

## **MANTENIMIENTO DE EDIFICACIONES VERNÁCULAS, SISTEMA CONSTRUCTIVO EN TIERRA - ADOBE (ESTUDIO DE CASO LA TOLA - PÍNTAG)**

Maintenance of vernacular buildings, construction system on land - adobe  
(La Tola Píntag case study)

Paola Cristina Vallejo Choez  
*Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador*  
pcvallejo@puce.edu.ec

Fredy Mena Mora  
*Centro Internacional de Estudios Interdisciplinarios CIESI.ORG EIRL, Ecuador*  
fmena1971@hotmail.es

**Recibido:** 24-04-2019

**Aprobado:** 31-05-2019

Paola Vallejo Choez es arquitecta por la Universidad Central del Ecuador, Magíster en Conservación y Administración de Bienes Culturales, Doctora en Ingeniería Gráfica Geomática y Proyectos por la Universidad de Extremadura. Se ha desempeñado como subdecano y docente de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Tecnológica Equinoccial, ex docente de la Universidad Central del Ecuador, actualmente docente de la Carrera de Arquitectura en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Desarrolla su trabajo en las líneas de investigación: movilidad urbana sostenible, patrimonio y cultura.

### **RESUMEN**

La arquitectura vernácula forma parte del patrimonio ecuatoriano ya que constituye una muestra de la cultura de las comunidades asentadas en espacios geográficos diversos, cuyos conjuntos arquitectónicos tienen autenticidad. La investigación realizada en la comunidad La Tola perteneciente a Píntag, parroquia rural de Quito, evidencia una agrupación particular de edificaciones que son el resultado de la aplicación de técnicas constructivas tradicionales cuyos materiales son la piedra y/o cangahua en sus cimientos, mampostería de adobe y cubierta de teja de barro cocida. Levantadas hace más de 60 años han soportado las inclemencias del tiempo conformando un paisaje único poco interrumpido por nuevas construcciones de hormigón armado. El trabajo de análisis ha seguido un proceso metodológico que identifica las causas y problemas que se presentan en los elementos constructivos de los bienes inmuebles, propone alternativas de mantenimiento preventivo y correctivo de fácil aplicación y costo moderado. La investigación fue realizada en cinco edificaciones a través de un levantamiento planimétrico - fotográfico al detalle. Posteriormente se tomaron muestras para evaluar la calidad del material (adobe) y a través del levantamiento arquitectónico se evaluó el diseño particular de las edificaciones.

**Palabras clave:** patrimonio arquitectónico; patologías de la construcción; conservación; mantenimiento; sistemas constructivos tradicionales

Fredy Mena Mora es arquitecto por la Universidad Central del Ecuador, Magíster en Gestión Ambiental, Doctor en Ingeniería Gráfica, Geomática y Proyectos por la Universidad de Extremadura. Técnico de la Asociación de Municipalidades del Ecuador, técnico municipal en las áreas de catastro y planificación en los municipios de Cuyabeno, Quito y Saquisilí, ex docente de la Universidad Central del Ecuador y de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Desarrolla su trabajo en las líneas de investigación: gestión municipal, urbanismo, ordenamiento territorial, SIG, paisaje.

## **ABSTRACT**

Vernacular architecture is part of the Ecuadorian heritage as it constitutes a sample of the culture of the communities settled in diverse geographical spaces, whose architectural ensembles have authenticity. The research carried out in the community La Tola belonging to Píntag, rural parish of Quito, evidences a particular grouping of buildings that are the result of the application of traditional constructive techniques whose materials are stone and/or Cangahua in its foundations, Adobe Masonry and covered with terracotta tile. Erected more than 60 years ago, they have endured the inclement weather, forming a unique landscape that has not been interrupted by new reinforced concrete constructions. The analysis work has followed a methodological process that identifies the causes and problems that arise in the constructive elements of the real estate, proposes alternatives of preventive and corrective maintenance of easy application and moderate cost. The research was carried out in five buildings through a planimetric-photographic uprising in detail. Subsequently, samples were taken to evaluate the quality of the material (adobe) and through the architectural uplift the particular design of the buildings was evaluated.

**Keywords:** architectural heritage; pathologies of construction; conservation; maintenance; traditional construction systems

## **I. Introducción**

A través de la historia los seres humanos han buscado la forma de satisfacer sus necesidades de refugio, desarrollando técnicas constructivas a partir de los materiales que la naturaleza les proporcionaba.

Los países latinoamericanos y africanos han trabajado soluciones de construcción con tierra cuyas prácticas tienen una profunda fundamentación cultural y social "del hacer" que se transmite de manera oral, sus condiciones económicas deficientes no han favorecido un desarrollo científico. (Rodríguez, Monteagudo, Saroza, Nolasco, & Castro, 2011).

Actualmente la pérdida de estos conocimientos ancestrales, así como la aplicación de nuevas tecnologías han vuelto vulnerables a las edificaciones en las que aún se puede apreciar el uso de estas técnicas denominadas tradicionales.

Este conjunto de características constructivas han determinado que éste tipo de edificaciones puedan incluirse en el Patrimonio Tradicional, el mismo que ocupa un privilegiado lugar en el afecto y cariño de todos los pueblos. Aparece como un característico y atractivo resultado de la sociedad. Se muestra aparentemente irregular y sin embargo ordenado. Es utilitario y al mismo tiempo posee interés y belleza. (ICOMOS, 1999).

La necesidad de conservar las edificaciones de valor patrimonial, surge, como respuesta a la destrucción y deterioro del mismo, ya sea por causa de agentes naturales y/o antrópicas, dicho deterioro afecta directamente al usuario, pues no logra satisfacer sus necesidades de confort, situación que ocasiona el abandono paulatino de estas; además, la falta de recursos económicos y el mantenimiento inadecuado de los elementos que forman la edificación, agravan la magnitud del problema, así en la figura 1 se puede apreciar una vivienda construida en adobe, en la que se nota la falta de protección (enlucido) sobre las paredes.

**Figura 1.** Vivienda vernácula ubicada en Píntag



Fuente: Archivo personal.

El estudio de los sistemas constructivos en tierra desde diferentes perspectivas guiadas bajo parámetros cualitativos y/o cuantitativos se realiza en muchos países del mundo, debido a su importancia como material tradicional, además de ser considerados como un aporte a la arquitectura sostenible. Estas características han despertado el interés de ingenieros, arquitectos y constructores, quienes tienen como propósito retomar estas técnicas constructivas para mejorar las aplicaciones de uno de los materiales naturales más antiguos y abundantes como la tierra.

El arquitecto alemán (Minke, 2005), menciona que en casi todos los climas cálido-secos y templados del mundo, la tierra ha sido el material de construcción predominante. Aún en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra, y en países en vías de desarrollo esto representa más de la mitad.

Por ello Minke, se ha dedicado al desarrollo de viviendas de barro por su relación directa con la construcción ecológica y de bajo costo, logrando altos estándares de calidad en la habitabilidad en viviendas vernáculas.

Colombia posee gran cantidad de investigación sobre arquitectura monumental y ha implementado los sistemas constructivos en tierra y bahareque en la construcción de viviendas. En Inglaterra la empresa Ibstock comercializa adobe denominado "ladrillo de arcilla sin cocer" tiene excelentes credenciales de sostenibilidad, su producción ocupa menos energía y produce menor cantidad de residuos que otros tipos de materiales actuales (bloque, hormigón) y son completamente reciclables, poseen aislamiento acústico, inhiben la condensación y regulan la humedad relativa de la atmósfera (IBSTOCK, s.a.).

Varios investigadores, consideran indispensable la recopilación, normalización y difusión de conocimientos científicos y experimentales para conseguir un sistema constructivo adecuado, que no ponga en riesgo al usuario, debido a que construcciones más recientes de adobe han sido la causa de numerosas pérdidas de vida, porque no ofrecen una seguridad permanente ante los movimientos sísmicos. Esto se debe a que la técnica tradicional de construcción con adobe, se ha perdido y se la utiliza en forma empírica y sin asistencia técnica. (Morales, Cabrejos, Rengifo, & Candiotti, 1993).

La investigación realizada en La Tola analiza las patologías presentadas en bienes inmuebles, en su mayoría viviendas, identifica el origen de estas y sugiere alternativas de mantenimiento preventivo y correctivo, establece pautas específicas según la compatibilidad de materiales tradicionales y contemporáneos utilizados, promoviendo el rescate de estas estructuras que todavía no superan su etapa de vida útil. Se plantea de forma general el contribuir, con un trabajo teórico y metodológico en el proceso de Conservación y Mantenimiento del Patrimonio Tradicional Arquitectónico (sistema constructivo en tierra -adobe) con base en los siguientes elementos:

- Analizar la vulnerabilidad del sistema constructivo.
- Identificar tipos de amenazas y su frecuencia.
- Establecer criterios de mantenimiento correctivo y preventivo.

## **II. Metodología**

El estudio realizado plantea el proceso de conservación fundamentado en cuatro elementos importantes: concientización de la población, conservación del bien inmueble, puesta en valor de la Arquitectura Vernácula y alternativas de activación económica. Esta investigación aporta de forma directa a la conservación del bien inmueble y a la puesta en valor de la Arquitectura Vernácula.

El proceso de recolección de información se realizó a través de la observación, entrevista, levantamiento fotográfico, levantamiento planimétrico y toma de muestras de materiales; los instrumentos diseñados fueron: guías de observación, guía de entrevista, ficha fotográfica, herramientas de medición, análisis de muestras, fichas para el reconocimiento de patologías por elemento estructurante.

Los criterios para la selección que debían cumplir las edificaciones fueron los siguientes:

- Habitables.
- Mampostería de adobe.
- Cubierta con estructura de madera y techo de teja de barro cocido.
- Patologías reconocidas a simple vista.
- Predisposición de los propietarios para el estudio.

Se construyó un universo de 120 edificaciones de adobe, de las que se seleccionaron inicialmente 10, para luego delimitar la muestra de estudio a 5 construcciones que evidencian la problemática de análisis. Cuatro corresponden a viviendas y una a equipamiento (escuela).

### **Análisis de la calidad del material**

1. No destructivo: a través de la observación y el levantamiento fotográfico se reconocen patologías a simple vista denominadas en investigaciones analizadas como indicadores macroscópicos de alteración, identificadas en cada una de las tablas expuestas más adelante según el elemento estructurante.
2. Destructivo: se extrajeron bloques de adobe de la parte superior de las construcciones y algunas tejas de la cubierta, se realizan pruebas de calidad de los mampuestos basadas en el reconocimiento de materiales constructivos idóneos para la elaboración del adobe en estudios realizados por (Morales, Cabrejos, Rengifo, & Candiotti, 1993), que se consideran pertinentes para la evaluación del material, además de ser útiles y de fácil aplicación para la comunidad. En la figura 2 se observa el adobe extraído, del que se obtuvieron muestras para realizar las diferentes pruebas.

**Figura 2.** Bloque de adobe extraído



Fuente: Archivo personal, 2015.

**Prueba de olor:** se tritura en una superficie plana una porción de adobe (100 g) a continuación se coloca unas gotas de agua para humedecerlo, al oler la mezcla revela poca cantidad de material orgánico.

**Prueba de color:** se esparce el material en una superficie plana y se comprueba que el mayor porcentaje corresponde a arcilla de color claro lejano al negro lo que evidencia una buena calidad del adobe ya que los suelos aptos para su fabricación son los rojizos, y amarillos siendo el de color negro no recomendable debido a la gran cantidad de materia orgánica que posee.

**Prueba de la plasticidad (denominada prueba de la cinta o prueba del rollo):** se tritura parte del adobe (100 g) se lo amasa con una pequeña cantidad de agua y se forma un cilindro con las manos, después se desliza el pulgar formando una cinta, se mide la distancia lograda hasta el rompimiento.

La cinta realizada se rompe a 12,5 cm considerándose el material adecuado, como se observa en la tabla 1.

**Tabla 1.** Indicadores que determinan la plasticidad del material

Descripción		Indicador
Tierra (inadecuada)	arenosa	El rollo se rompe antes de alcanzar los 5cm
Tierra arcillo (adecuada)	- arenosa	El rollo se rompe al alcanzar una longitud entre 5 y 15 cm
Tierra (inadecuada)	arcillosa	El rollo alcanza una longitud mayor a 15cm

Fuente: Morales, R., Cabrejos, R. T., Rengifo, L. A., & Candiotti, C. (1993).

**Prueba de sedimentación:** se tritura una porción del bloque de adobe se lo introduce en un recipiente lleno de agua y se agita fuertemente se lo deja reposar y se observa la formación de tres capas; la primera gruesa (arenosa) la segunda de color más claro (arcillosa) y cerca de la superficie se observa la tercera compuesta de paja y residuos livianos.

La recomendación indica que la cantidad de arena debe corresponder entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcilla. Para este caso la medición tomada corresponde a 2.5 veces la cantidad de limo y arcilla. Se concluye que la proporción es la adecuada ya que está dentro de los límites previstos.



**Prueba de la barra:** se sumerge todo el bloque de adobe en un recipiente con agua durante 1 minuto, como se observa en la figura 3, se hace presión con una barra de 25kg y se observa la resistencia, para este caso el adobe no se rompe verificando la calidad del material en cuanto a su resistencia.

**Figura 3.** Prueba de la barra



Fuente: Archivo personal, 2015.

Otra prueba adicional que se realizó fue observar el comportamiento del adobe frente al peso de una persona (80 kg), se coloca el adobe entre otros dos y la persona se coloca sobre el adobe, en este caso el adobe no se rompió.

Con base en estas pruebas manuales se puede concluir que las patologías encontradas no son causadas por errores de origen en el material ya que las muestras presentaron buena manufactura en su composición, plasticidad y resistencia.



### III. Patologías

El análisis de patologías se realiza con base en los elementos estructurales, acabados e instalaciones una vez reconocidas se cuantifican y comparan entre sí.

#### **Análisis de elementos estructurantes**

**Cimentación y sobrecimiento.** La cimentación es corrida, está constituida por piedra molón y barro, tienen una profundidad de 0.75m a 1.0m bajo el nivel natural del terreno y de 0.10m a 0.30m sobre el nivel construido. En la figura 4 se aprecia el crecimiento de material vegetal sobre este elemento estructural, en la tabla 2 se han detallado las patologías detectadas y sus causas.

**Figura 4.** Crecimiento de vegetación en cimiento



Fuente: Archivo personal, 2015.

**Tabla 2.** Patología localizada en cimientos y sobrecimientos

Causa	Patología localizada	Casos
Presencia de basura en michinales	Desarrollo microbiológico	3
Falta de limpieza en zócalos de piedra. Falta de vereda perimetral y de canales y bajantes recolectores de agua lluvia	Presencia de humedad ascendente y efluorescencias	5
Factores climáticos (lluvia, viento, sol)	Erosión de la Piedra	5
Descuido, abandono, vandalismo	Presencia de hierba, musgos y líquenes	5

Elaboración Propia.

**Muros.** Son estructurales, cumplen con la función de protección de las condiciones externas y de distribuir el espacio edificado. Se levantan con unidades de adobe, cuyas dimensiones son 40 cm x 20 cm x 15 cm. Los adobes no tienen medidas iguales, variando estas de 1 a 2 cm, en la figura 5 se observa la disposición de muros de adobe en las viviendas, en este caso se puede apreciar que la pared se encuentra sin ningún tipo de revestimiento y algunos de estos elementos han sido sustituidos por ladrillos.

**Figura 5.** Fachada vivienda de adobe sin enlucir



Fuente: Archivo personal, 2015.

El tipo de aparejo encontrado en los inmuebles analizados corresponde a hilada compuesta de un adobe en tizón y uno en sogá, llegando el muro a un espesor de 60 cm. En construcciones de dos plantas, el aparejo en los muros de la segunda planta se compone de la primera hilada de adobes en sogá y la siguiente por dos adobes en tizón, llegando el muro a un espesor de 40 cm aproximadamente. En la tabla 3 se detallan las patologías encontradas en muros.

**Tabla 3.** Patologías localizadas muros

Causa	Patología localizada	Casos
Vientos, lluvia	Erosión del Adobe	5
Zócalo de piedra de poca altura, falta de cimentación, agua capilar	Presencia de humedad ascendente y efluorescencias en muros	5
Edad de la construcción (+ de 60 años)	Faltantes en el adobe	5
Edad de la construcción (+ de 60 años), Falla en las trabas entre muros.	Deformaciones del muro de adobe	5
Descuido, abandono, vandalismo	Presencia de hierba, musgos y líquenes	5
Asentamientos del suelo	Grietas y fisuras en los muros	3
Vanos cerca de las esquinas, dinteles livianos, vanos grandes no proporcionados y poco empotramiento	Grietas y fisuras en los muros	3

Elaboración Propia.

**Techos.** Constituyen la parte superior de la edificación, que cubre un ambiente, protege al usuario y a toda la construcción de las inclemencias del tiempo: lluvia, viento, granizadas, sol y temperatura variables. En general los techos en los casos de estudio son de estructura de madera de eucalipto y la cubierta de teja tipo española, a dos aguas, como se aprecia en la figura 6. Las patologías encontradas se enumeran en la tabla 4.

**Figura 6.** Tipología de cubierta a dos aguas, de teja con estructura de madera



Fuente: Archivo personal, 2015.

**Tabla 4.** Patologías localizadas en cubiertas

Causa	Patología localizada	Casos
Filtraciones de agua por la cubierta de teja en malas condiciones. Mala calidad de fabricación de las tejas, desorden y vida útil.	Presencia de humedad, desarrollo biológico (xilófagos), en la estructura de madera o chaguarquero.	5
Edad de la construcción (+ de 60 años), falta de mantenimiento	Faltantes en la cubierta	4
Edad de la construcción (+ de 60 años). Falta de mantenimiento	Deformaciones de la estructura de madera	5
Descuido, abandono.	Presencia de hierba, musgos y líquenes	5
Edad de la construcción (+ de 60 años). Falta de mantenimiento. Presencia de animales (gatos, ratas), sismos.	Grietas y roturas en tejas	2

Elaboración Propia.



## **Análisis de acabados**

**Fachadas y paredes interiores.** El enlucido está formado por dos capas de 1.5cm cada una, la primera hecha de chocoto (tierra, agua y paja) y la segunda de arena y cal en relación 3 a 1. Las paredes interiores son enlucidas bajo los mismos criterios de la fachada pero se encuentran resanadas con cemento y arena. En las figuras 7 y 8 se puede observar el desprendimiento y deterioro del material de revestimiento, tanto en el exterior como en los ambientes interiores de las viviendas, en la tabla 9 se detallan las patologías encontradas en fachadas y paredes interiores.

**Figura 7.** Fachada con desprendimiento de enlucido



Fuente: Archivo personal, 2015.

**Figura 8.** Patologías encontradas en paredes interiores. Desprendimiento de enlucido



Fuente: Archivo personal.

**Tabla 5.** Patologías localizadas en fachadas y paredes interiores

Causa	Patología localizada	Casos
Descuido, abandono, vandalismo, Acción de factores climáticos (viento, lluvia, sol), mala colocación del enlucido.	Pérdida, desprendimiento y craquelamiento del enlucido.	2
Filtraciones de agua desde el zócalo. Infiltración de agua por paredes golpeadas por la lluvia.	Manchas, humedad y efluorescencias	5
Descuido, abandono.	Presencia de hierba, musgos y líquenes	5
Resanados posteriores del enlucido con mortero de cemento y arena en vez del material original (chocoto)	Grietas	2
Repisas de las ventanas sin protección y no niveladas.	Humedad	

Elaboración Propia.

**Pisos.** Se encontraron dos tipos de acabado en los pisos: madera, y ladrillo que se consolidaron con cemento-arena. Los pisos de madera están separados del terreno 0,40m, formado la cámara de aire, las vigas son de 20cm x 12cm aproximadamente separadas de 0,50cm de eje a eje, sobre las vigas se colocan las duelas de 2,30m x 0,12m. Los pisos de ladrillo se encuentran directamente apoyados sobre el nivel natural del terreno. Las patologías halladas, así como sus causas se especifican en la tabla 6.

**Tabla 6.** Patologías localizadas en pisos

Causa	Patología localizada	Casos
Descuido, abandono, vandalismo	Piezas faltantes	2
Filtraciones de agua	Manchas, humedad	5
Descuido, abandono, falta de mantenimiento	Presencia de hierba, musgos y líquenes	5
Concentración de suciedad, filtración de agua, falta de ventilación adecuada. Tapados los michinales	Desarrollo microbiológico y biológico (hongos, xilófagos) , pudrimiento	2
Instalaciones sanitarias adaptadas	Perforaciones	2
Filtración de agua lluvia por goteras	Deformaciones del entablado	5

Elaboración Propia.

**Puertas y ventanas.** Las puertas son de madera, la dimensión promedio es de 1m de batiente por 2 m de altura, los dinteles también de madera presentan pandeo, miden el doble de la abertura de la puerta. Las ventanas con marcos de madera y vidrio de 3 mm. En la figura 9 se observa la forma de colocación de los dinteles y el reforzamiento en antepechos. Las patologías halladas en estos elementos se especifican en la tabla 7.



**Figura 9.** Dintel de ventana con deformaciones



Fuente: Archivo personal, 2015.

**Tabla 7.** Patologías localizadas en puertas y ventanas

Causa	Patología localizada	Casos
Descuido, abandono, vandalismo	Roturas, elementos faltantes	2
Madera vieja, no tratada y no secada, falta de umbral	Manchas, humedad	5
Falta de limpieza	Presencia de xilófagos	5
Descuido, abandono, vandalismo	Deformaciones	2
Erosión y resquebrajamiento del muro que conforma el vano.	Marcos inestables	4
Consolidaciones del muro con arena y cemento. Reacción del chocoto sobre otro material como la madera	Desprendimiento del enlucido pared que sostiene el marco de la puerta	4

Elaboración Propia.

## **Análisis de las instalaciones**

**Instalaciones eléctricas.** Están empotradas en las paredes de adobe y el cable se lo encuentra sin fijación en la mayoría de ambientes, los medidores de energía están colocados arbitrariamente en las paredes exteriores sin protección, en la tabla 8 se detallan las anomalías referentes a la incidencia de la incorrecta disposición de cables y accesorios eléctricos en las viviendas analizadas.

**Tabla 8.** Patologías localizadas en la instalación de red eléctrica

Causa	Patología localizada	Casos
Colocación empírica de las instalaciones eléctricas	Cables expuestos	2
Empotramientos mal planteados y fijados con mortero no compatible con la tierra	Grietas alrededor de los puntos de energía eléctrica y riesgo de incendios por corto circuito.	5
Colocación arbitraria en fachadas	Medidores de luz inestables, y expuestos a la lluvia	5

Elaboración Propia

**Instalaciones de agua potable y sanitarias.** Solo una de las edificaciones ha incorporado un baño en la edificación de adobe, perforando el piso de madera, como se detalla en la figura 10, las otras poseen el baño o letrina en el exterior. El agua potable ha sido trasladada por manguera negra, de forma empírica y no tiene fijación a las paredes, como se observa en la figura 11. En la tabla 9 se puntualizan las patologías y sus causas referidas a la incorrecta instalación de tuberías hidrosanitarias en este tipo de viviendas.

**Tabla 9.** Patologías localizadas en la instalación de red hidrosanitaria

Causa	Patología localizada	Casos
Colocación empírica de las instalaciones	Mangueras expuestas por la casa sin fijación	5
Colocación empírica de instalaciones	Perforaciones indiscriminadas de pisos y paredes.	5

Elaboración Propia.

**Figura 10.** Perforación del piso de madera para instalación sanitaria



Fuente: Archivo personal, 2015.

**Figura 11.** Instalación de Agua Potable vista



Fuente: Archivo personal, 2015.

## Análisis de diseño

Se refiere a la disposición de las paredes exteriores e interiores, que conforman cada una de las unidades analizadas, de acuerdo a los levantamientos planimétricos realizados. Dentro de este estudio es importante señalar que las viviendas examinadas presentan una serie de características en cuanto a su forma que las vuelven muy estables desde el punto de vista de la sismo resistencia.

En la tabla 10 se ha realizado un comparativo de las características de diseño de las viviendas estudiadas, con el objeto de evaluar sus propiedades arquitectónicas.

**Tabla 10.** Análisis de diseño de las edificaciones investigadas

EDIFICACIÓN INVESTIGADA	NÚMERO DE PISOS	RELACIÓN		SIMETRÍA	ANCHO	LONGITUD	L<3A	L1+L2<L/2	H1>H2	D, D1, D2>50 cm
		PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA								
1	1	_____		EJE Y	9,26	12,04	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	2	Muros continuos en la vertical		EJE Y	4,25	11	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	1	_____		EJE X e Y	6,2	8,45	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	2	Muros continuos en la vertical		EJE X e Y	10,38	10,43	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	1	_____		EJE X e Y	9,74	9,8	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

En donde: A= Ancho de la edificación L = Longitud de la edificación, L1 = Ancho de puerta, L2 = Ancho de ventana, D = Machón central, D1 = Machón Izquierdo, D2 = Machón derecho

Elaboración propia

Así de acuerdo al manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica se establece que para lograr que una edificación de 1 o 2 pisos alcance un buen desempeño frente a un movimiento sísmico se debe cumplir con los siguientes parámetros: geometría regular y simétrica, uniformidad en el uso de materiales, relaciones proporcionales en cuanto a llenos y vacíos, entre otros. En la tabla número 10 se analiza algunos de estos aspectos.

Este tipo de análisis relaciona las dimensiones totales de la vivienda (longitud y ancho) con el objeto de determinar la estabilidad de ésta frente a un movimiento telúrico, así una vivienda, cuya estructura es de muros portantes, una relación en la que  $L$  sea mayor que  $3A$  tendrá mayor probabilidad de volcamiento, en el mismo sentido la simetría determina el equilibrio estructural y una adecuada distribución de cargas, en este caso se aprecia que las plantas son simétricas en uno o en dos de sus ejes.

La continuidad de los muros de carga en sentido vertical en las viviendas de 2 pisos tienen la finalidad de que estos elementos actúen monolíticamente y no independientes generando reacciones diferente ante el movimiento sísmico, esta condición se cumple en el caso de las edificaciones de dos plantas.

La relación entre llenos y vacíos en las fachadas tiene una finalidad similar pues grandes vanos debilitarían la estructura debido a que no existen elementos de amarre en los muros, en las viviendas analizadas esta situación se supera pues los machones superan con suficiencia los 50 cm establecidos en la norma.

### **III. Discusión**

El adobe es un material muy vulnerable a la humedad, por lo tanto requiere protección, cuidado y mantenimiento frecuente. Las causas de deterioro pueden ser:

- De origen, debido a la composición del material o mal proceso constructivo del elemento estructural.
- Por agentes naturales, que pueden ser eventuales, como los sismos, inundaciones, deslizamientos o frecuentes como la lluvia, humedad, vientos, presencia de organismos vivos.
- Intervenciones posteriores, como reforzamientos estructurales inadecuados, sellado de las instalaciones eléctricas y sanitarias con mezcla de cemento, utilización de tratamientos químicos consolidantes o materiales no compatibles con la tierra.

De todas las causas localizadas en las tablas de análisis se pueden establecer cuatro grupos en general, de acuerdo a la tabla 11.

**Tabla 11.** Resumen de causas de las patologías encontradas

Tipo de deterioro	Causas específicas de deterioro
Falta de Mantenimiento adecuado a la tecnología tradicional	Abandono de edificaciones, intervenciones posteriores deficientes, falta de protección ante factores climáticos, falta de elementos de protección contra la humedad, falta de limpieza
Envejecimiento (vida útil del material)	Falla en el elemento constructivo, falla en el material.
Mala calidad del material constructivo, mala fabricación del elemento constructivo	Mala colocación de vigas, dinteles, puertas, ventanas.
Asentamiento del suelo (factores imprevistos)	Sismos, asentamientos del suelo, inundaciones

Elaboración Propia.

De los resultados cuantificados se obtiene que el porcentaje más alto 55% corresponde al abandono y falta de mantenimiento de los bienes inmuebles, este factor les hace vulnerables a la humedad.

El 25% corresponde al envejecimiento propio del material<sup>1</sup>, por lo tanto se puede afirmar que el 80% de las causas de deterioro de las edificaciones pueden disminuir a través de un adecuado mantenimiento que respete las características de la arquitectura tradicional - vernácula.

El mantenimiento preventivo disminuye la vulnerabilidad de este tipo de estructuras, en este sentido se pueden tomar medidas frente a la humedad: limpieza de patios que rodean a la construcción y mantenimiento de pendientes en los mismos para evitar estancamiento de agua, revisión periódica del estado de las cubiertas, limpieza de canaletas, canales y bajantes de agua lluvia, limpieza de brote vegetal en fachadas, ventilación de áreas interiores.

El mantenimiento correctivo involucra procesos técnicos que deberán realizarse con ayuda de un especialista cuando sean necesarios, con el fin de precautelar la integridad del usuario. Estableciendo el nivel de deterioro: ligero, moderado,

<sup>1</sup> El mantenimiento preventivo garantiza que los materiales como el adobe y la teja al presentar deterioro pueden ser reemplazados con otros de las mismas características que garanticen la estabilidad de la edificación respetando su sistema constructivo tradicional.

extenso, completo (Tolles, Kimbro, & Ginell, 2002) se puede proponer la reposición o remplazo de faltantes en los elementos estructurales, sustitución de muros, impermeabilizaciones totales de cubierta, curado de la madera y consolidación de enlucidos y pintura con materiales compatibles, en muchas intervenciones se utilizan materiales diferentes como el hierro, cemento, hormigón pero de según (Chiappero & Supisiche, 2003) con esta acción se perturban los principios básicos de continuidad, homogeneidad, adherencia, unidad, textura y color de la obra en cuestión, derivando esta acción en más problemas que soluciones.

La restitución de pisos y contrapisos se puede realizar con mortero hidrófugo.

En cuanto a instalaciones eléctricas e hidrosanitarias es indispensable que se realicen sobrepuestas en los muros sujetos por bridas de fijación evitando siempre las perforaciones en el adobe.

#### **IV. Conclusiones y recomendaciones**

El análisis permite entender que las construcciones de adobe existentes en La Tola necesitan ser recuperadas ya que se estima tienen un deterioro moderado-extenso y pone en riesgo la seguridad de sus propietarios que en muchos casos son adultos mayores.

La Carta del Patrimonio Vernáculo Construido (ICOMOS, 1999) menciona que debido a esa homogeneización de la cultura y a la globalización socio-económica, las estructuras vernáculas son, en todo el mundo, extremadamente vulnerables y se enfrentan a serios problemas de obsolescencia, equilibrio interno e integración. Esta investigación comprueba que en el Ecuador se localizan estos mismos fenómenos que afectan al patrimonio construido y sus habitantes.

Pese a todos los deterioros presentados en la investigación, no existen muros desplomados debido a que la localidad no ha sido afectada por sismos de consideración, inundaciones o incendios, además el material empleado presenta una calidad aceptable en base a pruebas manuales de resistencia realizadas.



Los deterioros más avanzados se detectaron en las cubiertas (humedad, filtración de agua lluvia), la valoración de los factores externos (entorno) donde se ubica la edificación de adobe, son claves para la elaboración de un diagnóstico consistente de la degradación del material o su elemento constructivo.

Es preferible utilizar materiales tradicionales en el mantenimiento preventivo y correctivo de las construcciones de adobe, ya que esto contribuye a obtener un costo moderado con acciones de fácil aplicación, frente al derrocamiento de la edificación y a la construcción de una nueva, situación que va en detrimento de la economía de los propietarios.

La pérdida de conocimientos ancestrales respecto a técnicas constructivas tradicionales pone en peligro nuestra identidad cultural, investigación de este tipo demuestra condiciones extremas de habitabilidad de espacios rurales que deben ser recuperados con el mismo interés que se tiene por los grandes centros históricos.

El proceso metodológico llevado a cabo, ha sido adecuado para el manejo de información, ya que el trabajo de campo es sin duda necesario para observar y entender los verdaderos problemas que enfrentan las tecnologías tradicionales conjuntamente con sus comunidades, siendo este el punto de partida para el planteamiento de soluciones teórico - prácticas de mantenimiento.

Hace falta, no obstante, otros estudios que complementen un proceso de conservación de esta área. Es preciso realizar un inventario de las construcciones vernáculas existentes, una normativa que las proteja, programas y proyectos de recuperación y la puesta en valor de la arquitectura doméstica perteneciente a estas poblaciones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los resultados alcanzados obedecen a la participación activa de la comunidad y dirigentes barriales. Un agradecimiento particular a las familias Gualli, Males, Sra. Nélide Pacheco, Sr. Carlos Males que permitieron el desarrollo de esta investigación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (s.f.). *Manual para la Rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*. Obtenido de <http://www.asosismica>.

Chiappero, R., & Supisiche, M. (2003). *Arquitectura en tierra cruda* (Primera ed.). Buenos Aires, Argentina.

IBSTOCK. (s.f.). *Ecoterre earth bricks*. Obtenido de [www.ibstock.com/Ecoterre-intr-design.asp](http://www.ibstock.com/Ecoterre-intr-design.asp)

ICOMOS. (1999). Carta del patrimonio vernáculo construido. *12ª Asamblea General*. México.

ICOMOS. (1999). [www.international.icomos.org/charters/vernacular\\_sp.pdf](http://www.international.icomos.org/charters/vernacular_sp.pdf). Obtenido de Carta del patrimonio vernáculo construido.

Minke, G. (2005). *Manual de Construcción para viviendas antisísmicas de tierra* (Tercera edición ed.). Kassel, Alemania: Universidad de Kassel.

Morales, R., Cabrejos, R., Rengifo, L., & Candiotti, C. (1993). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima, Perú.

Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C. (1993). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima: Pueblo Libre.

Rodriguez, I., Monteagudo, B., Saroza, P., Nolasco, Y., & Castro. (2011). Aproximación a la patología presentada en las construcciones de tierra. Algunas recomendaciones de intervención. *Informes de la Construcción*, 63(523).

Tolles, L., Kimbro, E., & Ginell, W. (2002). *Guía de planeamiento e ingeniería para la estabilización sismorresistente de estructuras históricas de adobe*. Los Ángeles: Getty Publications.