

ACABADOS NATURALES EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE

Méndez María Teresa, Flores Renato, Sosaya Gustavo, Oqueliz Pedro y Camargo Juan
Centro de Estudios para Comunidades Saludables,
Universidad Ricardo Palma, Av. Benavides 5440, Lima33, +511-7080000 Anx.
8338, cecos@urp.edu.pe / +511-997352174 mmendez@mail.urp.edu.pe

Tema 4: Arquitectura de tierra en el contexto del desarrollo sostenible

Palabras-clave: Adobe, Materiales Naturales, Construcciones Saludables

Resumen

El Perú tiene una tradición de construcciones en adobe, el cual es un material constructivo que prácticamente no produce contaminación en todo su proceso de elaboración. Actualmente el 65 % de la población rural y el 30 % de la población urbana viven en edificaciones de tierra. El adobe como unidad modulada de tierra arcillosa trabaja a compresión pero tiene una baja resistencia a la humedad, característica que le resta resistencia como material constructivo. Se han propuesto muchas soluciones a este problema, la mayoría de estas alteran sus características naturales y lo hacen más costoso. Con el fin de recuperar un modelo de vida comunitaria saludable bajo un concepto integral de identidad cultural, hábitat, medio ambiente y salud, iniciamos el estudio de materiales naturales y de fácil adquisición: cal, resina de sábila (*Aloe barbadensis*) y de Tuna (*Opuntia ficus-indica*), elementos que en nuestra región crecen en forma silvestre, para definir sus características impermeabilizantes y puedan ser empleados como parte del recubrimiento de los muros de adobe. El estudio está fundamentado en estudios previos realizados. Empleamos una metodología experimental bajo la modalidad ensayo error. La resistencia a la humedad es comprobada enluciendo bloques de adobe con barro mezclado con cada uno de estos materiales. Un grupo de las cuales serán sometidas a la intemperie y otro grupo a pruebas de humedad en laboratorio, con la finalidad de definir el nivel de impermeabilidad de cada uno de los materiales.

1. INTRODUCCIÓN

Los pobladores de todo el mundo nos encontramos, en la actualidad, experimentando graves problemas como consecuencia de la permanente agresión del hombre al Medio Ambiente. Esta grave situación nos ha obligado a buscar alternativas de conservación de nuestro ambiente, con la finalidad de recuperar el daño causado y evitar que siga deteriorándose.

Dentro de los grandes problemas que menoscaban la conservación ambiental en el Perú, encontramos al proceso de urbanización. No existen políticas definidas para incorporar los asentamientos rurales al proceso de desarrollo, bajo el concepto de comunidades saludables, pese a que en el Perú se vienen ejecutando acciones tendientes a la preservación y protección ambiental (INEI, 2007).

Como una respuesta a la problemática de la agresión al Medio Ambiente, a causa de la industria de la construcción, Esteves y Gelardi (2003) nos dicen que la Arquitectura Sustentable surge en busca de minimizar el impacto de esta industria de manera de no comprometer los recursos para el futuro. Dentro de los puntos que fundamentan esta forma de arquitectura, encontramos: adecuación del edificio al clima del lugar, calidad del ambiente interior, confort térmico, uso de materiales constructivos con menor impacto ambiental y de preferencia, degradables, minimización del impacto del edificio sobre su contexto exterior inmediato y, que reduzca el hábitat de algunos organismos perjudiciales a la salud humana.

Uno de los materiales constructivos que mejor cumple con estas condicionantes es el barro, y en especial el adobe (bloques de barro crudo). A diferencia de otros materiales, el adobe al estar elaborado de barro, prácticamente no produce contaminación ambiental. En su preparación, transporte y trabajabilidad el adobe emplea solo el 1 % de la energía requerida para la preparación, transporte y elaboración de hormigón armado o de ladrillos cocidos. Así mismo el barro no contamina el medio ambiente debido a que su reutilización es ilimitada. (Blanc F., 2008).

Nuestro país tiene una larga tradición de construcción en tierra. Tenemos que la construcción con adobe y tapial han sido empleados en el Perú, durante muchos años. Ciudades prehispánicas, fortalezas, etc. fueron construidas íntegramente en adobe. Muchas de estas edificaciones, desafiando las severidades del tiempo y movimientos sísmicos, permanecen hasta la fecha sin mostrar daños significativos.

Se estima que en el Perú el 65 % de la población rural y el 30 % de la población urbana viven en edificaciones de tierra. En la actualidad existen aproximadamente dos millones y medio de viviendas de adobe, en su mayoría corresponden a poblaciones agrícolas, con escasos recursos económicos (INEI 2007).

Siendo el barro el material idóneo para contar con una comunidad saludable, se sabe que su empleo en la construcción de edificaciones, pese a sus bondades de adaptación al clima, presenta un grave problema: **baja resistencia a la humedad** (Rodríguez et al. pág. 4). Sabemos que la resistencia de las construcciones de tierra disminuye progresivamente a medida que aumenta la humedad relativa en el interior de sus muros. Además se produce simultáneamente la pudrición de los elementos de madera que apoyan o están embebidos en los muros de adobe, lesionándolos.

Entre los problemas de humedad más comunes, que presentan las edificaciones en adobe encontramos, el arrastre de sales higroscópicas de los materiales del zócalo o los existentes en la propia tierra, que puede provocar la aparición de eflorescencias en la superficie produciendo pérdida del material en la cara exterior y posterior caída del revestimiento exterior de protección. Otro problema que también afecta el comportamiento del adobe es la precipitación pluvial, la cual satura las paredes de adobe y les produce primeramente el desprendimiento de partículas finas y luego el derrumbe parcial o total de la pared. Cuando las hiladas de bloques de adobe se saturan de humedad, las condiciones mecánicas de resistencia a la tensión y compresión del material se vuelven nulas, permitiendo que las fuerzas verticales y laterales de los empujes producidas por el peso de la estructura de madera y teja de barro, no encuentran una reacción por parte de las paredes, ya que éstas han perdido toda su resistencia y como consecuencia ocurre el colapso de la estructura superior.

De ahí que encontremos muchas edificaciones de la época Republicana en el centro de Lima que, dentro del proceso de modernización de la ciudad, han sufrido deterioro al quedar expuestas a la intemperie, luego de la demolición de la edificación colindante.

Respecto a los revestimientos se menciona que: *“...es más conveniente utilizar mortero de barro con paja o ichu, aplicándolo directamente sobre el muro. Para los exteriores de la vivienda se recomienda añadir goma de tuna al mortero, con lo que se logra que el tarrajeo sea más resistente al agua”*. (COSUDE y CESEDEM, 2006, p.19)

Es muy importante tomar conciencia de esta problemática y buscar soluciones, a fin de que no se considere que el barro, en sus diferentes formas constructivas, sea un material que tenga baja durabilidad. Debe tenerse muy en cuenta que para su conservación es fundamental contar con un acabado que reduzca su permeabilidad.

Es así que, centramos nuestra interrogante principal en definir los acabados, basados en materiales naturales, al alcance de los pobladores, que permitan la protección de los muros de adobe a las condicionantes del clima, en especial de la costa de nuestro país. Los cuestionamientos se plantean para determinar una vivienda en armonía con el lugar y satisfacer las necesidades de habitación en concordancia con usos y costumbres arraigados. Según estas interrogantes se realizaron los estudios correspondientes, a fin de lograr una propuesta integral para una comunidad saludable.

Se tiene como objetivo la búsqueda de materiales naturales que puedan ser incorporados a la mezcla de barro, para su empleo como revestimiento o tarrajeo, y que protejan al adobe de la humedad del ambiente, promoviendo un modelo de vida saludable que integra el hábitat, el medio ambiente y la salud. Contar así con viviendas confortables, seguras y sobre todo acorde a los requerimientos socioculturales de la población.

El sustento del estudio se basa en la urgencia de contar en nuestro país con comunidades saludables, en armonía con la naturaleza, como alternativa para preservar la vida en el planeta y, ante la falta de alternativas de rigor científico que permitan la construcción de viviendas realmente económicas, que se encuentren al alcance de las mayorías. Tiene como fortaleza el empleo de materiales naturales, los que adicionados con tecnología actual dan confort a los pobladores, conservan el medio ambiente, la salud de los habitantes y la identidad cultural. Estos deben ser conocidos y manejados por los actuales pobladores, mediante programas de capacitación.

El estudio parte de la consideración que, en la actualidad, el adobe es empleado como material de construcción por un gran porcentaje de habitantes en los países en desarrollo. Así mismo, en la II Conferencia de NNUU sobre asentamientos humanos (HABITAT II, 1996) se reconoce la necesidad de mejorar la calidad de vida de los asentamientos humanos, donde el desarrollo económico, social y protección del medio ambiente sean sus componentes fundamentales.

2. PROPUESTA

La investigación se fundamenta en estudios previos realizados y emplea la metodología ensayo error, basada en pruebas experimentales y de laboratorio. Estas pruebas tienen la finalidad de comprobar el comportamiento del barro ante la humedad, sólo y adicionado con materiales naturales y de fácil adquisición. Para el estudio se consideraron, como muestras, dos grupos de bloques de adobe con enlucidos que incorporan estos materiales. Uno de estos grupos fue sometido a pruebas de intemperie y el otro grupo a pruebas de laboratorio.

Rodríguez et al. (p.8) mencionan que el revestimiento es indispensable para limitar los efectos de la intemperie y evitar que la humedad afecte a la resistencia de las construcciones de adobe, por lo cual realizaron un estudio sobre adobe estabilizado con cal, encontrando que ésta mejora considerablemente las propiedades de la mezcla en cuanto a laborabilidad, adherencia con el muro, **impermeabilidad** y adicionalmente, el aspecto estético.

Encontramos, así mismo, que desde el s. XIX se han realizado una serie de ensayos con mezclas de calizas y arcillas, en los que se concluye que la sílice y la alúmina, que se encuentran en la arcilla, al combinarse con la caliza son la causa de la propiedad impermeabilizante, debido a que el Hidróxido de calcio (Cal) con silicato de sodio reacciona como impermeabilizante (Gómez C. p.p. 29-30). Por otro lado, Guerrero L. (2007 p. 190-191) menciona que los estabilizantes por impermeabilización conforman una capa protectora en torno a las partículas de arcilla que regula su contacto con el agua. La cantidad que se utilice debe ser muy moderada para que no se interfiera con el comportamiento de la arcilla como aglomerante. Así mismo nos dice que, el *Mucílago de Tuna (Opuntia ficus-indica)* o el *hidróxido de calcio*, aparte de servir como adhesivos y fluidizantes de las mezclas, evitan en cierta medida la penetración de la humedad.

Otros estudios acerca de usos y aplicaciones del *Nopal (Opuntia ficus-indica)* mencionan que a partir de la baba, se puede fabricar pintura que actúa como impermeabilizante, la cual puede ser aplicada a cualquier construcción con tierra, cemento u otros materiales, para protegerla. La protección de la construcción se da contra el frío, la humedad del ambiente, del agua, de los insectos y otros.

Basados en los estudios anteriormente mencionados, definimos como materiales a estudiar: *Cal*, *Mucílago de Sábila (Aloe barbadensis)* y de *Tuna (Opuntia ficus-indica)*, con la finalidad de definir sus características impermeabilizantes al ser incorporados al mortero de barro para enlucido (tarrajeo). Se trabajó con dos grupos de muestras de adobe enlucidas con estos morteros, los cuales se sometieron a pruebas de intemperie por 10 días y a pruebas de humedad en laboratorio, luego de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Número de bloque	Adobe natural	Adobe seco	Contenido de humedad del adobe natural (w%)
1	9 874,00 gr	9 592,00 gr	2,94%
2	10 105,00 gr	9 817,00 gr	2,93%
3	9 904,00 gr	9 622,00 gr	2,93%
4	10 074,00 gr	9 793,00 gr	2,87%
5	9 955,00 gr	9 656,00 gr	3,10%
6	9 958,00 gr	9 641,00 gr	3,29%
7	9 922,00 gr	9 621,00 gr	3,13%
8	9 825,00 gr	9 537,00 gr	3,02%
9	10 032,00 gr	9 740,00 gr	3,00%
10	9 978,00 gr	9 667,00 gr	3,22%
Promedio	9 962,70 gr	9 668,60 gr	3,04%

Tabla N°1 Pesos de bloques de adobe ensayados en la boratorio
(Créditos: CECOS-BRIGURP, 2010)

Número	Tipo de recubrimiento	Adobe seco + recubrimiento húmedo	Recubrimiento húmedo
2	Sábila	13 141,00 gr	3 324,00 gr
3	Tuna	12 046,00 gr	2 424,00 gr
5	Cal	12 055,00 gr	2 399,00 gr
7	Barro	16 850,00 gr	7 229,00 gr
9	Ninguno	9 740,00 gr	gr
Promedio		13 523,00 gr	3 844,00 gr

Tabla N°2 Pesos de recubrimientos de adobe ensayados en laboratorio
(Créditos: CECOS-BRIGURP, 2010)

Los resultados de la Tabla N°2 se refieren a la muestra en mejores condiciones por cada tipo de recubrimiento.

Número	Tipo de recubrimiento	Recubrimiento húmedo	Recubrimiento seco	Humedad recubrimiento	Adobe + recubrimiento húmedo + horno	Horno
5	Cal	2 399,00 gr	1 187,00 gr	1 212,00 gr	11 352,00 gr	- 703,00 gr
7	Barro	7 229,00 gr	5 438,00 gr	1 791,00 gr	15 565,00 gr	- 1 285,00 gr
9	Ninguno	gr	gr	gr	9 770,00 gr	30,00 gr

Tabla N°3 Humedad de recubrimientos de adobe ensayados en laboratorio.
(Créditos: CECOS-BRIGURP, 2010)

La columna **Horno** representa la humedad ganada o perdida del bloque con recubrimiento tras colocarse en un ambiente muy caliente y húmedo durante 1 día.

A partir de los resultados de las Tablas 1, 2 y 3, correspondientes a las muestras de adobe sometidas a prueba de laboratorio, se procedió al análisis de las muestras de adobe sometidas a la prueba de absorción de humedad a la intemperie.

	Adobe ensayado	Humedad estimada en el adobe ensayado	Contenido de humedad estimado después del ensayo (w%)	Variación del contenido de humedad ($\Delta w\%$)	Valor promedio de $\Delta w\%$	Mínimo $\Delta w\%$	Máximo $\Delta w\%$
Sábila	10 376,00 gr	707,40 gr	7,32%	4,27%	2,40%	0,58%	4,27%
	10 190,00 gr	521,40 gr	5,39%	2,35%			
	10 019,00 gr	350,40 gr	3,62%	0,58%			
	10 193,00 gr	524,40 gr	5,42%	2,38%			
Tuna	10 202,00 gr	533,40 gr	5,52%	2,47%	0,52%	-1,19%	2,47%
	9 897,00 gr	228,40 gr	2,36%	-0,68%			
	9 848,00 gr	179,40 gr	1,86%	-1,19%			
	10 104,00 gr	435,40 gr	4,50%	1,46%			
Cal	10 213,00 gr	544,40 gr	5,63%	2,59%	1,23%	0,62%	2,59%
	10 025,00 gr	356,40 gr	3,69%	0,64%			
	10 023,00 gr	354,40 gr	3,67%	0,62%			
	10 065,00 gr	396,40 gr	4,10%	1,06%			
Barro	10 170,00 gr	501,40 gr	5,19%	2,14%	2,35%	1,27%	4,06%
	10 355,00 gr	686,40 gr	7,10%	4,06%			
	10 148,00 gr	479,40 gr	4,96%	1,92%			
	10 086,00 gr	417,40 gr	4,32%	1,27%			

Tabla N°4 Ensayo a la intemperie (Créditos: CECOS-B RIGURP, 2010)

Se debe aclarar que debido a la carencia de maquinaria para poder hacer el secado de los bloques a una temperatura adecuada y por un periodo prolongado, algunos de los datos tienen valores distintos a los esperados. A pesar de este inconveniente, los datos han permitido sacar conclusiones sustanciales.

3. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, las mezclas analizadas son un excelente reemplazo a la tradicional mezcla de barro que es utilizada para el recubrimiento del adobe. En todas las mezclas analizadas se obtuvo resultados que superaron al recubrimiento de barro. (Puntos analizados: adherencia al adobe, dureza al secado, impermeabilidad y tiempo de secado).

Mezcla 1: *Sábila* + Tierra (1: 2.5)

Es una mezcla de consistencia plástica, debido a la deformación que mostraba al colocarse sobre una superficie. Con la finalidad de definir el espesor ideal, se aplicó una capa de 0.5 cm., como espesor mínimo, la cual tuvo una buena adherencia al adobe en un inicio. Después del periodo de 10 días expuestos al ambiente, se produjeron pequeños desprendimientos del recubrimiento.

Esta mezcla tiene gran facilidad para perder humedad, sin embargo permite también el ingreso de ésta.

Mezcla 2: *Tuna* + Tierra (1: 1)

Es una mezcla de consistencia blanda, debido a la deformación que mostraba al colocarse sobre una superficie. Se aplicó una capa de 0.6 cm de espesor, la cual tuvo una excelente adherencia al adobe en un inicio. Después del periodo de 10 días expuestos al ambiente, se produjeron rajaduras de pequeñas dimensiones. La mezcla resultó ser la de menor dureza, debido a que era la que tenía menos resistencia al rayado. Esta mezcla es la que tiene similares características a la mezcla de cal. **Pierde humedad lentamente y posteriormente no absorbe humedad.**

Mezcla 3: *Cal* + Tierra + Agua (2: 1: 1) espesor: 0.5 cm.

Resultó ser la mezcla de mayor dureza por tener características parecidas a la del mortero a base de cemento (aunque menor que este último). A pesar que se produjeron rajaduras de mayores dimensiones por tener el secado más rápido, el recubrimiento se mantuvo completamente adherido al adobe, sin embargo después de los 10 días el recubrimiento mostraba paulatinamente pequeños desprendimientos. Esta mezcla es la **que menos permite la absorción de humedad, además es la que más retiene la humedad existente en el muro.**

Se debe aclarar que se aplicaron recubrimientos delgados (0.5 cm - 0.6 cm) para probar su efectividad con un mínimo de material. Está por ensayarse con recubrimientos más gruesos (1 cm – 1.5 cm – 2 cm) y comprobar si existe variación en los resultados.

En resumen, tanto el *Mucílago de Sábila* como de *Tuna* al mezclarse con el barro desarrollan casi el mismo valor impermeabilizante que el de la cal. Teniendo en cuenta que ambas se encuentran de manera natural, son las más adecuadas a la economía de las poblaciones rurales del Perú, pudiendo replicarse el proceso fuera de nuestro ámbito nacional.

4. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación-COSUDE y CESEDEM (2006). *Construir mejor su vivienda en adobe*. Experiencia COSUDE y CESEDEM de reconstrucción de viviendas sismo-resistentes en el Departamento de Moquegua-Perú después del sismo del 2001. Perú: COSUDE. pp. 19

Blanc, F. (2008) La vivienda de interés social en la región chaqueña argentina: proyecto de aldea rural en tierra. *Las Tesinas de Belgrano*. Argentina: Universidad de Belgrano.

[Consejo de Promoción del Nopal y la Tuna. CPNT \(2009\) Usos y Aplicaciones del Nopal. México. pp. 16](#)

[Artículo en línea. Disponible en: http://www.cpnt.org.mx/pdf/usuariosApliNopal.pdf](http://www.cpnt.org.mx/pdf/usuariosApliNopal.pdf)
(Consultado el 1° de Junio del 2010)

Esteves, A. y Gelardi, D. (2003) Docencia en arquitectura sustentable: Programa de optimización de proyectos de arquitectura basado en balance térmico. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 7, N° 2*. Argentina: ASADES. pp. 10-34

Fajardo, C. (2010) Lima una ciudad de extramuros.

Artículo en línea. Disponible en: <http://peru21.pe/noticia/490643/lima-ciudad-extramuros>.
(Consultado el 4 de Octubre del 2010)

Gómez, C. (2007) De las cales, cales hidráulicas, cementos y hormigones. *Cimbra*. pp. 28-37
Disponible en: http://www.citop.es/PubPDF/Cimbra375_07.pdf

(Consultada el 13 de Mayo del 2010)

Guerrero, L. (2007) *Arquitectura en tierra, hacia la recuperación de una cultura constructiva. Apuntes*. Vol. 20 N°2 México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. pp. 182-201

Hábitat II.UN (1996) *Preámbulo del Programa Hábitat. II Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos*: autor. Disponible en:

<http://habitat.aq.upm.es/aghab/> (Consultada el 09 de Junio del 2010)

Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. INEI (2007) *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales*. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales: autor

Ministerio de Salud del Perú. MINSA. *Ley General de Salud – Plan Quinquenal 1995-2000*: autor

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. VIVIENDA. (2006) *Reglamento Nacional de Edificaciones. RNE*: autor

Rodríguez, M.; Barroso, I. y Saroza, B. *Aplicación tecnológica del adobe estabilizado*.

Disponible en:

<http://www.tallera.com.ar/doc/biblioteca/MAMPOSTERIA%20HUMEDA/UMORON-C1-C2-adobe%20estabilizado%20un%20ejemplo%20en%20Cuba.pdf> pp.11

(Consultada el 11 de Mayo del 2010)

CURRICULUM

MÉNDEZ Landa, María Teresa

Mg. Arquitecta, Docente Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú. Directora del Proyecto. Coordinadora del Centro de Estudios para Comunidades Saludables CECOS-BRIGURP.

CAMARGO Meneses, Juan

Ingeniero Civil, Asesor voluntario del CECOS-BRIGURP.

FLORES Biggio, Renato

Estudiante. Miembro voluntario del CECOS-BRIGURP.

SOSAYA Del Carpio, Luis Gustavo

Estudiante. Miembro voluntario del CECOS-BRIGURP.

OQUELIZ Rosas, Pedro José

Estudiante. Coordinador voluntario del CECOS-BRIGURP.