

Torres de adobe: Análisis gráfico y constructivo de las casas-torre de Yemen

(Recibido: 06/05/2016; Aceptado: 10/06/2016)

Jiménez Vicario P. M.¹; García Martínez, P.²; López Jiménez J. M.³

¹ Universidad Politécnica de Cartagena

² Universidad Politécnica de Cartagena

³ Universidad de Granada

Teléfono: 636656404

Email: pedro.jimenez@upct.es

Resumen. En el artículo se examinan las posibilidades del adobe como material de construcción para edificaciones en altura a partir del estudio de las casas-torre de Yemen. Nos interesa analizar la idoneidad, fiabilidad y resistencia estructural del sistema constructivo utilizado, teniendo en cuenta las limitaciones del mismo. Además, consideramos los criterios compositivos para su adaptación a las exigencias del clima, la tradición y cultura local.

Palabras clave. Adobe, casa, torre, Yemen

Abstract. This article analyzes the advantages of using adobe as a suitable building material for constructing high-rise buildings. We consider the tower houses of Yemen as a study case. Our main purpose is to analyze the suitability, reliability and structural strength of the building system employed, considering the properties of the material itself and its limitations. Apart from this, factors like compositional criteria, the relation between this material and local tradition or how adobe shows a proper behavior under certain climatic conditions are also considered.

Keywords. Adobe, dwelling, tower, Yemen.

1. Introducción

Yemen cuenta con ciudades fortaleza con una arquitectura singular: Kawkaban, Shibam, Thula, Al-Tawala, Hababa, Al Mawit, Manakha o Al-Hajjarah. En ellas observamos un tipo de arquitectura construida principalmente con adobe, cuyo uso permite alcanzar alturas de hasta nueve pisos. Uno de los ejemplos más interesantes lo constituye la ciudad de Shibam que es considerada por la Unesco como el ejemplo más antiguo y mejor conservado de planificación urbana basado en el principio de construcción vertical. Los edificios más altos alcanzan las ocho plantas con alturas que rondan los treinta metros. Las motivaciones que han supuesto el desarrollo de este tipo de arquitectura han sido principalmente defensivas. El Islam es otro factor determinante en el desarrollo del esquema funcional de las Casas Torre. No obstante, desde tiempos preislámicos se construyeron un gran número de edificios desarrollados en altura, alcanzando las seis plantas. Los edificios entre medianeras mantenían la disposición del parcelario urbano y aportaban una gran densidad. Incluso graneros y almacenes se construían con el mismo número de plantas.

Se han desarrollado diversos tipos arquitectónicos dependiendo de la localización en el país. Por ejemplo, en *Sad'a* encontramos casas-torre construidas totalmente con adobe con un aspecto de

torre fortaleza; en cambio, en la ciudad de *San'a* los muros de las casas-torre son de ladrillo cocido sobre un amplio basamento de piedra de gran espesor. La dimensión y disposición de huecos depende de su orientación.

El gran desafío que plantea su construcción teniendo en cuenta las limitaciones del propio material, nos plantea la posibilidad de su uso en otras regiones que emplean el adobe como principal material de construcción, aunque en edificaciones mucho menos complejas y de menos altura.

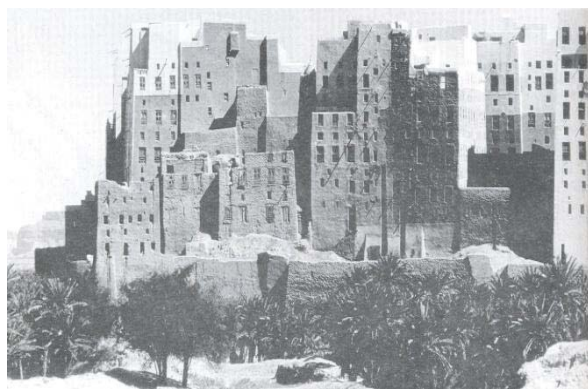


Fig. 1. Centro histórico de la ciudad de Shibam (Gernot, 2001).

2. Zonificación

Las casas-torre presentan características constructivas diferentes dependiendo de su localización en el país. Así, en la parte central y más árida de Yemen se construye con adobe y las fachadas son ciegas o disponen de huecos muy pequeños. Estos ladrillos sin cochura, se mantienen en un perfecto estado, gracias a las condiciones climáticas del lugar, al intenso proceso de de amasado y prensado y al empleo de una arcilla de buena calidad y amplio secado.

En el norte del país, en el área más próxima al Mar Rojo, el muro está construido en sillería tosca y se revoca completamente con barro. Sobre este embarrado se redibuja una simulada sillería de hiladas regulares que, horizontalmente, se alinean con las dimensiones de los huecos. Estas casas-torres se coronan mediante almenas y matacanes. En la mayor parte de los casos estas almenas toman formas decorativas y se blanquean con cal. Por ello y por el carácter defensivo de estas atalayas, las azoteas son accesibles.

Existe en el norte de Yemen una técnica particular denominada *zabur* que permite la construcción de edificios de varias plantas de altura. De un modo artesano se moldean el barro húmedo con paja y de modo manual se aplica con fuerza sobre las hiladas inferiores. La superficie es compactada y uniformada golpeando con una paleta de madera.

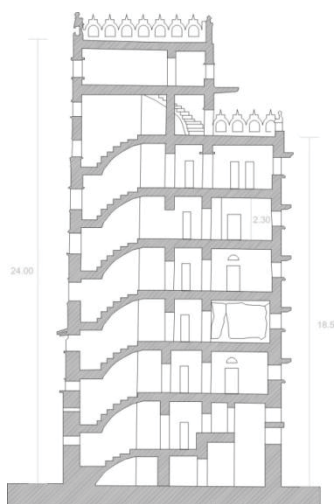


Fig. 2. Sección tipo de casa torre. Elaboración propia a partir de Ortega (2008).



Fig. 3. Planta tipo de casa torre. Elaboración propia a partir de Ortega (2008).

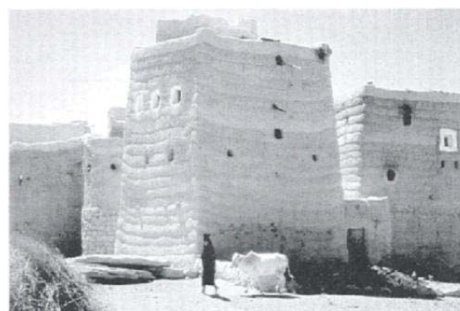


Fig. 4. Vivienda de varios pisos usando la técnica *zabur* (Gernot, 2001).

En la planicie de la Tihama o en el valle de Hadramaut la construcción en altura también emplea el adobe como principal material de construcción, llegando a alcanzar las construcciones de Shibam una altura de hasta ocho pisos. Este símbolo de la arquitectura yemení tradicional se encuentra no solo en las ciudades sino también en el ámbito rural.

3. Programa funcional

Los sucesivos niveles de las torres marcan la transición de lo público a lo privado. La planta baja se usa como cuadra o como tienda, convirtiéndose así en un lugar de intercambio con el exterior. El primer piso acoge el diván, o sala de recepción, un ámbito esencialmente masculino. En el siguiente piso se encuentra la sala de reunión familiar, que en ocasiones se usa como dormitorio, y por encima, las habitaciones privadas, incluida la cocina, el dominio tradicional de las mujeres. El último piso, o *mafrah*, se reserva para las reuniones con familiares o amigos. Ese ático es también la habitación con las ventanas más grandes y suntuosas de la casa, decoradas con celosías de madera y escayola e incluso a veces con cristales de colores (Espinosa, 2008)

4. Aspectos estructurales de la casa-torre: forjados, muros y elementos de comunicación vertical

Como país desértico, la cantidad de madera en Yemen es escasa, lo que condiciona la dimensión de las construcciones. En general, la longitud de las vigas de madera necesarias para apoyar los techos es limitada, por lo que la anchura de la habitación media raramente excede los cuatro metros. En la ciudad de San'á, las vigas de madera *khshab*, se obtienen sobre todo de los árboles de la nuez que crecen en oasis próximos y se colocan de manera longitudinal a un metro aproximadamente de separación. Perpendicularmente a las vigas se colocan maderas de un canto inferior, *asabi*, sobre las que apoyan esteras de hoja de palma, *hasirah*. La última capa la forma una capa de barro y otra de mortero de cal.

La cubierta de la casa-torre es plana transitable. Sus pretilos se coronan con merlones decorativos a modo de grandes palmetas caladas, dotando al edificio de

una crestería pintada de blanco (Ortega, 2008). El detalle constructivo de la cubierta es la misma que la de los forjados, con un revestimiento a base de cal que actúa de impermeabilización.

Las escaleras apoyan sobre bóvedas rampantes que descargan sobre un núcleo perfectamente definido, integrado en la torre y responsable en parte de su estabilidad mecánica (Ortega, 2008)

En general en Yemen, sólo la parte baja de los edificios se construye con sillares de piedra. Las piezas de barro pueden ser cocidas, *yajur*, o secadas al sol, *libn*. La solución constructiva de las clases más humildes emplea el *Khulub*, una mezcla de paja, estiércol, piedra y barro. El muro de carga hasta la coronación del edificio se compone de dos hojas exteriores y un material interior de relleno. Las hojas exteriores pueden ser de adobe, ladrillo o piedra, dependiendo de la región. En el caso que las hojas exteriores sean de piedra estas tienen un espesor de 20 a 25 cm y el interior presenta un relleno de barro y cascotes. En el caso que las hojas exteriores sean de adobe, estos tienen una dimensión media de 40x25x12 cm unidos con un mortero de limo y tierra.

Los muros de carga tienen un espesor en planta baja de un metro aproximadamente, reduciéndose progresivamente hasta los 30 centímetros de las plantas superiores. Con frecuencia esta fábrica se refuerza con una estructura de madera. La estabilidad constructiva se debe en parte a la gran inercia de los muros exteriores.

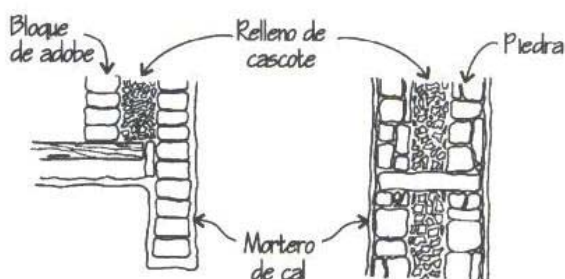


Fig. 5. Sección vertical del muro de carga de la casa-torre. A la izquierda, muro de adobe en encuentro con forjado y formación de hueco en pisos superiores; a la derecha, sección de muro de piedra en planta baja (Neila González, 2004).

En general los muros se revisten tanto al exterior como al interior con un mortero a base de cal. La decoración se realiza mediante abultados decorativos pintados a la cal junto con decoraciones rómbicas, de espiga y otras formas variadas, que se alternaban o combinaban, dentro del mismo edificio. En algunos casos –por ejemplo en Saada– destaca la ausencia de un revoco general en el muro, salvo el revoco a la cal aplicado en bordes de huecos como decoración.

En el interior generalmente la decoración se realiza con yeso. En ciudades como San'a los huecos interiores se resuelven con arcos de medio punto, en cuyos prolongados tímpanos se insertan celosías de

estrellas de yeso. Los anchos abultados que jambean las ventanas, se prolongan verticalmente pasando de un hueco a otro. De esta forma se realza la verticalidad de la torre (Ortega, 2008). La protección del soleamiento se realiza con celosías o viseras horizontales de madera. Se utilizan también balcones volados apoyados sobre ménsulas de piedra o madera.

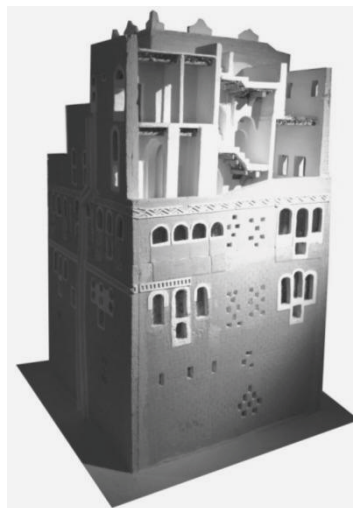


Fig. 6. Maqueta de casa-torre de Yemen. Imagen del autor obtenida en la Exposición "Learning from vernacular" de Arquería de Nuevos Ministerios, Madrid, 2011.

5. Propiedades del material

Uno de los aspectos que a priori parece más sorprendente e interesante de las casas-torre, es el delicado equilibrio que se produce entre el material empleado en la construcción, la altura de la propia edificación y la alta sismicidad que presenta la zona. Debemos recordar que más del 60% de las áreas de construcción de tierra, se encuentran en una franja situada entre el Trópico de Cáncer hasta el paralelo 50° Norte. Esto quiere decir que la utilización de la tierra está especialmente difundida en las áreas caracterizadas por una sismicidad medio-alta, por una gran variedad de situaciones ambientales y climáticas y por una notable diferencia de altitud.

Las estructuras de tierra resisten bien los esfuerzos de compresión, pero al mismo tiempo la adaptabilidad propia del material permite absorber ciertas deformaciones. No obstante, la construcción con adobe presenta una serie de debilidades, que en el caso del sismo pueden ser solventadas con refuerzos adicionales. Uno de los puntos débiles de su construcción se concentra en las juntas de mortero entre bloques, donde se producen importantes fisuras por contracción de secado del mortero. Otro punto débil ha sido hasta ahora la baja popularidad que disfruta el sistema constructivo en el campo de mecanización industrial, debido a su excesiva dependencia en labor manual. Este aspecto tiende a encarecer los servicios de su producción profesional.

No obstante, encontramos una serie de cualidades válidas en la actualidad, teniendo en cuenta que la

sostenibilidad será un imperativo para el futuro y en el que resulta inevitable abordar la finitud de los recursos materiales y energéticos de los que disponemos:

1.- *Disponibilidad local*: un factor importante a favor es la abundancia, disponibilidad y uso como materia prima local. La procedencia del material en cada caso está directamente relacionada con su emplazamiento y la implantación del edificio en cuestión.

2.- *Ductilidad para el modelado*: facilidad para cortarlo, tornearlo, ajustarlo dimensionalmente, hacer modelado directo.

3.- *Bajo costo de fabricación y transporte*: no requiere de maquinaria ni energía, sólo mano de obra, algo de especial importancia en zonas deprimidas. Por ejemplo, su producción necesita el 1% de la energía requerida en la fabricación de hormigón.

4.- *Aislante*: el uso de la tierra como material de construcción representa un buen aislante térmico y acústico. En regiones como Yemen donde existen oscilaciones térmicas entre día y la noche, la pared de adobe actúa como un regulador ambiental gracias a la gran inercia térmica, debido a su espesor. Este hecho le confiere propiedades higrotérmicas. Experimentos llevados a cabo en el Forschungslabor für Experimentelles Bauen, de la Universidad de Kassel, Alemania, demostraron que cuando la humedad relativa en un ambiente interior aumenta súbitamente de 50% a 80% los bloques de barro pueden absorber 30 veces más humedad que los ladrillos cocidos en un lapso de dos días. Aún cuando se colocan en una cámara climática a 95% de humedad relativa durante 6 meses las piezas de adobe se humedecen pero no se ablandan (Gernot, 2005).

5.- *Ciclo de vida*: desde el punto de vista de la creciente conciencia ambientalista que caracteriza a la arquitectura actual, el barro se agrupa con las tecnologías ambientalmente correctas en razón de su auto reciclaje y reutilización (INTI, 2008).

6. El adobe y las técnicas contemporáneas

La industrialización de la construcción con tierra es una realidad que se ve impulsada principalmente desde los países de Sudamérica. Encontramos en el ámbito universitario importantes proyectos de investigación como los que se están desarrollando en la Pontificia Universidad Católica de Perú. Sus esfuerzos se centran en el desarrollo de sistemas de refuerzo de muros existentes y nuevos sistemas para conseguir estructuras más eficientes frente al sismo, creando prototipos de adobe armado con mallas plásticas, mallas electrosoldadas, vigas de coronación de amarre de los muros de adobe, etc. Convenios como el realizado por dicha Universidad con la Universidad Politécnica de Madrid ha dado lugar a sistemas de albañilería integrales de adobe que permiten la construcción de viviendas sismorresistentes en países en desarrollo. En países como Chile, consideran además otras técnicas en las

investigaciones realizadas y arquitecturas construidas. Es el caso de tapias reforzadas con dispersores sísmicos, tierra alivianada, quincha metálica, BTC antisísmico, etc. (Gatti, 2012).

7. Consideraciones finales

En la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra y en países en vías de desarrollo representa más de la mitad. La construcción con adobe constituye uno de los sistemas más comunes y conocidos. Las cualidades plásticas, expresivas y funcionales de la construcción con tierra son puestas en valor hoy en día en multitud de estudios, si bien, las limitaciones técnicas del mismo y la aparición de nuevos materiales limitan su uso, asociado tradicionalmente con la pobreza, la poca solidez o la falta de higiene. A pesar de ello, el empleo de la tierra como material de construcción está resurgiendo como una alternativa real en determinadas regiones donde tradicionalmente lo ha sido. Investigaciones en este ámbito lo ponen de manifiesto. Con la presente investigación hemos descrito un tipo arquitectónico, la casa-torre, con el que hemos puesto de manifiesto las posibilidades constructivas de este material. A pesar de la vulnerabilidad que presenta frente al sismo o el agua, el adobe constituye una buena opción para contribuir al desarrollo de la vivienda sostenible en el futuro en las zonas cálidas y secas del planeta. La densificación que permite la casa-torre, así como los nuevos sistemas constructivos con tierra, abre un abanico de posibilidades para la construcción del futuro en estas regiones.

Referencias

- [1] Gatti, F. (2012) *Arquitectura y construcción en tierra. Estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra*. Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Construcción Arquitectónica I.
- [2] Gernot, M. (2001) *Manual de Construcción en tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Nordan.
- [3] Gernot, M. (2005) *Manual de Construcciones de Viviendas Antisísmicas en Tierra*. S Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel, Alemania.
- [4] Instituto Nacional de Tecnología Industrial: <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc65/inti7.php>
- [5] Neila González, F. J. (2004) *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Munilla-Leria, p.40.
- [6] Ortega Andrade, F. (2008) "La construcción doméstica. La casa árabe". Universidad de la Palmas de Gran Canaria. Departamento de Construcción Arquitectónica.