

La técnica del tapial en las fortificaciones y despoblados de Sharq al-Andalus. Un estudio arquitectónico constructivo

Alba Soler Estrela

El tapial es una técnica de gran antigüedad y muy extendida geográficamente que aunque presenta claras características comunes también tiene una relativa diversidad local.

Se han estudiado las tapias que se conservan en las antiguas alquerías y los castillos-fortalezas situados en una zona de montañas de Sharq al Andalus, en los actuales términos municipales de Vall d'Alcalà, Vall d'Ebo, Vall de Gallinera y Vall Laguar, situados al norte de la provincia de Alicante.¹ Las edificaciones estudiadas pertenecen a la época islámica y mudéjar, prolongándose durante la morisca en el caso de las alquerías que han dado lugar a los actuales despoblados moriscos. A través de ellas se alcanza el conoci-

miento en profundidad de la técnica del tapial en una zona y periodo particular, que merece ser estudiada por diversos motivos, entre otros por desvelar las razones constructivas para que después de siglos de abandono, de pérdida de las cubiertas, y de haber soportado varios terremotos, todavía muchos muros desafiando el paso del tiempo se mantienen en pie.

Otro de los motivos para el estudio de la técnica empleada está relacionado con la posibilidad de intervención, totalmente justificada dado su estado de ruina. Si la intervención quiere respetar las características para ser compatible y no entrar en contradicción, es imprescindible este conocimiento. También hace falta saber como se construyó para interpretar adecuadamente las patologías, y en general para fomentar una actitud de respeto al edificio, a las técnicas, a las personas que lo construyeron, sus intenciones, sus limitaciones. Puesto que el estado actual es de ruina y han desaparecido partes, la lectura es incompleta. El conocimiento de la técnica constructiva, permite deducir datos a partir de los que se conservan.²

La metodología aplicada, mediante una exhaustiva toma de datos, ha permitido recoger las huellas del proceso constructivo a través de levantamientos gráficos completos. Se describen además de las características formales, métricas y modulaciones; los tableros, tablas, agujas y barzones; los materiales: cal, piedra y arena; la composición y la resistencia; se analizan las secuencias, hiladas, juntas, enlaces y vanos. En suma, se estudia en su totalidad un proceso constructivo,



Figura 1
Castillo de Alcalá de Gallinera

que alcanzó una maestría y un dominio difícilmente superables. De esta forma se contribuye al conocimiento y puesta en valor de un patrimonio de gran importancia para la historia de la construcción.

LOS MATERIALES

Los casos estudiados se sitúan en un medio natural transformado por la acción del hombre a lo largo de los siglos. Las edificaciones se emplazan en un macizo montañoso, perteneciente a las estribaciones más septentrionales de la cordillera bética, que caracteriza el marco geográfico. El entorno próximo puede considerarse como un inagotable almacén del que provienen todos los recursos para la subsistencia y también los materiales empleados en la construcción, con gran presencia de aquellos de origen pétreo que proceden de la montaña: tanto los áridos como los mampuestos, que se obtienen de las rocas que afloran en el terreno.

Las tapias están ejecutadas casi en su totalidad a base de mampuestos y argamasa que rellena los huecos. El aspecto de una tapia recién construida no permite observar los mampuestos, que aparecen por el estado de degradación tras la pérdida de la superficie exterior. En algunos muros las tapias presentan un aspecto poco homogéneo, variando según zonas. En las esquinas se suelen colocar las piedras de forma más regular. En ocasiones se observa que los cajones de tapial se iban rellenando con capas alternas de mampuestos y de argamasa.



Figura 2
Tapia de argamasa con mampuestos. Despoblado de Cairo-la, Vall d'Ebo

Según la proporción y disposición de los mampuestos se realiza una clasificación teórica a partir de la observación de las tapias existentes:

1. Tapia de argamasa con grava - Hormigón de cal
El material predominante es el hormigón de cal
2. Tapia de argamasa con mampuestos - Hormigón ciclópeo

Predominan los mampuestos unidos con argamasa. Según la forma y disposición de los mampuestos se subdivide en:

2.1. Mampuestos colocados con un orden

El relleno de los encofrados se realiza por tongadas, lo que suele hacer que se produzca un cierto orden en la colocación de los mampuestos.

2.1.a. Tapia de mampuestos de forma irregular ordenados por hiladas horizontales. Se observan a veces capas alternas de mampuestos y argamasa formando tendeles horizontales.

2.1.b. Tapia de mampuestos colocados inclinados por hiladas horizontales, en forma de espina de pez.

2.1.c. Tapia de mampuestos de forma aproximadamente prismática colocados a rompejuntas por hiladas horizontales. Es más frecuente en jambas y esquinas.

2.2. Tapia de mampuestos de forma irregular colocados sin orden. Aunque siempre sea necesario un cierto criterio para colocar los mampuestos dentro de los encofrados con la argamasa, estos no siguen un orden concreto.

No se incluyen en la clasificación de tapias, por no haber detectado su presencia, la tapia de tierra, ni la tapia calicostrada, ni la tapia de ladrillo.

Hay que señalar la posible combinación en un mismo muro, de la fábrica de mampostería con el tapial, normalmente creando un zócalo inferior sobre el que asentar la primera hilada, o en el caso de una elevación o reconstrucción parcial. También las esquinas y los vanos pueden haber sido ejecutados con fábrica de mampostería, a partir de la cual se posicionaban los tableros.

Se han realizado ensayos para definir las características de los materiales empleados en su construcción para lo que se han tomado pequeños fragmentos desprendidos de sus tapias, tras lo que hay que destacar que la cal es el aglomerante básico empleado, y que debió de alcanzarse un buen dominio en su proceso de fabricación, ya que algunas muestras estudiadas son de extraordinaria dureza. Esto las diferencia de otras tapias de menor durabilidad en las que predomina la tierra y el apisonado tiene gran importancia. Sobre este tema cabe la posibilidad de que se hayan conservado las tapias de mayor dureza, frente a otras de peores características que habrían desaparecido.

EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Durante las reiteradas visitas se ha buscado laboriosamente cualquier huella relacionada con el proceso constructivo de los muros de tapial. La toma de da-

tos directa es muy laboriosa por la dificultad de acceso a sus emplazamientos y por su estado de abandono y ruina. A pesar de ello se ha podido determinar el posicionado exacto de numerosas agujas, también otros detalles como sus medidas o forma, así como improntas sobre los paramentos de los tableros, y las juntas y encuentros, que son de extraordinaria relevancia para los estudios dimensionales.

Tras el estudio de muchos casos, se ha podido definir el más general (confirmado por referencias teóricas y por la observación de otros lugares), en el que cada tablero se apoya en tres agujas, de las cuales, la del extremo de la frontera suele colocarse en el exterior del tramo de muro que se está ejecutando, para mantener su posición y ser la primera del tramo siguiente. A estas tres agujas relacionadas con el posicionado de un tablero, se les ha denominado *triada*. Para abordar su estudio detallado esta solución se ha dibujado para identificar y situar los elementos, y definir sus relaciones que se transcriben también como

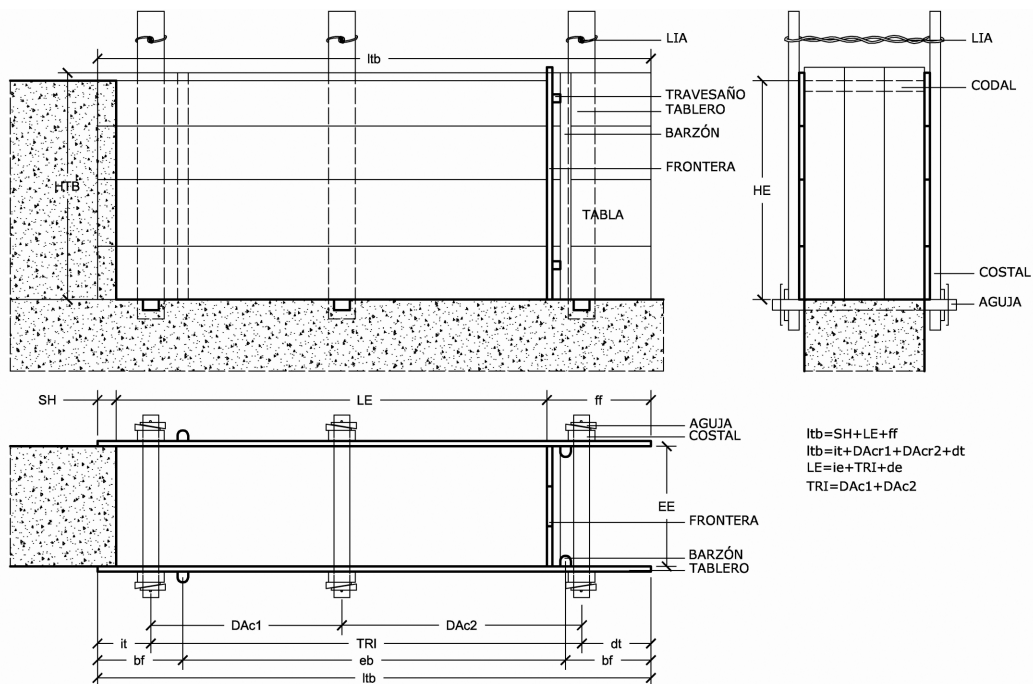


Figura 3

Juego de encofrados: elementos y relaciones dimensionales

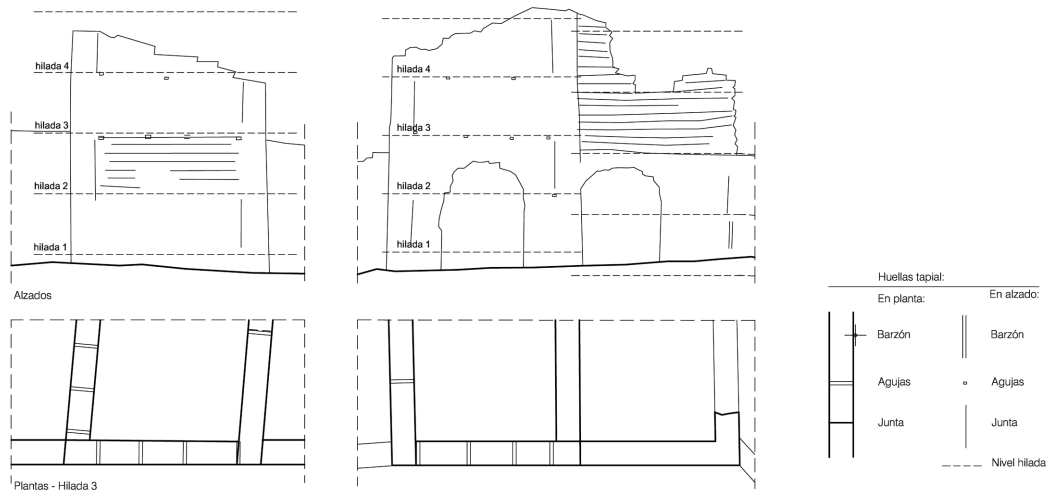


Figura 4

Levantamientos gráficos y estudios del tapial a partir de las huellas recogidas en la toma de datos

fórmulas. Se ha establecido que el muro se construye de izquierda a derecha, por similitud con el sentido normal de lectura.

Se definen los elementos del juego de encofrados, algunos de ellos tienen una denominación común según los distintos autores,³ mientras que en otros existen ciertas confusiones. Por este motivo se indican los términos y significados que se han usado en este trabajo:

- **TABLERO.** Encofrado de madera formado por varias tablas, que delimita el muro en sus caras exteriores.
- **TABLA.** Pieza de madera plana, de poco espesor.
- **BARZÓN.** Pieza de madera que sirve para unir las tablas y para sujetar la frontera.
- **FRONTERA.** Encofrado de madera formado por varias tablas, que delimita el tramo de muro que se está encofrando.
- **TRAVESAÑO.** Pieza de madera que sirve para unir las tablas que forman la frontera.
- **AGUJA.** Barra de madera que sirve para el posicionado, atirantado y apoyo de los encofrados.
- **COSTAL.** Pieza de madera que sujeta los encofrados, y que se enlaza con las agujas.

- **CODAL.** Pieza de madera que se coloca en el interior de los tableros, para mantener el espesor del muro, impidiendo que se cierre.
- **LÍA.** Cuerda para el atado superior de los costales.

Como se deduce de una lectura atenta de los dibujos los elementos tienen unas dimensiones concretas relacionadas entre sí. El estado actual sólo permite observar algunas huellas de los elementos utilizados durante el proceso de construcción. Si se quiere definir las características exactas del proceso, los encofrados utilizados, y el resto de elementos, se deben deducir los datos que faltan. Para ello es muy interesante considerar las relaciones entre las distintas magnitudes que permiten en algunos casos llegar a definir las dimensiones de los tableros utilizados, o por lo menos comprobar la compatibilidad de determinadas hipótesis.

En el proceso de estudio el análisis gráfico es fundamental. Comienza por la representación de todas las huellas relacionadas con la construcción con tapiales, recogidos mediante una toma de datos que ha puesto especial atención en estas cuestiones. Paralelamente, a partir de las definiciones, fórmulas y relaciones establecidas se genera una hoja de cálculo, en forma de tabla, para poder manejar los datos, obtener medias, etc.

El estudio tiene como uno de sus objetivos principales la búsqueda de las dimensiones del tablero. En los casos estudiados los datos de partida suelen ser los mismos. Por desgracia las juntas que definen las longitudes ejecutadas se han podido observar en contadas ocasiones. La información más frecuente es la distancia entre agujas. En vertical define la altura de la hilada, y en horizontal tiene relación con las dimensiones de los tableros, sobre todo si se pueden agrupar las tres agujas relacionadas con el mismo tablero.

A través del estudio de las tapias que se conservan, y pese a las particularidades de cada caso, se pueden extraer las reglas generales, y el modelo ideal teórico del proceso de construcción:

Aspectos dimensionales

La utilización de encofrados y su desplazamiento sucesivo, permite teorizar a partir de la parte del muro ejecutada cada vez, que conforma una especie de sillar realizado in situ, de excepcionales dimensiones, con un ancho de todo el espesor del muro, y una altura y longitud definida por las dimensiones de los en-

cofrados, esta unidad constructiva se ha denominado *tapiada*.

Los enlaces entre muros ortogonales siguen una ley constante, para conseguir la traba en esquina. Si el primer muro ejecutado llega hasta la alineación de la cara exterior del perpendicular, el segundo arranca desde la cara interior del primero. En la hilada superior el enlace se realiza en sentido inverso para que no coincida el plano de la junta, y se produzca la traba en las esquinas, y además esta secuencia hace que en los muros las juntas verticales de una hilada y la superior, se desplacen una distancia igual al espesor del muro. Tener esto en cuenta es importante para tratar de encontrar las juntas y poder definir las dimensiones de los tableros, aunque en algunos casos se presentan excepciones.

— Longitudes

En algunos casos se tienen muros independientes, pero en muchos otros se observa una dependencia alargada, en la que se estudia el conjunto formado por dos muros paralelos de mayor longitud, y otros

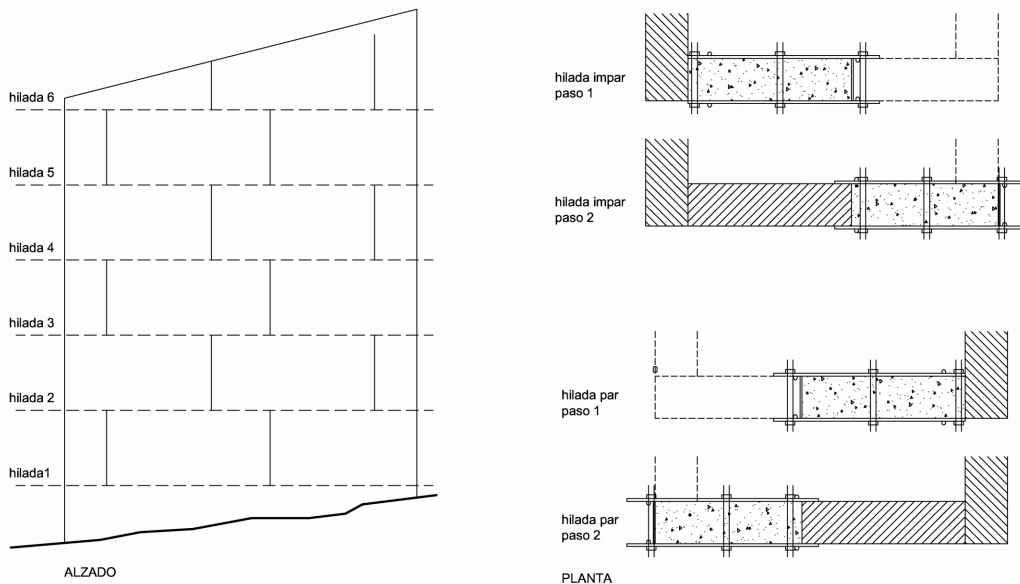


Figura 5
Secuencia de construcción del muro corto de una dependencia rectangular tipo

dos más cortos, perpendiculares a estos o transversales. Estos últimos se construyen con dos puestas de encofrados, que pueden condicionar el ancho de la crujía (también relacionado con la longitud de las viguetas, o por temas funcionales). En los longitudinales, el número de puestas es más variable, pero en el caso ideal, la longitud del muro vendrá modulada por la dimensión de los tableros.

Se ha observado que en algunos muros las longitudes ejecutadas con cada encofrado varían mucho, con grandes solapes en finales de muros, por lo que la hipótesis debe considerarse con flexibilidad. Por otra parte, las juntas sólo se observan en contadas ocasiones, lo que dificulta el estudio y multiplica las hipótesis.

En los trabajos de campo se han realizado numerosas mediciones de longitudes, alturas y espesores ejecutados. Con el conjunto de los datos obtenidos se ha utilizado como resumen numérico el método de la dispersión central que refleja con aceptable fidelidad la forma en que se distribuyen los valores, así como el más representativo (Shennan 1992).

Las juntas verticales se aprecian en contadas ocasiones, pero se han observado longitudes ejecutadas cuyo valor medio es 166 cm. Como no hay demasiados datos, se tiene en cuenta que la distancia entre la primera y la última aguja de cada tablero (triada), que tiene un valor muy similar a la longitud ejecutada. A partir de estas se obtiene el valor de 165 cm. Otro dato que nos sirve de aproximación es la distancia media entre agujas, de 80 cm, multiplicada por dos (160 cm) debe aproximarse a la triada y a la longitud ejecutada. Estos valores confirman un entorno dimensional muy concreto respecto a las longitudes ejecutadas, que implican unas longitudes de tableros alrededor de 200 cm.

Excepcionalmente en algunas zonas del despoblado de L'Atzivieta, y del castillo de Alcal de Gallinera, las huellas parecen plantear longitudes ejecutadas algo superiores a 260 cm, lo que obligaría a tableros cercanos a los 3 metros y el uso de cuatro agujas, en lugar de tres.

— Alturas

Los estudios dimensionales referentes a la altura de las hiladas suelen ser más sencillos, dado que normalmente toma un valor constante, apreciándose claramente la altura de la tapia ejecutada. El solape ver-

tical es uniforme en toda la hilada y tiene un valor mínimo, sin mayor incidencia. Las agujas se sitúan en la coronación de la hilada inferior.

A partir de los valores que se han medido se obtiene una altura de unos 80 cm, relacionadas con las longitudes ejecutadas más frecuentes de cerca de 165 cm.

En el caso excepcional de mayor longitud ejecutada (superiores a 260 cm), se relaciona con una altura aproximada de 110 cm.

— Espesores

El espesor medio del muro es de 45 cm. Podría haber sido algo superior con los revestimientos perdidos. Es constante en todas los despoblados, aunque aparecen en algunos casos espesores ligeramente inferiores. Aunque aparecen algunas excepciones también es el espesor habitual en el castillo, en el que las murallas se realizan con dos muros paralelos de dicho espesor.

A partir de las longitudes y alturas de las tapiadas, y los criterios de juntas observados, se plantea la forma de construcción de un caso frecuente, como el de una dependencia rectangular. En la parte inferior de los muros, a modo de arranque parece necesaria la realización de un zócalo nivelador que se adapte a los desniveles del terreno (rocas, bastante irregulares). A partir de este zócalo se suceden hiladas de tapial hasta la altura necesaria. Se ha considerado la posición habitual de los forjados y la construcción de muros hastiales con la pendiente de la cubierta.

Definir las dimensiones de los tableros y la forma de colocación de las agujas, en contra de lo que pueda parecer, no se realiza de forma inmediata, debido a la escasez de juntas apreciables, y a la dificultad de interpretación de los datos. El uso de un juego de encofrados de las mismas características con la excepción ya comentada, sólo se ha podido afirmar tras un estudio muy profundo de las huellas del proceso de construcción de tapias, con la exhaustiva recogida de datos, su estudio gráfico y mediante tablas y fórmulas.

Métrica y modulación

La coordinación modular es una disciplina compleja. La modulación como concepto teórico tiene una larga tradición en la arquitectura, pero el paso siguiente,

la aplicación a la construcción exige superar importantes dificultades. Cuestiones tan complejas como: dimensiones modulares de coordinación, componentes constructivos, posicionado, tolerancias ... todas ellas obligan a tener un conocimiento avanzado de la construcción arquitectónica que se adopta por ciertas exigencias, nunca innecesariamente.

Pese a la gran complejidad, considerando el codo como la principal unidad de medida hispano musulmana, algunos estudiosos han atribuido una relación entre la altura de la hilada de tapial y el codo, e incluso para las medidas en planta.

En este sentido, la dimensión de la altura puede relacionarse con una medida ideal de dos codos. Aplicando esta teoría a nuestros casos, la hilada de 80 cm se aproxima a dos *codos antiguos*, mientras que la de 110 cm con dos *codos rassaí*. En cambio el *codo mamuní*, que como veremos a continuación es el que más se aproxima a las medidas reguladoras en planta, daría valores del orden de 94 cm.

En planta se ha estudiado un valor representativo del ancho interior de crujía de 270 cm, si buscamos la relación con un codo de 45 cm, nos sirve exactamente para modular esta dimensión, y al coincidir con el espesor de muro, esto supone que module también las medidas exteriores y a eje de muros. Según este planteamiento idealizado el ancho interior se corresponde con 6 codos, al ancho a eje de muros con 7 codos y el ancho exterior con 8. El valor de 45 cm se podría considerar que se aproxima al *codo mamuní* de 47 cm, y también a la medida cristiana de media *alna* (o vara) de 45,3 cm. Pero al margen de este valor representativo, también se dan otros valores, y hay variaciones dentro de los despoblados incluso de los grupos, lo que hace dudar de la modulación según codos o permite aceptarla sólo como valores aproximados.

Considerando las tres dimensiones de las tapiadas y su relación (espesor: altura: longitud) si estas fueran múltiplos de un mismo codo, también lo sería la edificación construida. Cada tapiada debería tener un espesor equivalente al codo, la altura sería el doble y la longitud 4 veces el codo (proporción 1:2:4). A partir de los casos estudiados se han definido las dimensiones habituales de las tapiadas: 45 cm de espesor, 80 cm de alto, 165 cm de largo ($45 \times 80 \times 165$). Excepcionalmente se han observado tapiadas de mayores dimensiones: 45 cm de espesor, 110 cm de alto, 260 cm de largo ($45 \times 110 \times 260$). En ninguno de los

casos coinciden con la proporción 1:2:4, por tanto, en nuestro caso las dimensiones de las tapiadas en vertical y horizontal no pueden obedecer a una base modular común, al no corresponder con las proporciones derivadas de valores enteros de codos, por lo que las medidas reales no responden al repertorio de dimensiones ideales múltiplos del codo.

Otra hipótesis a considerar es que las dimensiones no estén relacionadas con ningún codo concreto, y que en cambio vengan determinadas por el proceso constructivo o por razones arquitectónicas. Las alturas necesarias pueden obtenerse con un número concreto de hiladas. En el caso más habitual de altura de hilada de 80 cm, en las construcciones de dos plantas el forjado intermedio se sitúa sobre la tercera hilada. Sobre este primer nivel aparece una segunda planta con cubierta a un agua. Esta cubierta inclinada tiene la cornisa sobre la hilada 5 y la cumbre sobre la 6. La excepcional altura de hilada de 110 cm permite que el forjado intermedio apoye sobre la segunda hilada, la cumbre sobre la cuarta y la cornisa algo por encima de la quinta.

Para analizar las dimensiones en planta de una dependencia rectangular desde el punto de vista modular, se deben relacionar con la longitud ejecutada media de cada tapiada (de aproximadamente 160–165 cm). La forma de resolver las esquinas, obliga a que la dimensión del largo y al ancho interior más el espesor del muro, sea múltiplo de este valor. En correspondencia con esto las dimensiones a eje serían múltiplos de este valor. Para las magnitudes observadas la anchura entre ejes de crujía es

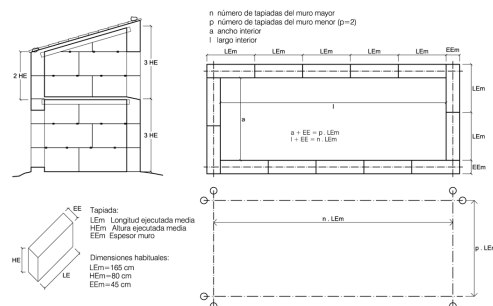


Figura 6

Estudio modular a partir de las dimensiones ejecutadas de las tapiadas de aplicación a los casos observados

la suma de la longitud ejecutada media de dos tapiadas. La longitud es un múltiplo más variable superior a cinco.

Tanto al hablar de las dimensiones verticales como de las horizontales, se ha indicado la modulación de los espacios según las dimensiones de los encofrados, que condicionan las de las tapiadas. Se puede considerar que estas sirven de componente base cuyas dimensiones tienden a repetirse aunque con una tolerancia relativamente amplia lo que le proporciona flexibilidad, frente a una métrica rígida.

Sobre la datación de las tapias, es interesante se nalar que las dimensiones definidas en los despoblados, tanto las más frecuentes como las excepcionales, se corresponden con las observadas en distintas zonas del Castell d'Alcal  de Gallinera. En este sentido el estudio del Castillo de Alcal  de Gallinera aporta datos de interés, puesto que un estudio detenido permite detectar tapias de diferentes características métricas, asociadas a distintas épocas. En las fases a las que se asigna una cronología almohade (siglo XII-XIII) (Ortega y Tejerino 2008), se observa la utilización de encofrados de idénticas características que los que se han definido como de uso habitual en los despoblados (longitudes ejecutadas de 160 cm, altura 80 cm); mientras que los de dimensiones algo mayores (260 cm, 110 cm), observados de forma excepcional en los despoblados, se corresponden con una fase posterior del castillo, posiblemente del siglo XIV. Pero tras el estudio realizado se defiende una postura que considera una constancia basada en la técnica constructiva (espesor mínimo para poder trabajar dentro de los encofrados, dimensión del tablero para que sean manejables, etc). Corroborando esta idea, a modo de ejemplo, se ha podido observar la coincidencia exacta de las dimensiones de las tapias de la fortificación estudiada (siglo XII-XIII), con las de algunas construcciones de principios del siglo XX en otras zonas.⁴ La métrica de las tapias puede coincidir en lugares y épocas dispares por lo que su utilización puede no ser adecuada para las asignación de cronologías.

Se considera que en cada construcción las dimensiones ejecutadas son resultado de la adición de las tapiadas, condicionadas por los encofrados pero con grandes tolerancias, que son el componente base que introduce una cierta modulación, con independencia de que las medidas tengan que ser múltiplos de un codo teórico.

Los elementos

Del juego de encofrados, algunos elementos no suelen dejar huellas. Es el caso de travesaños, costales, fronteras y codales. Las huellas más frecuentes son las agujas, los barzones y los tableros.

- Tableros. Las dimensiones de los tableros, se han deducido a partir de las huellas de las juntas horizontales y verticales, o indirectamente a través de las distancias entre las agujas. La longitud total del tablero sería cercana a los 2 metros. Su altura sería superior a 80 cm. A su vez, los tableros est n formados por tablas. Se han encontrado huellas que indican la altura de las tablas que van de los 17 a los 21 cm, lo que hace necesarias unas cinco tablas para conseguir la altura total del tablero.
- Barzones. Los casos estudiados sitúan al barzón a una distancia del final del tablero entre 15 y 30 cm. Su sección horizontal es ligeramente trapezoidal rematada en semicírculo en la parte exterior, con un ancho de 4 cm y una profundidad de 6 cm.
- Agujas. Las agujas son el elemento que más huellas ha dejado. Aportan una información muy interesante no sólo por su forma, sino por su situación, que está directamente relacionada con las dimensiones de los encofrados, y la secuencia de construcción. Por este motivo han sido estudiadas con gran detenimiento. El número de agujas de las que se ha determinado su posición en los muros es muy elevado, se han confeccionado unas tablas que ayudan a la interpretación y comparación de resultados dispersos. Las dimensiones son recogidas en tres columnas: ancho a, canto b y en su caso diámetro d. Se ha dibujado también su forma aproximada, que ha sido objeto de una codificación.⁵ A modo de conclusión, se puede decir que la presencia de agujas de distintos tipos en el mismo muro, incluso en una misma hilada no permite utilizarlo como criterio clasificador de tapias, puesto que se utilizaban de manera combinada. Predominan totalmente las de sección rectangular, con esquinas redondeadas o achaflanadas, sus dimensiones van de 30 a 45 mm de canto y 50 a

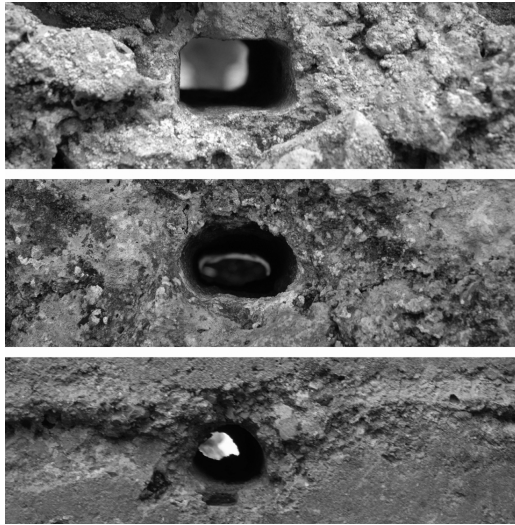


Figura 7
Tipos de agujas observados

65 mm de ancho. De forma más excepcional aparecen las ovaladas y las circulares, con diámetros entre 45 y 50 mm. La distancia entre agujas es flexible, aunque la utilización de tres agujas por tablero, y su relación con él hacen que la suma de las distancias de las agujas de un mismo tablero sea bastante constante y próxima a la longitud ejecutada. La distancia media entre agujas se sitúa rondando los 80 cm.

- Se ha podido precisar la dimensión de las agujas por sus huellas, en cambio es imposible definir los costales empleados. Planteando la hipótesis del encuentro de las agujas y los costales, por la dimensión de la agujas resulta difícil pensar que los costales se pudieran clavar y acuñar dentro de las agujas como sucede en otros casos de los que hay constancia documental. Parece más lógico que el costal abrace a la aguja, y que esta se sujete con ayuda de algún clavo metálico y cuñas de madera.
- Las huellas de las fronteras no han podido apreciarse en los despoblados, pero si en las almenas del castell de Alcalà de Gallinera. Estaban formadas por 3 tablas verticales.

El resto de elementos no se pueden definir directamente por la observación de los tapias que se conservan.

NOTAS

1. Los casos que aportan información relevante sobre el tapial son:
Los despoblados de L'Atzuvieta, Capaimona y Cariola en la Vall D'Alcalà; La Cairola en la Vall d'Ebo, La Solana de Benissili y Llombo en la Vall de Gallinera; Isbert en la Vall Laguar; y el castillo de Alcalà de Gallinera.
2. Recientemente se han llevado a cabo las obras de consolidación del Castell de Alcalà de Gallinera. Para la consolidación de muros, en una intervención mínima, se ha respetado los criterios de juntas y las dimensiones de las tapias del propio castillo, lo que requiere un conocimiento en profundidad de la técnica empleada. *Proyecto de Actuaciones de emergencia y acondicionamiento de accesos. Castillo de Alcalà de Gallinera*. Promotor: Fundación de la Comunidad Valenciana, La Llum de les Imatges. Arquitecta: Alba Soler Estrella.
3. El estudio ha tomado como base la «Selección de Tratados españoles de Arquitectura y Construcción, siglos XVI-XX. (Huerta 2005). La recopilación, que en realidad recoge tratados escritos o traducidos en lengua castellana, abarca un período temporal que se inicia con *Medidas del romano* de Diego de Sagredo de 1549 y finaliza con el *Tratado práctico de edificación* de E. Barberot de 1927. Se ha realizado una búsqueda sistemática de las palabras tapia y tapial. En primer lugar se han desechado todos aquellos en los que no figura. A continuación se ha desestimado aquellos en que tan sólo es una cita, para finalmente escoger aquellos en los que se estudia con relativa profundidad la cuestión, que son escasos y sin apenas dibujos.
4. En Helechosa de los Montes, (Extremadura), construcciones populares: Longitud ejecutada entorno 165 cm, y con tres agujas por encofrado. Altura ejecutada 80 cm. Combinado con parte inferior de mampostería y a veces esquinas. Y con adobe. Gran mezcla. Parte inferior de muros de mampostería, parte superior tapia. Aguja dentro de hilada inferior. En Utiel (Valencia), en edificio industrial de principios del siglo XX: Longitud ejecutada de 150 cm a 170 cm. Altura ejecutada 85 cm.
5. Entre las de forma rectangular R, se han subdividido en RR redondeadas, RH achaflanadas, RO ovaladas y las circulares CI. Excepcionalmente se ha observado una de forma trapezoidal y dos de sección rectangular variable, en cuña. Las agujas clasificadas como RO pueden interpretarse ambiguamente como caso intermedio entre rectangulares y circulares.

LISTA DE REFERENCIAS

- Castilla, F. J.; Núñez, P. 2005. «Estudio para la recuperación de la técnica del tapial.» En *Actas cuarto congreso de historia de la construcción*. Cádiz.
- Font, Fermí; Hidalgo, Pere. 1991. *El tapial. Una técnica constructiva milenaria*. Castellón: Edición a cargo de los autores.
- Fullana, Miquel. 1984. *Diccionari de l'art i dels oficis de la Construcció*. Mallorca: Editorial Moll.
- Huerta Fernández, Santiago (ed.). 2005. *Selección de tratados españoles de arquitectura y construcción, siglos XVI-XX*. IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Cádiz. [CD].
- López Martínez, Francisco Javier. 1999. «Tapias y tapiales» En *Loggia, Arquitectura y Restauración*, nº 8. Valencia.
- Ortega Pérez, José Ramón; Tejerino Antón, Daniel. 2008. *Memoria preliminar de la actuación arqueológica en el Castell d'Alcalà. Vall de Gallinera*. Promotor: Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano y Museos.
- Shennan, Stephen. 1992. *Arqueología cuantitativa*. Barcelona: Editorial crítica.
- Temes, Vicente; Barrios, Rafael. [1933] 1982. «La construcción del tapial en la provincia de Albacete» En *Arquitectura* nº 175. [Colegio oficial de arquitectos de Madrid. 1933] Almud nº 5.
- Vallvé Bermejo, Joaquín. 1976. «Notas de metrología hispano-árabe. El codo en la España musulmana». En *Al-Andalus*, XLI, 2.