

Terra viridis 35. Vaina de fruta, tinta y pigmento sobre papel, 25 x 25 x 5 cm, 2010

La tierra, un material de construcción sustentable

◆ Lourdes Ordóñez

El 22 de abril se cumplieron 42 años de la primera celebración del día de la Tierra; pero los problemas que afectan a esta, lejos de haberse solucionado, van en aumento. En 2011, las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) procedentes de la combustión de materiales fósiles alcanzaron un nivel récord de 31.6 gigatoneladas (Gt).¹ Las especies naturales que nos han acompañado en el tiempo desaparecen a un ritmo entre cien y mil veces superior al de su extinción natural. El ritmo en que se produce el aumento de la temperatura, según evaluaciones preliminares, ha sido “notable” desde 1971. En el decenio pasado la “disminución radical y el continuo deshielo marino del Ártico”² han sido otras de las causas más destacadas de la evolución del estado del clima.

En esos últimos años las ciudades se han convertido en escenarios de “casas de interés social” en las que, como en ratoneras, las personas sufren las inclemencias del clima y están condenadas a vivir en el hacinamiento. Dichas ciudades son contaminadas por el transporte privado y público; en ellas, las viviendas están desprotegidas de las temperaturas extremas, sujetas al consumo de energías alternativas.

Actualmente, los dirigentes de los países deben tomar decisiones para el rescate del planeta, por ejemplo, en el ámbito de la sustentabilidad. Esta consiste en establecer un desarrollo que no afecte los recursos naturales, para poder heredarlos a futuras generaciones. En el ámbito de la arquitectura preocupa el tema de la habitabilidad. Los despachos de las grandes ciudades y los talleres universitarios se esfuerzan por buscar una arquitectura alternativa y sustentable.

La tierra es un material noble que responde perfectamente a esta necesidad de vivienda sustentable, porque cuenta con características de aislamiento térmico y se adapta a las necesidades climáticas de cada lugar en las diferentes latitudes del planeta. Es un material que, al concluir su vida útil, se reintegra al suelo naturalmente sin causar ningún tipo de contaminación. También es un material que se localiza en todas partes, a la mano de cualquier persona de cualquier estrato social.

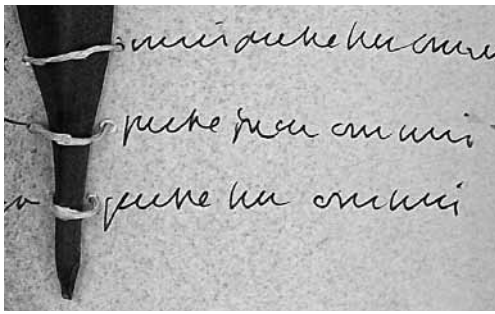
Puede utilizarse en distintas formas arquitectónicas que satisfagan cualquier gusto y combinarse con otros materiales naturales igual de inofensivos para el medio ambiente: “es natural por su origen, sensual en sus formas, cálido al tacto y, por sus



¹ Gigatoneladas es una unidad equivalente a mil millones de toneladas. *El pequeño Larousse ilustrado*, Ediciones Larousse, México DF, 1997, pp. 487.

² José Larios Martón, “De aquí partimos”, 24 de enero de 2009, en *Calentamiento Global*, <http://bit.ly/9bPGek>, consultado en junio de 2012.

◆ Profesora e investigadora, Facultad de Arquitectura, UAEM



tonalidades, voluptuoso a la vista y ecológico en su destrucción, ya que vuelve a fundirse con el suelo original”.³ En la actualidad, un tercio de la población mundial vive en casas de tierra (dos mil millones de personas, aproximadamente), lo que habla de un material de construcción vigente.

Construcción con tierra

En México hay vestigios de construcciones de “tierra” que se conservan en perfecto estado, como en los conjuntos habitacionales del Palacio de Atetelco, en la zona arqueológica de Teotihuacán. En ellas la tierra es aparente y no tiene algún tratamiento especial. Allí se aprecian piezas trabajadas como adobes, entrelazadas con piedras volcánicas en lo que fueron los muros de las viviendas.⁴

El estudio realizado por Martha Monzón acerca de las casas prehispánicas en Teotihuacán permite tener una idea más cercana de esta época y de sus viviendas. Así pues, “en lugares prehispánicos donde mucho tiempo se dijo que eran espacios ceremoniales solamente, ahora se descubre que existieron grandes ciudades, con complejos habitacionales resueltos perfectamente”.⁵ En ellos se utilizaron materiales de construcción como la piedra al natural y labrada, el adobe, y los estucos en pisos y muros, los cuales aún pueden observarse en esa gran ciudad, junto con la madera en techumbres, que por

ser un material perecedero se supo de su utilización durante la época solo por medio de documentos.

Son relevantes los comentarios acerca de las casas construidas en Mesoamérica, las cuales sorprendieron a los españoles por su belleza y buena construcción. Dice Hernán Cortés en la Segunda Carta de Relación: “unas casas nuevas que aún no están acabadas, que son tan buenas como las mejores de España”.⁶

Otra ciudad antigua con evidencias de uso de la tierra es la de la zona arqueológica de Paquimé, en Chihuahua. Data del periodo 700-1200 y en ella aún están en pie algunos edificios que llegaron a tener hasta tres niveles en los cuales se siguió el sistema de tapial (sistema de construcción a base de tierra apisonada).

Esto ocurre también en las viviendas vernáculas, por su solución natural y su sustentabilidad. Estas construcciones se localizan en las comunidades rurales del país, y han sido declaradas como patrimonio de la humanidad por el organismo internacional Comité Nacional Mexicano del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (Icomos, por sus siglas en inglés), organismo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), en la “Carta del Patrimonio Vernáculo Construido”, realizada en Madrid y Jerusalén en 1996.

³ Néstor José, “Arquitectura de tierra: ¿una especie en extinción?”, *Cuadernos de la Facultad de Humanidades de la Universidad de Jujuy*, núm. 18, mayo de 2002, pp. 184.

⁴ Apreciación personal en los muros del Palacio de Atetelco, Teotihuacán, 2012.

⁵ Martha Monzón, *Casas prehispánicas en Teotihuacán*, UAEM México, Toluca, 1989.

⁶ *Ibid.*, p. 27.

En esta carta se asienta la definición de la arquitectura vernácula bajo la categoría de patrimonio,⁷ la cual se estableció en 1999: “El Patrimonio Tradicional o Vernáculo construido es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y, al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo”.⁸

La vivienda tradicional o vernácula que se encuentra en los poblados rurales de México está edificada con tierra, ya sea adobe, bajareque, tapial, diferentes sistemas constructivos con este material, que les sirve de base.

El cúmulo de información que sustenta esta arquitectura se ha transmitido de generación en generación. Esta consiste en la técnica para la construcción de casas que han resistido cientos de años y que siguen siendo confortables debido a la aplicación en ellas de sistemas constructivos probados en los cuales se han utilizado diferentes tipos de barro que, lamentablemente, los profesionales de la construcción subvaloran en la actualidad.

Existe información relevante acerca de la conservación de la vivienda vernácula en bibliografías y talleres en los cuales se trata este tema, como en *Vivienda campesina en México*, obra coordinada por Valeria Prieto en la cual ya se pone de manifiesto la pérdida paulatina de esta riqueza por ignorarla e introducir sistemas ajenos a ella.⁹

Otro defensor de esta arquitectura es, sin duda, Francisco López, autor de *Arquitectura vernácula México*, quien muestra la importancia de ella y a la vez su sencillez, sin que los usuarios lleguen a comprender el cúmulo de conocimientos aplicados de una forma natural en ese tipo de construcciones.¹⁰

El sentir que se percibe en los pobladores actuales de las comunidades en las que se localiza este tipo de construcciones es la indiferencia y hasta el desprecio por el noble material con el cual están hechas. Se le llama “material de pobres”, y en su lugar se construyen estructuras con muros de block y losas de concreto, nuevos sistemas con los que se piensa obtener cierto estatus social, olvidándose de las bondades que les ha dado la tierra por muchos años.

Este concepto equívoco que prevalece en el ámbito rural se lo debemos a la globalización y a la propaganda de los materiales industrializados que, en el afán comercial de ganar mercados, se han introducido en el ámbito popular, no solo para *contaminar* el pensamiento de los pobladores, sino para inducir en ellos el desprecio hacia sus propias raíces, obligándolos a negar su propia experiencia de sustentabilidad habitacional.

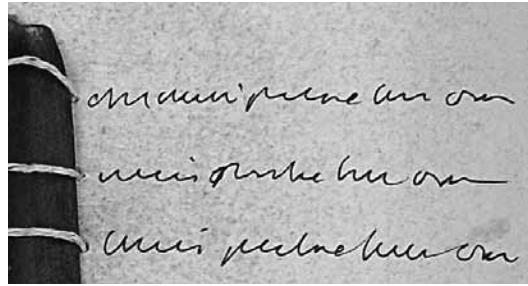
Por esta razón, es urgente considerar la bondad del material de tierra como solución sustentable, ahora desde el ámbito urbano. Con un mayor con-

⁷ Gerardo Torres Zárate, “Arquitectura vernácula, fundamento en la enseñanza de sustentabilidad”, *Horizontes. Revista de arquitectura*, 2011.

⁸ Carta del Patrimonio Vernáculo Construido (1999). Ratificada por la 12ª Asamblea General de México, en octubre de 1999, Icomos, <http://bit.ly/RPnpQG>, consultado en noviembre de 2011.

⁹ Valeria Prieto, *Vivienda campesina en México*, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, México DF, 1978.

¹⁰ Francisco López Morales, *Arquitectura vernácula en México*, Trillas, México DF, 1993.



vencimiento, se debe demostrar que dicho material sí ha funcionado durante cientos o miles de años y que lo puede seguir haciendo, ahora como una solución para los problemas de contaminación que provocan los materiales industrializados, desde su proceso de fabricación y su vida útil, hasta su lento deshecho, en algunos casos sin vuelta a la tierra, al contrario de lo que sucede con los materiales de “la Tierra”.

Materiales de construcción

Tradicionalmente, los materiales de construcción de tierra se elaboraban mediante dos procesos: de tierra cocida y de tierra cruda. En relación con los primeros, aquí únicamente se mencionarán para su identificación, pero no son ecológicos, ya que en su elaboración se contamina el ambiente.

Materiales de tierra cocida

En este renglón se encuentra, como primer y más importante material usado en la construcción, el tabique de arcilla, al cual se le da forma en un molde, se pone a secar y, posteriormente, se lleva a los hornos para su cocción en altas temperaturas. Actualmente es muy usado en los muros de diferentes estructuras. Sus dimensiones originales eran de 7 x 14 x 28 cm,¹¹ pero se redujeron a 6 x 12 x 24 cm, aproximadamente. Existen varios tipos de muros realizados con este material; los más comunes son el muro capuchino, de 6 cm de espesor, colocado sobre el canto; el muro a hilo, colocado

sobre el lado, de 12 cm, por lo cual el muro debe tener este espesor, y el muro a tizón, colocado transversalmente y con espesor de 24 cm.

El ladrillo también es un material de arcilla cocida cuyas medidas van de 5 a 7 cm de ancho, de 22 a 24 cm de largo, y con 2 cm de espesor. Se usa en acabados de pisos o cubiertas (los famosos “enladrillados” o “petatillos”).

La teja curva de arcilla cocida recibe su forma de un molde de madera; posteriormente se seca y se lleva al horno para su cocimiento. Se observa en las techumbres inclinadas de construcciones del llamado “tipo colonial” o en viviendas de zonas rurales. La teja plana de arcilla cocida está en desuso, por desgracia, pero en Morelos aún es posible observarla en viviendas de la región de los Altos.

En la elaboración de materiales de barro cocido se utilizan otros componentes para complementarlos, con la finalidad de obtener diferentes propiedades, como ocurre con tabiques huecos, vidriados, refractarios, celosías, entre otros; lamentablemente, por su forma de fabricación, estos materiales también contaminan.

Materiales y sistemas de tierra cruda

1. El material de tierra cruda por excelencia es el adobe, el cual se encontró en las construcciones de las primeras culturas sedentarias en Mesopotamia.¹² Estos bloques se hacen de arcilla, a la cual se le agrega paja o estiércol y agua, se revuelve con los pies hasta tener una consistencia malea-

¹¹ Alfredo Plazola Cisneros, *Normas y costos de construcción*, Limusa Wiley, México DF, 1973.

¹² Ángel Esteva Loyola, *Estilos en la arquitectura*, Hermon, México DF, 1993, p. 12.

ble. Se deja reposar varios días, se vacía en unos moldes llamados gaveras, oprimiendo con las manos para evitar intersticios, se enrasa con una regla de madera e inmediatamente se sacan los bloques para dejarlos secar al sol sobre una cama de arena hasta que se endurezcan. Después de algunos días, para su secado total, se colocan de canto. También se les puede observar en viviendas de los Altos de Morelos.¹³

Sus medidas aproximadas son de 62 cm de largo, 40 de ancho y 11 de espesor. Actualmente se consiguen con medidas de 42 x 22 x 10 cm. Con ellos se construyen muros que van asentados con una mezcla de barro similar a la utilizada en la fabricación de los adobes; esos muros se colocan sobre una mampostería con una altura de 30 a 60 cm, sobresaliendo del nivel del piso para proteger el adobe de la humedad. En las esquinas se colocan traslapados para obtener una mayor rigidez estructural. También se pueden construir arcos, bóvedas y cúpulas, e incluso estructuras que funcionen monolíticamente si se realizan de forma correcta. Este material tiene una resistencia a la compresión de 10 a 15 kg/cm².

Se ha comprobado que el adobe es un material con características aislantes, tanto térmicas como acústicas. Una de las primeras investigaciones en este rubro la llevó a cabo el arquitecto Hassan Fathy, con un estudio sobre la arquitectura doméstica en las regiones áridas de Egipto, en aspectos

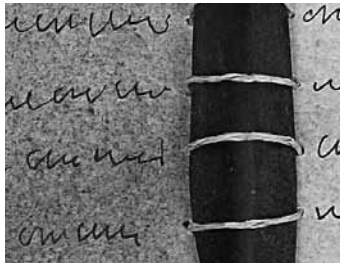
ambientales de la arquitectura vernácula (de tierra cruda) y la conservación de la energía. Este estudio se enfocó en el rango de confort del adobe comparado con el concreto,¹⁴ lo cual dio como resultado que en la estructura de tierra se mantiene el rango de confort durante todo el día y la noche, con una variación de 21° C a 23° C. En la estructura de concreto la temperatura dentro de la construcción se incrementa casi hasta 35° C a las 16:30 horas y en la madrugada baja hasta 17° C. Este dato es importante si se consideran los cambios climáticos que ocurren en el planeta a consecuencia del calentamiento global, como parte de los cuales se estima un ascenso de varios grados en los años siguientes. Por ello este es un sistema constructivo factible de emplearse en la arquitectura sustentable.

2. Existe otro sistema constructivo denominado “tapia” o “tapial”. Es una técnica antigua que consiste en construir muros con tierra arenosa (baja en limo y arcilla) utilizando un encofrado o cimbra deslizante para hacer el vaciado y compactar con pisón de madera. El encofrado normalmente es de madera, aunque también puede ser metálico, y se coloca sobre una mampostería con una altura de 30 a 60 cm que sobresalga del nivel del piso para protegerlo de la humedad (igual que con el adobe).

El encofrado consiste en dos maderas paralelas con separadores que dan el ancho del muro, entre las cuales se vierte tierra en capas de 10 o 15 cm,

¹³ Ma. de Lourdes G. Ordóñez S., *Estudio y diagnóstico de la vivienda vernácula en Ocuituco, Morelos, México, como base para su conservación*, tesis de maestría, UAEM, Cuernavaca, 2010, p. 82.

¹⁴ Hassan Fathy, *Natural Energy and Vernacular Architecture: Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climate*, eds. Walter Shearer y Abd-el-rahman Ahmed Sultan, The University of Chicago Press/United Nations University Press, Chicago/Londres, 1986.



compactándola mediante apisonado. Posteriormente se corre el encofrado a otra posición, en sentido horizontal, para trabajar en hiladas completas, o en sentido vertical, para dar término con la altura deseada en tramos completos del muro. Los bloques de tierra del tapial se secan al sol directamente.

Las características que hacen de este un sistema constructivo elegible son las siguientes: el muro de tapial transpira como el adobe (lo que facilita su capacidad aislante-térmica), es higroscópico (conserva humedad) y tiene capacidad de difusión, con una emisión radioactiva muy baja y una densidad de 1800 y 2100 kg/m³. Además, tiene una resistencia a la compresión de 15 kg/cm², lo que permite una construcción sólida. Al igual que el adobe, es un sistema de amplia inercia térmica, que le permite permanecer fresco durante el día y soltar durante la noche el calor acumulado, así como un importante aislante acústico (un muro de 40 cm atenúa el ruido en 56 db).¹⁵

Por su contenido energético extremadamente bajo, en la actualidad esta se vislumbra como una técnica constructiva que minimiza el impacto ambiental y las emisiones de gases de efecto invernadero, el cual es uno de los principales postulados de la arquitectura sustentable.

Actualmente, en Texas, Estados Unidos, cada día se incrementa la construcción con este sistema, ya que, por ser esta una zona de climas extremos, los gastos en aire acondicionado y calefacción son muy elevados. Por ello, este tipo de construc-

ciones se han convertido en una solución efectiva para contrarrestar estos problemas.

3. Otro sistema de tierra cruda, también antiguo, es el cob (data del año 10 000 aC), el cual se utiliza en lugares como Inglaterra, Irlanda, Estados Unidos, África y Medio Oriente. Actualmente se está introduciendo en la parte central de México. El cob se deriva de un proceso artesanal, no requiere de tecnologías sofisticadas y es un material que se moldea en el momento de colocarse sobre la mampostería, sin requerir secado previo; pero justamente por ello resulta ideal para la autoconstrucción y la participación comunitaria.

Una vez más la tierra se prepara. Se revuelven arena, limo, arcilla y agua con los pies, con animales o con maquinaria, según las condiciones, ya que se necesita mucha mezcla. Al obtener una consistencia maleable se agrega un ingrediente indispensable en todos estos sistemas, la paja, que puede ser de avena o trigo, o la que se encuentre en la zona, que deberá quedar bien integrada. Se separa la revoltura haciendo “bolas” con ella, y estas se van apilando con golpes fuertes, una por una, en hilera, sobre el cimientado antes realizado, y oprimiendo firmemente con los dedos o con una estaca de madera, lo cual permite obtener un buen amarre entre el barro viejo y el nuevo. A diferencia del adobe, pero igual que el tapial, el cob se seca en el sitio, y las paredes se van levantando con la mezcla fresca en capas de 30 o 40 cm.

¹⁵ “Anclajes-Arquitectura y Construcción”, en Arquba, <http://bit.ly/MXCKJq>, consultado en noviembre de 2011.

Los marcos de ventanas y puertas se colocan a la par de la fabricación de los muros, lo que estimula la creatividad, ya que se pueden detallar y acentuar elementos o rincones, según se vayan observando los espacios. Por ejemplo, se pueden *ahogar* en los muros de tierra botellas de vidrio de colores diversos. Al penetrar los rayos del sol a través de ellas se le da un toque artístico a la edificación. La apariencia de la mezcla, ya seca, permite observar en el material formas tridimensionales debido a la trama de la paja, un aspecto artístico más para la construcción. Estructuralmente hablando, las paredes se transforman en una pieza monolítica, sin tener los problemas de traslapes y amarres en esquinas de los bloques de adobe.¹⁶

Los muros de cob se alzan con una disminución gradual ascendente de 5% en su grosor, y con el espesor mínimo de 25 cm que un muro de este tipo debe tener en su extremo superior. Por cada metro de altura que una pared de cob alcance deberán sumársele 5 cm en el grosor de su base.¹⁷ Para evitar el uso de apoyos aislados en el cob se usan muros curvos en los proyectos, los cuales aportan rigidez a la estructura; no obstante, si se requiere utilizar apoyos se introducirán elementos verticales, preferentemente de un material natural como la madera.

Actualmente hay un auge de este sistema en Estados Unidos debido al esfuerzo de quienes quieren

hacer del mundo un mejor lugar y están preocupados por conservar el planeta y no seguir deteriorándolo. Esas personas han rescatado del olvido los fundamentos de esta técnica, dándole un repunte en los países desarrollados como una alternativa a la crisis ambiental. Si el sistema se aplica correctamente, las casas duran por lo menos cien años, sin necesitar ninguna reparación. Se han localizado casas en Finisterre (Bretaña, Francia), actualmente habitadas, las cuales fueron construidas hace quinientos años, con un sistema que no provocó ningún tipo de contaminación en su fabricación, construcción y mantenimiento.

Construcciones sustentables

Se necesita realizar un giro en la forma de construcción contemporánea. En la actual situación mundial, con el inicio de una etapa en que la contaminación ha llevado al planeta a un cambio climático, se deben proponer soluciones inmediatas para este problema; parar la contaminación excesiva, cada uno en el área que le corresponde. Los arquitectos deberán enfrentar esta situación con construcciones sustentables que no provoquen más desastres mundiales y con materiales que no contaminen en su fabricación, extracción, transporte y utilización en obras, ayudando así al planeta a entrar en vías de recuperación para las generaciones venideras.

¹⁶ Johnny Salazar, "Manual de construcción natural. Construyendo con cob", en Scribd, <http://scr.bi/dmPl37>, consultado en noviembre de 2011.

¹⁷ Alejandra Caballero, representante del Proyecto San Isidro. Educación Permanente, comunicación personal.