



Sección TÉCNICA



Potencial ecológico de la edificación con adobe.

Luis Fernando Guerrero Baca.

Departamento de Síntesis Creativa. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco

Calz. Del Hueso 1100 Edif. P. Col. Villa Quietud México D.F. E-mail: luisfg1960@yahoo.es

RESUMEN

A pesar de la creciente tendencia en el desarrollo de sistemas alternativos de construcción con tierra, el uso del adobe sigue vigente en muchas partes del mundo, especialmente en las zonas rurales de los países menos industrializados. Este sistema ha probado a través de los siglos su eficiencia desde el punto de vista bioclimático en regiones frías y cálidas, áridas y lluviosas. Parte de la explicación de la difusión de este sistema, radica tanto en la facilidad de su elaboración como de su construcción. El reconocimiento del equilibrio con el medio ambiente que presenta la edificación con adobe a lo largo de todo su ciclo de vida permite conferir un alto valor patrimonial a los inmuebles realizados en el pasado con esta técnica, así como a la sabiduría tradicional que ha pervivido hasta nuestros días, y que se vuelve una fuente de aprendizaje fundamental para ser aplicada en obras contemporáneas sustentables desde la óptica social, económica y ecológica.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia las sociedades han desarrollado procesos de construcción a partir del uso de la tierra como materia prima, con base en la evolución de saberes derivados de diferentes fuentes. En este devenir se ha ido optimizando la organización del trabajo, el manejo de herramientas y la transformación de los recursos naturales. Estos conocimientos se transmitieron entre diferentes sociedades por la imposición cultural derivada de las innumerables conquistas entre civilizaciones, o bien por el simple intercambio de saberes entre comunidades vecinas. De esta forma se han ido estructurando culturas constructivas regionales en las que sobreviven las tecnologías que utilizan de manera más eficiente su relación con el medio ambiente y su organización social. En este camino del desarrollo de la historia de la construcción, el caso de los adobes resulta muy interesante debido a que, además

de los mecanismos de transferencia tecnológica mencionados, comunidades totalmente inconexas en tiempo y espacio llegaron a soluciones constructivas de una semejanza impresionante. Tanto los procesos para mejorar las condiciones naturales de la tierra, como la elaboración, la dimensión de los bloques y los procesos para la ejecución de elementos constructivos, eran prácticamente iguales en la cordillera del Himalaya, las ciudades preincaicas de la zona andina o las civilizaciones prehispánicas Mesoamericanas, sin que a la fecha se haya podido documentar científicamente la posibilidad de algún tipo de intercambio cultural entre estas regiones en el pasado.

La construcción con adobe por su nivel de difusión y por su permanencia a lo largo de milenios, fue la técnica de uso más frecuente en la edificación en prácticamente todo el orbe debido a su sencillez y versatilidad.

Sección TÉCNICA



Fig. 1. Con millones de adobes de diferentes formas, la cultura Chimú edificó el impresionante conjunto de ciudadelas amuralladas de Chan Chan en la costa Norte del Perú.
(Foto L. Guerrero)

Sin embargo, a pesar del nivel de difusión de esta técnica, las investigaciones metódicas acerca de su origen y desarrollo presentan múltiples lagunas y hasta errores e inconsistencias. Algunas de ellas se derivan del propio nombre de los elementos constructivos. No se suele hacer distinción alguna entre las diferentes técnicas de construcción con tierra y se tienden a llamar genéricamente “de adobe”. Hay informes realizados por profesionales de la arqueología, la antropología o la restauración, en los que se dice por ejemplo que se han encontrado restos de viviendas de bajareque que estaban “totalmente recubiertas de adobe”, o se habla del “hallazgo de muros revocados con capas de adobe”. Autores muy reconocidos llaman erróneamente “adobe” al barro crudo, llegando al extremo de reportar que “se han documentado muros hechos de ladrillos de adobe”. Es como si consideraran que la palabra adobe es sinónimo de tierra o lodo. En la traducción mexicana del reconocido libro de Hassan Fathy *Arquitectura para los pobres*, a pesar de que

el “protagonista principal” es justamente el adobe, en la mayor parte del texto equivocadamente se hace referencia a este material como “tabiques de adobe” (Fathy, 1975: 20). Un problema similar se presenta en el título *Arquitecturas de adobe* con el que de manera totalmente desatinada se tradujo al español el libro *Archi de terre* de Bardou y Arzoumanian (1981) que precisamente habla de la diversidad de sistemas constructivos de tierra, entre los cuales se encuentra el adobe. La realidad es que, aunque se trata de uno de los sistemas constructivos más comunes en el mundo y desde luego en todo el territorio nacional, hasta la fecha no ha recibido la atención que se merece, y ha sido despreciado por investigadores, profesionales de la construcción y hasta por los propios moradores de edificios que consideran que se trata de un material constructivo insalubre, inseguro y asociado a la idea de pobreza y retraso cultural. Por tales motivos, día con día innumerables estructuras de tierra son demolidas para substituirse por elemen-

tos hechos con materiales de origen industrial, que suelen contar con mayor prestigio, a pesar de que la experiencia de su implementación es considerablemente más reciente, que no existe garantía de su durabilidad y, sobre todo, que son totalmente ajenas ecológica y económicamente a los diferentes sitios en los que se emplean.

Es por esto que se hace indispensable la implementación de estudios que permitan reconocer tanto los límites como los valores del adobe como sistema constructivo para buscar su conservación, mejoramiento e integración en el diseño sustentable presente y futuro.



Fig. 2. La azotea de la Gran Mezquita de Djenné en Mali, el edificio de adobe más grande del mundo, posee un original sistema de control de temperatura interior basado en perforaciones que son tapadas y destapadas manualmente al amanecer y al anochecer. (Foto L. Guerrero)

PROCESOS DE ELABORACIÓN

La edificación de adobe consiste en la elaboración de piezas de tierra cruda que se moldean para darles dimensiones adecuadas para su manejo, durante los procesos de construcción de muros, arcos, bóvedas y cúpulas, a partir de hiladas sobrepuestas, de modo similar a la edificación de toda mampostería con piedra labrada, ladrillos y otros bloques.

La tierra que se utiliza para hacer los adobes se extrae de los estratos del suelo que están debajo de la llamada “capa orgánica”. La tierra con restos de descomposición animal o vegetal puede acarrear problemas en la edificación por su variabilidad y como consecuencia de la posible presencia de semillas, esporas, larvas o huevecillos que, después de un tiempo, se convierten en flora o fauna nociva para los sistemas constructivos. Además, la materia orgánica tiende a descomponerse, con lo que los adobes lógicamente se debilitan.

El suelo del horizonte que está bajo esa capa orgánica es más estable y suele contar con la presencia de arcillas, limos y arenas cuya relación proporcional determina su adecuada transformación en material constructivo.

Una vez que se ha extraído la tierra adecuada se debe acomodar para su secado. Es importante mencionar que no es conveniente tamizarla antes de empezar a trabajar sino que se deja secar y posteriormente se tritura a fin de pulverizar en la medida de lo posible los terrones que contiene el suelo. Si se tamizara la tierra sin este proceso de trituración previa, se dejaría fuera de la mezcla no solamente piedras y gravas sino también algunos grumos que están constituidos principalmente de materiales arcillosos, fundamentales para la mezcla.

Una vez triturado el suelo entonces ya se procede a tamizarlo para eliminar materiales pétreos superiores a un centímetro de diámetro, cuya presencia en los adobes puede provocar un reparto discontinuo de las cargas estructurales. Sin embargo, en este sentido hay que llamar la atención acerca del hecho de que en diversas estructuras vernáculas o arqueológicas están presentes piedras de diferentes tamaños y que evidentemente no han afectado al comportamiento y durabilidad de edificios históricos. Pero este hecho se vincula con las dimensiones de los adobes, las cuales, en la mayoría de los



inmuebles patrimoniales, eran lo suficientemente grandes como para que la presencia de las piedras tuviera poca incidencia en el comportamiento estructural del conjunto.

Como el nivel de humedad que requiere la tierra para elaborar adobes es muy alto y generalmente los suelos tienen una alta proporción de componentes arcillosos, al momento de secarse suelen presentar retracciones que se manifiestan en deformaciones o agrietamiento de las piezas. Estas alteraciones pueden originar también fallas en la transmisión de cargas y, sobre todo, incidir en la penetración de flora o fauna parásita que es uno de los motivos por los que estos sistemas constructivos suelen ser despreciados al considerarse insalubres e inseguros. Además, la presencia de fisuras o grietas permite el ingreso del agua, que es el principal enemigo de la edificación con tierra.



Fig. 3. La calidad de los adobes con los que se construyó la Huaca de la Luna, en Trujillo, Perú evidencia el elevado conocimiento que la cultura Moche tenía de la materia prima que manejaba y de sus procesos de estabilización. Muchos adobes presentan curiosas marcas con patrones que se repiten. (Foto L. Guerrero)

Por estas razones la mayor parte de las tradiciones ancestrales de elaboración de adobes incluyen la incorporación de ingredientes adicionales que permiten prevenir la posible retracción de la tierra durante su secado, y que incluso ayudan a mejorar sus condiciones de re-

sistencia estructural y vulnerabilidad ante la humedad. Estos componentes se conocen genéricamente bajo el nombre de “estabilizantes” y poseen una gran diversidad, la cual lógicamente está en función de los recursos naturales disponibles en los sitios de elaboración. Entre los muchos estabilizantes que se suelen utilizar están los mucílago de cactáceas, jugos de cortezas, soluciones azucaradas, cal, paja picada, acículas de pináceas, estiércol equino o bovino, así como emulsiones de grasas animales, vegetales o asfálticas. La mayor parte de estos componentes se suelen agregar cuando la tierra está seca a fin de conseguir un adecuado mezclado del conjunto. Sin embargo, al igual que sucede con el tema de las piedras, existen tradiciones regionales en las que los elementos estabilizantes se agregan cuando la tierra ya ha sido humedecida. En estos casos es indispensable contar con los medios que garanticen una distribución lo más homogénea posible de los estabilizantes mediante un cuidadoso mezclado. (Guerrero, 2007a: 188) Una vez que la tierra ha sido secada, triturada, tamizada y estabilizada, se procede a humedecerla, mezclarla perfectamente y dejarla en reposo durante uno o dos días. Es conveniente proteger esta mezcla bajo árboles, un techo, una lona plástica o una cama de paja, a fin de conservar su nivel de humedad y así poder garantizar la correcta hidratación de todas las partículas de arcilla presentes en el suelo para su “activación” como aglomerante.

El proceso de elaboración se inicia con la colocación sobre el piso rociado con arena, de un molde llamado “adobera o gavera” que requiere ser previamente humedecido. La tierra en estado plástico se vierte dentro del molde y se comprime con las manos o los pies, repartiéndolo perfectamente hacia las esquinas. Una vez que se llena el molde, se enrasa la superficie con la mano humedecida o con una regla y se extrae la gav-

era levantándola verticalmente y decisión, para evitar la deformación de las aristas del adobe fresco.

Los bloques se dejan a la intemperie para lograr un secado homogéneo. Cuando alcanzan la solidez necesaria como para poderlos manipular, se colocan de canto para que se ventilen adecuadamente durante tres o cuatro días, después de los cuales se podrán apilar, cuidando que tengan la separación suficiente para que circule el aire entre ellos.



Fig. 4. En la ciudad de Djenné en Mali los procesos de elaboración de adobes prácticamente no han cambiado después de milenios. (Foto L. Guerrero)

El tiempo de secado de los adobes es fundamental para garantizar la resistencia de los componentes constructivos. Si se utilizan cuando todavía conservan cierto grado de humedad, es probable que las estructuras sufran deformaciones que las debiliten en su trabajo conjunto. Aunque en algunos textos se dice que se “requieren alrededor de tres semanas” para que los adobes alcancen una resistencia adecuada (Prieto, 1987: 80), arquitectos de la antigüedad como Vitruvio opinaban de manera distinta. Este autor escribió hace dos mil años que los adobes “...se deben hacer en primavera o en otoño, con

objeto de que se vayan secando por todas partes de una manera uniforme: en cambio los que se hacen durante el solsticio son defectuosos, porque el sol ardiente seca pronto su corteza, dándoles apariencia de secos, pero luego, cuando efectivamente se han secado, se contraen y, resquebrajándose su superficie, se estropean completamente. Los mejores serán los hechos dos años antes, puesto que pueden secarse preferentemente por su parte interna antes de este tiempo. [...] en Útica no se permite construir sino con adobe seco hecho cinco años antes y aceptado por el magistrado.” (Vitruvio, 1986: 40-41)

Las dimensiones de los adobes están relacionadas con el posible manejo de las piezas y la velocidad de avance de la obra. Muchos edificios de la época virreinal tenían adobes de 80 cm x 60 cm x 10 cm pero debido a que llegaban a pesar más de treinta kilos, con el correr del tiempo se ha optado por disminuir notablemente su tamaño. (Guerrero, 2007a: 192) Los aparejos más comunes en edificios de uno y dos niveles en México suelen ser “a tizón”, es decir, con el lado corto de los adobes orientado en la misma dirección del desarrollo del muro. Sin embargo, los aparejos varían notablemente en función de las dimensiones propias de los adobes, las alturas de los muros, el peso y posibles empujes de las cubiertas, así como las condiciones sísmicas de las regiones en que se desarrollan. Lo que es fundamental es el cuidado que se debe tener en el traslape (cuatrapeado) de las hiladas de los adobes pues, al tratarse de elementos comparativamente más frágiles que la mayoría de los componentes de mamposterías, necesitan una adecuada distribución de cargas a su alrededor. Asimismo, se debe tener especial atención en el “amarre” de las piezas en las esquinas y encuentros de muros, que son los puntos más vulnerables de los edificios.

El mortero de junta ha de ser una mezcla lo más parecida posible a los adobes, tanto en sus características

granulométricas como en su proceso previo de reposo, para conseguir la adecuada humectación de las arcillas. Finalmente, se ha de vigilar que durante el proceso constructivo se eleven las hiladas de adobes de manera paulatina, dejando que el mortero seque perfectamente. No se deben construir más de seis hiladas por día para evitar que el mortero de las capas bajas se comprima y se afecte la estabilidad y homogeneidad en la transmisión de cargas de muros, bóvedas o cúpulas.

EVOLUCION TECNOLÓGICA

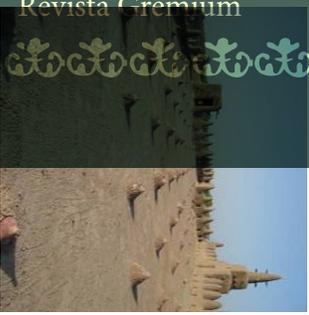
La construcción de adobe tal como la conocemos hoy en día fue producto de conformaciones sociales altamente desarrolladas y organizadas, las cuales se manifestaron en los más diversos territorios del orbe. Desafortunadamente la investigación en México acerca de este campo no ha prestado la atención que merece al análisis de los sistemas constructivos de tierra y, menos aún a los procesos de elaboración de sus componentes. Sin embargo, la realidad es que hay evidencia del uso de adobes en toda Mesoamérica. (Guerrero, 1994: 46)



Fig. 5. El núcleo de la pirámide de Coyotzingo, Puebla, absorbido por la invasión urbana y convertido lamentablemente en los años cincuenta en la base de un monumento a la bandera, posee con un sorprendente estado de conservación adobes que miden 60cm x 40cm x 10cm. (Foto L. Guerrero)

Se sabe por ejemplo, que entre los años 800 y 500 a. C. los Valles Centrales de Oaxaca alcanzaban una población cercana a las 2500 personas, establecidas en aldeas de diversos tamaños entre las que destacan por su extensión y nivel de desarrollo, los sitios de Huitzo y el Mogote. “En esa etapa se consolidan las alianzas matrimoniales entre los dos poblados y se construyen edificaciones de adobe de carácter cívico-administrativo y religioso sobre grandes plataformas de hasta dos y tres cuerpos sobrepuestos.”(Fernández, 1997:20-21) La evolución de las técnicas constructivas continuó y se fue sofisticando conforme se lograban mayores avances tecnológicos y se consolidaban nexos con culturas establecidas en otras regiones, como fue el caso de Teotihuacán donde, desde principios de nuestra era, se había alcanzado un importante desarrollo en el manejo del adobe como material constructivo.

A partir de entonces, se presenta la proliferación de la construcción con tierra en sitios tan destacados como Lambityeco (www.enjoymexico.net) donde “pueden apreciarse construcciones de adobe y piedra y una pirámide que habría cumplido las funciones de mercado. Se cree que fue habitada entre los 600 a.C. y 800 d.C.” En este sitio recientemente se han explorado varias zonas entre las que resalta la estructura que se conoce como la *Casa del Gran Señor* y que es una “edificación construida con adobe y aplinado de estuco que comprende una serie de aposentos alrededor de dos patios y que abarcan una superficie de 370 metros cuadrados.”(www.inah.gob.mx) Otro caso estudiado y documentado es el Montículo X, correspondiente a la segunda época de Monte Albán, en cuya cima se descubrió una plataforma escalonada con escalera sin alfardas sobre la que se apoya un edificio de aproximadamente 8m por 10m compuesto por un vestíbulo de transición y un espacio interior que debió cumplir funciones rituales.



El basamento, la plataforma y los arranques de los muros fueron elaborados con piedra pegada con barro crudo, y la parte alta de lo que se conserva de estas paredes fue construida con adobes que, a pesar de los siglos transcurridos, se encuentran en muy buen estado de conservación. Sin embargo, se desconoce la altura que tuvieron estos recintos debido a que en la tercera época de Monte Albán fueron cortados para servir de base a una estructura que se sobrepuso y que, debido a su avanzado estado de deterioro, los arqueólogos que la intervinieron tomaron la decisión de desechar. (Marquina, 1990: 335)

En toda la época prehispánica fue muy común el uso de adobes para conformar los núcleos de los basamentos, que después eran recubiertos con piedra asentada con barro crudo, para ser finalmente revestidos con enlucidos de cal y arena que normalmente eran policromados con pigmentos minerales. En muchos sitios, estos núcleos de adobe han quedado expuestos a la intemperie a consecuencia de los procesos de saqueo de la piedra, que ha tenido lugar desde la época virreinal y que desafortunadamente sigue hasta la fecha. Este es el caso de zonas arqueológicas oaxaqueñas tan relevantes como Tepozcolula, Zaachila, Yucuñudahui, Lambityeco y



Fig. 6. La Capilla del Calvario en Mitla, Oaxaca, se erigió sobre los restos de un gran basamento ceremonial cuyo núcleo hecho de adobe ha quedado expuesto a la intemperie tras el saqueo que desde hace siglos se hizo de las piedras que lo recubrían. (Foto L. Guerrero)

Mitla en donde el llamado Grupo de los Adobes, “muestra todavía restos de pisos y algunas partes de las paredes de la superestructura se conservan hasta una altura aproximada de 6m.” (Marquina, 1990: 365, 367, 388)

Lo que sigue siendo una gran interrogante es el procedimiento para la elaboración de los adobes. Algunos fueron modelados a mano con formas ovoides o semi rectangulares, sin embargo, la mayoría presentan perfiles sorprendentemente regulares y proporcionales que difícilmente pudieron ser realizados mediante su modelado directo, sobre todo si se toma en cuenta los millones de piezas empleadas.

Son muy escasas las referencias acerca de las técnicas de adobe prehispánicos y las preguntas de investigación en este campo tienen que ver lógicamente con la ausencia de herramientas que permitirían aserrar la madera para hacer tablas, diseñar ensambles, así como la inexistencia de clavos para armar los moldes o gaveras que se utilizaron en la mayor parte de las culturas constructivas del mundo.

Aunque el sistema de construcción habitacional predominante en la mayoría de las culturas mesoamericanas era el bajareque se usaron adobes en mayor o menor medida en edificios destacados de los centros ceremoniales. Además de los sitios de Oaxaca antes mencionados algunas pirámides en ciudades tan destacadas como Cacaxtla, Cholula, Xochicalco, Teotihuacán y Tula, poseen núcleos de tierra compactada que estaba confinada dentro de impresionantes muros de adobe.

La cultura constructiva con adobes realizados con moldes o gaveras, tal como la que predomina en la actualidad parece ser de origen español, aunque en su difusión durante el virreinato jugaron un papel determinante los Tlaxcaltecas. Esta comunidad que estuvo aliada con los

conquistadores españoles a partir del siglo XVI fue movilizada por todo el virreinato e incluso fuera de él, para apoyar a la sedentarización de tribus belicosas y sobre todo, para difundir su cultura agrícola y constructiva en la que el uso del adobe era pieza clave. (Mota y Escobar, 1966: 62):

La conquista española permitió la evolución de la arquitectura a partir de la combinación del conocimiento constructivo local con el proveniente de España, generándose notables aportaciones tanto en la manera de realizar los adobes, como en la incorporación de nuevos elementos constructivos como los arcos, bóvedas, cúpulas y contrafuertes. Esta combinación de técnicas edilicias dejó su huella en todo el país y se manifiesta en destacadas capillas, colegios, edificios de gobierno y por supuesto, en la mayor parte de las viviendas.

La tradición constructiva con adobe continuó a lo largo del siglo XIX y gran parte del XX, habiéndose aplicado tanto en los géneros edilicios antes mencionados, como también en haciendas, mercados, molinos, depósitos, teatros, industrias y estaciones de ferrocarril, por sólo nombrar algunos casos.



Fig. 7. Proceso de restauración de la monumental cochera de la Quinta Carolina, en Chihuahua construida totalmente en adobe por la familia Terrazas a finales del siglo XIX. (Foto L. Guerrero)

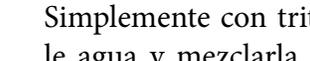
Con el correr de los años algunas regiones mantuvieron sus tradiciones inalteradas, otras fueron perfeccionando sus sistemas constructivos pero lo que es digno de destacarse es que el adobe utilizado, ha probado su eficacia a través de su trascendencia secular. Ha sido parte fundamental de nuestra cultura desde que las civilizaciones empezaban a organizarse en nuestro territorio y permanece en todo México, a pesar de todas las influencias externas.

CUALIDADES ECOLÓGICAS DEL ADOBE

Una de las más claras explicaciones del éxito de esta tecnología de edificación se deriva de las consideraciones ecológicas sobre las que se fundamenta como una de las alternativas más viables de edificación sustentable. La materia prima que se utiliza para la elaboración de los componentes para la edificación con adobe es de las más abundantes en la mayor parte del mundo. Es posible encontrar tierra apropiada para construir en casi cualquier latitud y dentro de condiciones razonablemente accesibles para su extracción.

Las fuentes de estos tipos de tierras son fáciles de explotar de manera manual, por lo que generalmente no se requiere de maquinaria pesada, con lo que se evita el consumo de energéticos y la contaminación producida por la combustión de los motores que la mueven.

La transformación del suelo en material constructivo es sumamente sencilla.



Simplemente con triturar la tierra, tamizarla, agregarle agua y mezclarla bien, es posible elaborar bloques secados al sol que resultan aptos para edificar. Como demuestra la historia, este tipo de labores tampoco requieren de tecnología sofisticada, gasto energético ni generan desechos al suelo o a la atmósfera.

Los sistemas constructivos con adobe son muy fáciles de ejecutar. Por una parte, siguen los principios que rigen la edificación de cualquier otra mampostería, pero además, presentan la ventaja de que, debido a que el mortero de liga está hecho con barro similar al de los propios adobes, su ductilidad, plasticidad y lentitud de secado, permite hacer correcciones en caso de que se presenten fallas en la obra. Esto hace que cualquier persona, incluso sin experiencia en labores de construcción, se encuentre en posibilidad de edificar muros, arcos, bóvedas y cúpulas siguiendo una misma lógica constructiva. Este hecho convierte a la construcción con adobe en el camino más viable para la autoconstrucción, como la que de manera tradicional se ha desarrollado desde tiempos ancestrales.

La reparación de las estructuras que fueron construidas con adobe es igualmente sencilla ya que los materiales requeridos son nuevamente adobes, barro y agua, y las herramientas también son muy fáciles de conseguir y manejar. A diferencia de otros materiales cuya rigidez dificulta su manejo, los elementos constructivos de tierra permiten la inyección de grietas, la reposición de piezas dañadas, así como modificaciones estructurales y espaciales, sin ninguna dificultad técnica, siempre y cuando se realice con materiales compatibles con la tierra tanto física como químicamente.

Asimismo, las construcciones con adobe son muy económicas en los sitios en que los suelos tienen

adecuadas relaciones granulométricas y perviven las tradiciones constructivas, como sucede en la mayor parte del territorio nacional. Pero probablemente el valor ecológico más destacable de este sistema edilicio tiene que ver con el bajo impacto ambiental que implica su manufactura, construcción y conservación. Se trata de una tecnología en la que no se consumen energéticos para su desarrollo, lo que consecuentemente genera una emisión nula de contaminantes a la atmósfera, así como de residuos o desperdicios. Como los materiales simplemente son asentados con mezclas de barro y secados de modo natural, se desarrolla un proceso constructivo totalmente limpio.

Como se sabe, las construcciones de adobe son incompatibles con el cemento y las estructuras de concreto armado, por lo que no se requiere de su implementación en ningún sentido, con lo que se evitan todos los daños ecológicos asociados a su manejo.

Otro aspecto muy destacable desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental, tiene que ver con los niveles de confort que se alcanzan con los muros de adobe. Estos beneficios son aún mayores cuando estos elementos de carga vertical se combinan, como se ha hecho de manera tradicional, con entrepisos y techos que también son de tierra.



Fig. 8. Edificio con muros y bóvedas de adobe realizado por Alejandra Caballero y Ramón Aguirre en el Proyecto San Isidro, Tlaxco, Tlaxcala. (Foto L. Guerrero)



Debido al espesor y porosidad de los componentes estructurales térreos, estos poseen una inercia térmica que retarda el intercambio de calor, de manera que los espacios son frescos durante los calurosos días de verano y cálidos en las noches de invierno.

En este mismo tenor se desarrolla el comportamiento de la humedad del aire al interior de los espacios. Las arcillas presentes en las estructuras y morteros de tierra siempre contienen cierta cantidad de agua que constantemente intercambian con el medio ambiente circundante en forma de vapor. Así, en momentos en que el aire está seco y caliente, desprenden vapor de agua y cuando el medio está frío y húmedo, lo absorben. Este hecho permite que la sensación térmica relacionada con el equilibrio tanto de humedad como de temperatura, haga que los espacios resulten altamente confortables. Lógicamente este proceso pasivo de control higrotérmico evita, o por lo menos disminuye drásticamente, el consumo de leña, gas, combustóleo o electricidad que normalmente se requiere para alimentar sistemas de acondicionamiento de aire. Obviamente, este hecho también conlleva una disminución en la polución atmosférica.

Otra cualidad que se relaciona con el punto anterior tiene que ver con la capacidad de las estructuras de tierra para permitir el flujo cotidiano del agua que se localiza en los mantos freáticos. Por tratarse de un material poroso, la tierra utilizada para construir no altera las condiciones de “transpiración y respiración” que de manera natural desarrollan los terrenos. A diferencia de los materiales impermeables que durante el último siglo han ido cubriendo la corteza terrestre, las ciudades que fueron construidas con tierra, pavimentos de piedra y acabados de cal y arena, como las que caracterizan los sitios tradicionales, permiten la recarga natural de los

mantos freáticos y los procesos cíclicos de evaporación que mantienen en equilibrio la temperatura de las localidades, evitando las llamadas “islas de calor” que se han convertido en una grave afectación al medio físico. En lo que se refiere al aspecto visual de las estructuras térreas, una de sus cualidades que se deriva tanto de su versatilidad formal como de su interrelación con el medio natural, es que los núcleos construidos con adobe poseen una destacada armonía como conjunto y con el paisaje. Debido al hecho de que su edificación consiste simplemente en un “reacomodo” de la forma de la propia tierra, el paisaje artificial que se consigue es plenamente unitario con su entorno. (Rodríguez et. AL., 2001: 83) El tamaño de las ventanas, puertas, niveles, alturas, porcentaje de vanos y macizos, entre muchos otros factores, responden a las necesidades de estabilidad estructural de la arquitectura y son muy semejantes entre los edificios vecinos. Esta proporción dimensional y compositiva produce asentamientos urbanos y rurales que presentan relaciones muy armónicas desde el punto de vista ecológico y estético.



Fig. 9. Vista interior de una de las bóvedas de adobe del edificio realizado por Alejandra Caballero y Ramón Aguirre en el Proyecto San Isidro, Tlaxco, Tlaxcala. (Foto L. Guerrero)



Como resultado de las propiedades plásticas de la tierra, es posible generar propuestas de diseño con una notable libertad formal, que siempre conservan la escala humana debido a sus dimensiones y al nivel de resistencia de sus componentes.

Por otra parte, las estructuras de adobe son 100% reciclables. Como los cambios que sufre la materia prima son físicos, se pueden repetir las veces que sea necesario. Así, cuando se modifica o destruye una estructura preexistente hecha de tierra, el material resultante puede ser reutilizado para elaborar nuevos adobes o morteros de paga. Esta es una cualidad invaluable que permite un enorme ahorro de recursos naturales, en comparación con la producción del resto de los materiales convencionales.

CONCLUSIÓN.

Los rasgos compositivos, componentes y relaciones que caracterizan la arquitectura de adobe son una fuente inigualable de aprendizaje acerca de la adaptación al medio natural. Cada parte de estas obras y la forma en que se articulan con el resto de las estructuras, tiene sentido a partir de la satisfacción de las necesidades de sus habitantes pero, sobre todo, del comportamiento orgánico de los edificios.

Como resultado de la relativa vulnerabilidad que presentan los adobes si se analizan de manera aislada, la interrelación que mantienen con el conjunto edificado es fundamental ya que su “trabajo en red” es lo que le da fuerza y durabilidad a la estructuras. Es por eso que los estudios que se hacen sobre estas construcciones no deben perder de vista el comportamiento integral de cada parte.

Parece increíble que a pesar de que la construcción con adobe es la que mayor difusión ha tenido en prácticamente todo el país y que su origen se remonta a tiempos inmemoriales, sea la que menor atención recibe en el estudio y formación profesional que se realiza en las escuelas de arquitectura e ingeniería.

Es indispensable aprender a leer esta arquitectura tradicional para poder aplicar los conocimientos que nos brinda en la generación de nuevos diseños. Sin embargo, este aprendizaje no puede restringirse solamente a las formas sino que se requiere la comprensión de la arquitectura como un sistema. (Guerrero: 2007b: 106)

“Muchos que creen ser innovadores comparten con los así llamados conservadores el error de partir de prejuicios formales, creyendo que lo nuevo y lo viejo se oponen, cuando en realidad representan la continuidad dialéctica

Y finalmente, cuando concluye la vida útil de las estructuras de tierra, éstas se reincorporan a la naturaleza sin generar desperdicios, ya que son absorbidas íntegramente por el medio ambiente. A diferencia de lo que ocurre con el resto de los materiales constructivos cuyos productos de demolición producen toneladas de cascajo y hasta residuos contaminantes de los suelos y mantos freáticos, los restos de los edificios de adobe son simplemente tierra que vuelve a la tierra.



Fig. 10. Centro deportivo comunitario realizado mediante autoconstrucción asistida con adobe, bambú y carrizo en San Pedro, Oaxaca. Proyecto de João Caeiro y Juan José Santibáñez (Foto L. Guerrero)

del proceso histórico. Unos y otros se limitan, precisamente, a la idolatría de ciertos estilos congelados en algunas apariencias, y no son capaces de penetrar su esencia, grávida de inextinguibles energías. Pretender construir en un estilo ‘moderno’ apriorístico es tan absurdo como tratar de imponer el respeto por el tabú de los estilos del pasado.” (Rogers, 1965: 126, 132).

Es evidente que no se trata de decir que la arquitectura de adobe es la solución a todos los problemas de vivienda del país. Sería una postura tan ingenua y peligrosa como la de los arquitectos funcionalistas o los promotores de vivienda que plantean “soluciones ideales” generalizables a todo tiempo y lugar.

Se tiene que partir del reconocimiento de las cualidades de la arquitectura de adobe pero también de la justa ponderación

de sus limitaciones para poder prever respuestas realistas y técnicamente sustentadas para cada sitio en el que se utilice.

Lo que es un hecho es que las regiones que conservan evidencias ancestrales del uso de la tierra son valiosas tanto por la existencia de restos materiales de estos procesos edilicios como por la supervivencia de las tradiciones constructivas transmitidas de generación en generación. Ambos componentes han de ser considerados como un patrimonio que debe ser protegido, pero sobre todo, comprendido y difundido para poder avanzar en el desarrollo de una arquitectura verdaderamente sustentable, adaptada a las diferentes regiones.

Como se ha manifestado en otros textos (Guerrero y Uviña, 2004: 189), la supervivencia de la arquitectura de adobe requiere, por una parte, del análisis material de los edificios preexistentes, considerándolos desde una perspectiva integral en la que se reconozca y se respete la razón de ser de cada uno de sus componentes, así como sus formas de interrelación. La valoración, conservación y restauración del patrimonio edificado en barro crudo es el punto de partida para la salvaguarda de su cultura constructiva.

En segundo lugar, es necesario identificar y preservar el patrimonio intangible que conforma la serie de conocimientos tradicionales que han permitido su trascendencia hasta nuestros días. De nada sirve proteger la materialidad de los edificios históricos de adobe, si se pierde su atávico vínculo con la sociedad.

Finalmente, es indispensable desarrollar labores de difusión entre pobladores, estudiantes, arquitectos, ingenieros y funcionarios gubernamentales, para que se den cuenta de las cualidades económicas y ecológicas de la arquitectura de adobe y propicien la generación de investigaciones, proyectos y obras actuales en las que se aprovechen tanto los conocimientos históricos como los datos procedentes del moderno diseño sustentable.

La conservación del patrimonio natural y cultural, además de ser el fundamento de la identidad colectiva, debe tener como misión fundamental elevar de la calidad de vida de las comunidades que lo han heredado y que han de legar a las generaciones futuras.



REFERENCIAS.

- Bardou, Patrick y Arzoumanian, Varoujan, 1981, *Arquitecturas de adobe*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
- Fathy, Hassan, 1975, *Arquitectura para los pobres*, Textos Extemporáneos, México, D.F.
- Fernández, Enrique, 1997, "San José Mogote, Etlá", en *Arqueología Mexicana*, Vol. V, No. 26, México D.F., Editorial Raíces, p. 18-23.
- Guerrero, Luis, 1994, *Arquitectura de tierra en México*, U.A.M.-Azcapotzalco, México D.F.
- Guerrero B., Luis, 2002, "El futuro de la arquitectura tradicional de adobe", en el *Anuario de Estudios de Arquitectura 2002*, UAM-Azcapotzalco, México D.F.
- Guerrero, Luis y F. Uviña "Tierra de frontera" en *Anuario de Estudios de Arquitectura 2004*, México D.F., UAM-Azcapotzalco, 2004.
- Guerrero B., Luis, 2007a, "Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva", en *Apuntes*, Vol. 20, No. 2, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Guerrero, Luis (Coordinador). 2007b, *Patrimonio Construido con Tierra*, UAM-Xochimilco, México D.F.
- Kubler, George, 1984, *Arquitectura mexicana del siglo XVI*, F.C.E., México D.F.
- Marquina, Ignacio, *Arquitectura prehispánica*, México D.F., I.N.A.H., 1990, p. 335
- McHenry, Paul Graham, 1996, *Adobe, cómo construir fácilmente*, Trillas, México, D.F.
- Mota y Escobar, Alfonso de la, *Descripción geográfica de los reinos de Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León (1605)*, México D.F., Instituto Jalisciense de Antropología e Historia, 1966.
- Prieto, Valeria, 1987, *Vivienda campesina en México*, SAHOP, México D.F.
- Rodríguez V., Manuel et. Al., 2001, *Introducción a la arquitectura bioclimática*, LIMUSA-UAM-Azcapotzalco, México D.F.
- Rogers, Ernesto N., 1965, *Experiencia de la arquitectura*, Nueva Visión, Buenos Aires.
- Tejeda, Urbano, 2001, *Buena tierra. Apuntes para el diseño y construcción con adobe*, CIDAP, Lima.
- Vitruvio, 1986, *Los diez libros de la arquitectura*, Iberia, Barcelona.
- www.enjoymexico.net/mexico/oaxaca-atracciones-arqueologia-mexico.php
- www.inah.gob.mx/zoar/htme/za01708.html#