espacios de tiempo que estamos manejando, de 1.300 a 500 años, no es muy grande. Si los tapiales se unían en su parte inferior mediante maderos, al ser extraidos dejaban unos mechinales en el muro que eran utilizados a su vez para soportar los andamios necesarios para los acabados de los muros.

La cal se mezclaba unas veces con toda la masa de tierra y otras se usaba en tongadas alternas, en general de muy poco espesor, lo cual puede darnos una idea de que se trata de una ejecución muy cuidadosa, donde se pondría mucho énfasis en la elección de las tierras y la cal, la buena mezcla de las mismas, el grado de humedad y por último la compactación. El tamaño de las tablas utilizadas se mueve alrededor de dos codos de altura por cuatro de longitud, es decir de 85 x 170 cm.

Vale la pena subrayar la perfección que alcanza la arquitectura islámica en lo que en términos actuales podríamos denominar "adaptación al medio", alcanzando metas difícilmente superables en ningún momento de la historia.

En la Torre de Comares de la Alhambra de Granada hemos realizado unos sondeos con el fin de examinar sus condiciones de cimentación y con frecuencia nos resultaba difícil distinguir cuando acababan los muros y empezaba la cimentación y cuando acababa la cimentación y empezaba el terreno natural ya que se trata de los mismos materiales, un conglomerado poco consolidado compuesto de cantos rodados y una matriz de material fino generalmente de carácter arcilloso. Es decir la Alhambra está en gran medida construida, tanto en los muros de tapial, como en sus cimientos, con los mismos materiales que se encuentran en el lugar y sin haber sufrido transformaciones externas. Es difícil encontrar una mejor adaptación al medio y un mejor aprovechamiento de los materiales disponibles.

Los muros de tapial, una vez construidos, se cubrían con un "enlucido" a base de tierra con paja o se pintaban con cal, con el fin de mejorar su aspecto e impermeabilizar su superficie para mejorar la durabilidad de los mismos. La presencia de paja dificulta el agrietamiento que se produce en la arcilla al mojarse y secarse sucesivamente y de esta forma se entorpece la penetración del agua.

En algunos lugares fuera de la Península Ibérica, donde la madera era sumamente escasa se hacía el tapial por un método constructivo diferente al descrito y que no hacía necesaria la utilización de los costeros de madera.

La otra forma de utilizar la tierra sin cocer era, naturalmente, en forma de adobes, conformados y

secados al sol antes de ser colocados en obra mediante mortero igualmente de tierra. Tanto en el propio adobe como en el mortero se mezclaba la tierra con paja o barcia, y si era demasiado arcillosa también con arena, para evitar su agrietamiento. Las dimensiones de los adobes son muy variables, observándose poca preocupación por utilizar tamaños estandarizados, al contrario de lo ocurre con los ladrillos cocidos, que suelen ser de dimensiones más constantes. Se fabricaban casi siempre en la misma obra y se colocaban todavía bastante húmedos. Igual que en el caso del tapial, en general el muro se cubría posteriormente con mortero.

El ladrillo cocido se utilizaba en principio para construcciones más duraderas, salvo en las regiones más húmedas donde, por el peligro de deterioro y porque a su vez el arbolado es más abundante, se utilizaba en la mayoría de las construcciones. Es bien conocida la pericia de los constructores islámicos en el uso del ladrillo de tal forma que en España, después de pasar los territorios islamizados a manos de los cristianos, la mayor parte de las construcciones eran realizadas por artífices musulmanes, convertidos o no al cristianismo, y que dejaban su impronta en las fábricas de las iglesias cristianas, fuera el estilo dominante el románico o el gótico.

En general, siguiendo la tradición romana y persa, en un primer momento se usan ladrillos cuadrados de 40 ó 50 cm de lado y 4 cm de espesor y posteriormente se va extendiendo el uso del ladrillo rectangular. Se pueden encontrar, no obstante, ladrillos de dimensiones muy diferentes. Las tierras utilizadas para la fabricación de los ladrillos cocidos eran en general más escogidas que las utilizadas para los adobes pues los tejares se situaban donde las tierras eran especialmente adecuadas. No se conocen avances técnicos importantes en el proceso de fabricación de los ladrillos en relación con los métodos utilizados por los romanos, siendo sometidos a la cocción después de secarse unos días al sol.

El mortero utilizado con el ladrillo cocido era generalmente de yeso y en lugares más húmedos de cal y arena.

El enlucido exterior ya no se utiliza con carácter general siendo frecuente, y de sobra conocido, el uso decorativo del ladrillo, bien haciendo relieves o dibujos con los del propio muro, bien utilizando piezas especiales superpuestas sobre el muro propiamente resistente. Ello daba lugar a la utilización de piezas de formas muy variadas, moldeadas u obtenidas por corte de los ladrillos cuadrados o rectangulares.

En la zona occidental del Islam apenas se utiliza el ladrillo vidriado de amplia tradición en Babilonia siendo, sin embargo, frecuente el uso de los alicatados cerámicos, que se realizan fundamentalmente en los interiores y mucho menos en los paramentos exteriores, al contrario de lo que ocurre en otras regiones del Islam como el centro de Asia donde son muy frecuentes los alicatados en cúpulas y otras partes de los edificios.

Tanto en el caso de muros de ladrillo, como de tapial o adobe, el cimiento solía hacerse, igual que en Roma, con mampostería de piedra hasta 40 ó 50 centímetros por encima del suelo y un poco más ancho que el propio muro, para evitar los daños que produce la humedad que asciende por capilaridad o las salpicaduras del agua de lluvia directamente. Normalmente eran de piedras irregularmente partidas o directamente de cantos de río y solamente en los edificios más nobles podían ser de sillares toscamente labrados. Cuando era posible se escogían para el cimiento las piedras más duras como el granito o el basalto y generalmente tomadas con mortero de cal. En ocasiones, como antes veíamos, la cimentación se realizaba con los mismos materiales que el resto del edificio o con ladrillos cocidos.

## MUROS DE PIEDRA

En la arquitectura islámica se usa la piedra para la construcción de muros, tanto en forma de mampostería como de sillería, distinguiéndose varios oficios entre los canteros que, como en las demás actividades, eran muy especializados.

Solamente en casos muy especiales se hacía todo el muro de sillería, siendo lo más habitual colocar sillares tomados con mortero de yeso, finamente tallados solamente en las caras de los muros, y el resto del mismo se rellenaba de piedras irregulares y arcilla o mortero de cal.

Aunque con mucha menos frecuencia que en la arquitectura romana también se utiliza en la arquitectura islámica el hormigón, en ocasiones con yeso como aglomerante en lugar de cal. En la Alhambra nos encontramos habitualmente con excelentes hormigones constituidos por un árido, a veces de gran tamaño, pero generalmente de unos pocos centímetros, y mortero de cal, o dicho de otra forma se incluye árido en los tapiales consiguiendo una gran consistencia.

Es muy habitual en las ciudades islámicas que el piso inferior sea de sillería de piedra y los superiores se construyan en ladrillo. Desde época temprana se utilizan en la arquitectura islámica sillares de diferente tamaño en hiladas alternas, como era habitual en la arquitectura asiria y persa y que más tarde se utilizó muy frecuentemente en la bizantina.

También se hacen alternar franjas de ladrillo con franjas de piedra, como habían hecho los roma-

nos, *opus listatum*, incluso en las dovelas de los arcos, como vemos en los arcos del acueducto de los Milagros de Mérida o en los de la mezquita de Córdoba.

Otras veces se utiliza uno u otro material mezclados de forma más irregular y aparentemente sin intención alguna, lo cual se explica teniendo en cuenta que los paramentos estaban generalmente cubiertos con diversos materiales, tanto en el exterior como en el interior, y por lo tanto no tenía importancia la constitución interna del muro. En la Alhambra podemos encontrar un muestrario de todas las mezclas de fábricas imaginables.

No era tampoco infrecuente encontrar piedra o ladrillo reforzando las esquinas o bordes de los huecos de edificios construidos en su conjunto en tierra.

Las columnas de piedra, en un primer momento, solían ser reutilizadas de edificios romanos, no solamente por razones utilitarias o económicas, sino que debía de tener un carácter simbólico, tanto para mostrar la superioridad de la religión musulmana en el caso de las mezquitas, como la superioridad política, en el caso de otros edificios. En algunas ocasiones incluso se utilizaban colocando los capiteles en lugar de las basas y viceversa, lo cual naturalmente no se hacía por ignorancia. Más adelante tienen que empezar a labrar columnas nuevas cuando las tomadas de edificios preexistentes no son suficientes.

Es frecuente, tanto en los muros de piedra como en los de ladrillo, el uso de arcos de descarga sobre los huecos o conjuntos de huecos construidos con dinteles de piedra o madera.

En los primeros momentos el arco más utilizado es el de medio punto, pero muy pronto se generaliza el uso del apuntado. El de herradura, que ya se había usado en Siria, Bizancio y en la misma Península Ibérica en la arquitectura visigótica, se emplea desde comienzos del siglo VIII y poco después, también como arco de herradura apuntado, va a convertirse en una de las notas más características de la arquitectura islámica. Con posterioridad se generalizan los arcos trilobulados, polilobulados, mixtilíneos o de varios centros, muy acordes con el gusto por la profusión de líneas. Lo mismo puede decirse de los arcos realzados heredados de Bizancio.

Es muy común, especialmente en las mezquitas con grandes salas de columnas, el completar el arco con un tirante de madera, que da la sensación de una inseguridad en su conocimiento de la forma de trabajar los arcos, ya que no son necesarios por existir arcos contrapuestos que producen por tanto empujes opuestos.

Ya antes indicábamos el gusto de la arquitectura islámica por los revestimientos de los muros a base de placas de piedra, piezas cerámicas, placas de yeso, pinturas o solamente con alfombras o telas, pero en ningún caso los dejaban desnudos.

Cuando se utilizaban piedras de mala calidad se recurría con frecuencia a revestirlas de yeso pulido, consiguiendo un aspecto parecido al mármol.

## BOVEDAS Y CUPULAS

Como arquitectura de regiones escasas en madera, la bóveda necesariamente debe ocupar un lugar importante en la arquitectura islámica lo mismo que había ocurrido antes en Mesopotamia e Irán.

La piedra permite sin más cubrir unas ciertas distancias, aunque siempre limitadas, mientras que el ladrillo, sin el recurso de la bóveda o la cúpula, es inútil para la construcción de las cubiertas.

Aunque, como veremos, se idean formas de construir arcos, bóvedas o cúpulas sin necesidad de cimbras provisionales de madera, ésta era la forma más usual de su construcción.

Se emplea por una parte el sistema que ya utilizaban los romanos para la construcción de arcos sin cimbra, consistente en formar la curva sobre el suelo mediante una especie de vasijas que se encajaban unas en otras y, posteriormente, se ponía en posición vertical, proporcionando un soporte provisional suficiente para, sobre él, conformar el arco definitivo a base de ladrillos, tomados con yeso la primera hilada y con otros aglomerantes de fraguado más lento las siguientes.

La otra forma de construir bóvedas de cañón sin cimbra era la más extendida en la arquitectura islámica. Apoyados sobre un muro lateral se iban conformando los arcos inclinados con los ladrillos de canto, que son estables sin necesidad de cimbra provisional (Fig. 1). Las primeras hiladas no completaban el arco sino que formaban solamente los arranques y después de algunas hiladas se formaba el arco completo. Cada arco se va apoyando sobre el anterior lo suficiente para sostenerse mientras endurece el mortero, lo que permite construir la bóveda completa sin necesidad de cimbra ninguna. De esta forma la bóveda queda formada con los ladrillos de canto, lo mismo que cuando se construye con la ayuda de cimbras, al contrario de lo que ocurre con la bóveda catalana.

Siguiendo esta técnica se puede igualmente construir una bóveda de aristas sobre planta cuadrada, empezando por cada una de las esquinas, o una cúpula sobre planta redonda (Fig. 2).

Este sistema permitía solamente bóvedas o cúpulas de tamaños reducidos debiendo recurrir a las cimbras en los casos de tamaños mayores.

Desde un punto de vista estructural resulta sumamente interesante la utilización que en la arqui-

tectura islámica se hace del sistema de trompas múltiples para pasar de una planta cuadrada a una circular en el proceso de construcción de una cúpula. El arco de la trompa construido en cada esquina va flanqueado por otros dos arcos en voladizo y que a su vez soportan otro arco superior.

Este sistema, multiplicándose sucesivas veces, acaba convirtiéndose en un mero elemento decorativo y perdiendo su función estructural dando lugar a las llamadas bóvedas de mocárabes profusamente utilizadas en la Alhambra. Al convertirse en una epidermis sin función estructural debe pender de otra estructura que generalmente es una armazón de madera, o bóvedas y cúpulas superiores.

En la arquitectura islámica también se emplean las pechinas o triángulos esféricos para pasar de la planta cuadrada a la circular como ya había hecho la arquitectura bizantina, aunque lo hará especialmente en la época seljúcida y otomana, a partir de los siglos XV y XVI.

Para soportar los esfuerzos horizontales de las cúpulas en su anillo inferior se recurre a aumentar el peso en estos puntos o a colocar unos anillos de madera capaces de soportar las tracciones, tirantes rectos de madera a ese nivel y en algún caso grapas metálicas entre las piedras.

El problema de compaginar el aspecto exterior e interior de las cúpulas lo resuelven con frecuencia los arquitectos islámicos mediante la construcción de dos cúpulas superpuestas, aunque por lo general la exterior es solamente una armazón soportada por la inferior sin ningún carácter estructural, aunque su peso contribuya algo a la estabilidad del conjunto.

Los nervios en las cúpulas de la arquitectura islámica tienen un sentido diferente del que tuvieron en la arquitectura romana. En ésta los nervios tenían una clara función constructiva, más que propiamente estructural, se construían en primer lugar los arcos de piedra o ladrillo mediante la ayuda de cimbras ligeras y estos servían a su vez como apoyo de las nuevas cimbras que debían soportar el peso del hormigón fresco con el que era construida el resto de la bóveda. En el caso de la arquitectura islámica se habla con frecuencia de que los nervios tienen solamente una función decorativa sin un papel estructural relevante y esto parece ser verdad en muchos casos como, por ejemplo, el de la Mezquita de Córdoba o el del Cristo de la Luz de Toledo donde el tamaño de las cúpulas hace innecesarios los arcos. Moviéndonos sin embargo en otras zonas del Islam hay que relativizar bastante esta afirmación ya que en muchos casos el esquema estructural de muchas bóvedas estaría más cerca de la arquitectura gótica que de la romana, tanto en cuanto al papel estructural de los nervios, como en cuanto a la manifestación de la estructura en el exterior del edificio en lugar de hacerlo en su interior.

Cuando en edificios de varias plantas, por falta de madera, se construyen los pisos mediante bóvedas es necesario recurrir a algún sistema para, sobre ellas, conseguir pisos planos sin tener que hacer un relleno sobre los riñones, que resultaría demasiado pesado. Ello se consigue a veces mediante la construcción de muros paralelos sobre las bóvedas y sobre ellos pequeñas bóvedas hasta conseguir un piso plano con un peso mucho menor que haciendo el relleno completo.

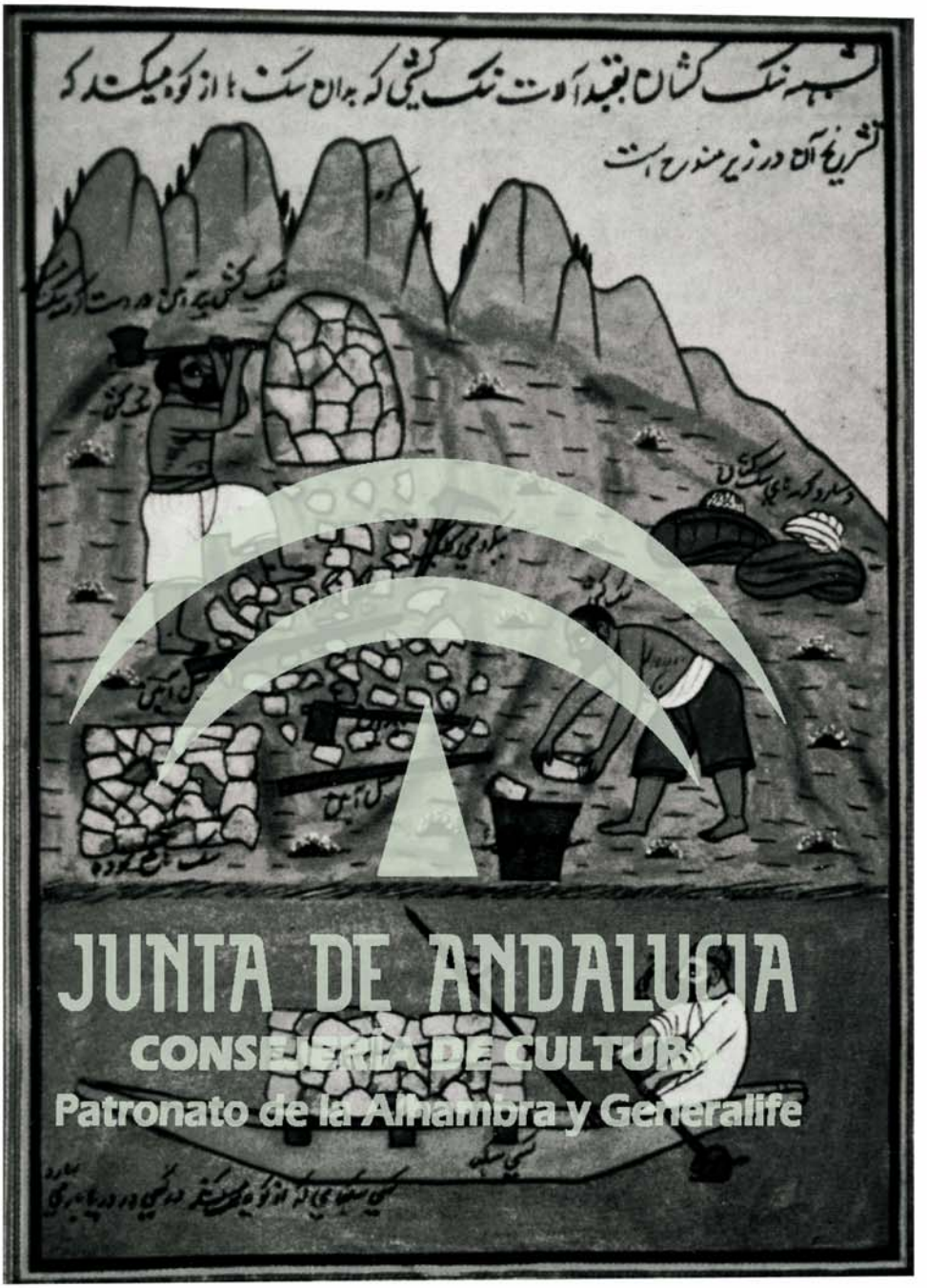
* CEDEX, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo.

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

■

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

*Lám. 1. Miniatura india siglo XIX.*



JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERIA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

*Lám. 2. Miniatura india siglo XIX.*

*Lám. 3. Miniatura india siglo XIX.*

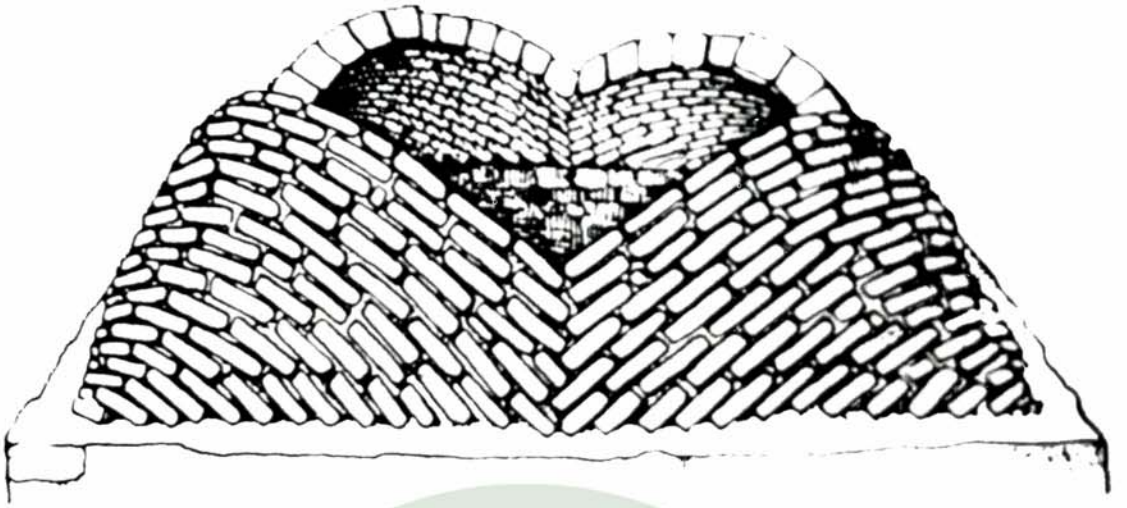
JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERIA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

*Lám. 4. Miniatura india siglo XIX.*

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

*Fig. 1. Bóveda de cañón.*



JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife

*Fig. 2. Bóveda de aristas.*