



Determinación de los problemas técnico-constructivos actuales que afectan la calidad y durabilidad de las viviendas de tierra en la provincia de Uíge, Angola

Determination of technical and constructive problems that affect the quality and durability of dwellings made of adobe in the province of Uíge, Angola

Jorge Rufino

RESUMEN: La vivienda es una de las expresiones más importantes de la cultura y uno de los elementos representativos del grado de desarrollo del proceso de producción social del hábitat. En toda África existen tradiciones constructivas con tierra, variante con resultados demostrados por su bajo costo y baja contaminación ambiental, sin embargo, la no correcta utilización de las experiencias constructivas ancestrales y la inadecuada selección de los asentamientos, así como la no utilización de los materiales alternativos autóctonos ha hecho que una práctica con probados resultados, no sea intensivamente aprovechada. En el presente artículo se presenta caracterización del sistema habitacional de la provincia de Uíge en Angola, así como sus principales problemas desde el punto de vista técnico-constructivo, se realiza una descripción de los principales deterioros.

PALABRAS CLAVE: viviendas, construcción, adobe.

ABSTRACT: Housing is one of the most important expressions of culture and one of the elements representing the degree of development of the process of social production of habitat. Across Africa with soil building traditions exist, variant results demonstrated by its low cost and low environmental pollution, however the correct no constructive use of ancestral experience and inadequate selection of settlements and the non-use of alternative materials native has made a practice with proven results, not intensively exploited. In this paper we present characterization of the housing system in the province of Uíge in Angola, and their main problems from a technical standpoint-making constructive, an assessment is made of the major damage.

KEY WORDS: homes, construction, adobe.

Introducción

Todos los pueblos desarrollan su arquitectura a su estilo propio; que es muy específico como lo es su lengua, su vestimenta y sus tradiciones culturales. Hasta el colapso de las fronteras culturales ocurrido en el siglo XIX, había formas y parámetros arquitectónicos locales por todo el mundo, las construcciones de cada región eran la feliz unión entre la imaginación del pueblo y las exigencias habitacionales de cada territorio. [1]

Hoy es posible encontrar en Angola una gran cantidad de edificaciones realizadas a partir de la utilización de la tierra como principal materia prima; las cuales están construidas con diversas tecnologías, relacionadas directamente con la población que las vio nacer, adaptadas y perfeccionadas en dependencia de las características de los materiales disponibles en cada localidad. [2, 3]

Por esta razón el objetivo fundamental que se aborda en este artículo, es a partir de una caracterización del sistema habitacional de la provincia Uige en Angola y respetando las condiciones culturales arquitectónicas, ambientales y tradiciones constructivas de la localidad, determinar los problemas técnico-constructivos que afectan la calidad y durabilidad de las viviendas de tierra en Uige.

El caso de estudio se centró específicamente en la compilación de la información referente a las descripciones detalladas según las variables de investigación, tales como: tipología de las viviendas, técnicas constructivas empleadas y funcionalidad.

La sistematización de la información sobre los deterioros y lesiones más comunes que afectan a las construcciones con tierra en esta zona, a partir del estudio de campo realizado a la muestra seleccionada se vincula con las variables antes mencionadas.

Métodos e Instrumentos

Esta investigación se desarrolló en dos fases:

En una primera fase se realiza una recogida de información sobre los deterioros y lesiones más comunes en edificaciones del asentamiento de Candombe Grande en la provincia Uige (tabla 1), para lo cual se adoptó la siguiente metodología:

1. Selección de la zona objeto de estudio y caracterización habitacional.
2. Caracterización de las tipologías de las viviendas seleccionadas.
3. Identificación de los deterioros según elemento constructivo.
4. Determinación organoléptica de los deterioros encontrados en cada uno de los elementos constructivos, para lo cual se tuvo en cuenta la frecuencia de aparición, localización y la magnitud de las alteraciones.
5. Cálculo de los porcentajes de los deterioros para cada elemento constructivo a partir de la siguiente expresión.

$$\% \text{ de cada tipo de deterioro} = \frac{\text{valor de indicador}}{\text{valor max}} \times 100$$

6. Comparación de los porcentajes de los diferentes deterioros con los parámetros de clasificación establecidos por la norma brasileña de deterioros constructivos (NBR 1056, 1999) (tabla 2). [4]

1. NICOLÁS, R. "Orientación estructural constructiva para edificaciones de adobe". En: *Memorias del V Curso Internacional sobre edificaciones de Bajo Costo en zonas sísmicas*. Lima: [s.n.], 1993.
2. Angola. Ministerio de Educação. *Atlas geográfico: República de Angola*, 1982.
3. UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA. *Relatório social de Angola*. Brasília: Centro de Estudos e Investigaçao Científica, 2011.
4. INMETRO. Normas brasileñas de clasificación de deterioros constructivos, utilizando tierra para viviendas NBR1056. 1999

Tabla 1. Indicadores de evaluación de los deterioros

Valor	Rango de evaluación de los Indicadores organolépticos de los deterioros
5	Aparece el deterioro puntualmente o de forma aislada con magnitud ligera en algunos elementos constructivos.
4	Aparece el deterioro puntualmente o aislado con magnitud moderada en varios elementos constructivos
3	Deterioro de forma generalizada con magnitud moderada en uno o varios elementos constructivos, afectando requisitos de habitabilidad de las viviendas
2	Deterioro de forma generalizada en uno o varios elementos constructivos con problemas irreversibles
1	Deterioro de forma generalizada con gran magnitud en más de un elemento constructivo y se ve afectada la estabilidad de la estructura

Tabla 2. Clasificación de deterioros constructivos (NBR 1056, 1999)

Tendencia	Análisis del estado constructivo
<12 %	Buen estado : Aceptable y no pelagra la vivienda
15 % - 50 %	Regular situación: Daños ligeros sin comprometer estabilidad de la vivienda
50 % - 70 %	Mal estado : Daños que comprometen parcialmente la estabilidad de la vivienda
<80%	Daños críticos: Comprometen la estabilidad de la vivienda y requiere intervención inmediata

• En una segunda fase se realizó el análisis de los resultados y se propuso las recomendaciones de diseño a emplear.

Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Metodología para la evaluación técnica del Estado de Conservación, según la norma (NBR 1056, 1999). [4]
- Mapas de la provincia de Uige.
- Sistemas informáticos: SketchUP Pro 7, Microsoft Office 2007,
- Cámara digital para captar las imágenes del objeto de investigación.

Selección de la población objeto de estudio y caracterización habitacional

La provincia de Uige, está situada en la parte norte de la República Democrática de Angola limitando al este con la República Democrática del Congo y por el sur con la provincia de Zaire.

Uige es una de las zonas más organizadas y mejor estructuradas desde el punto de vista económico, político, social y cultural remontándose su evolución histórica desde la formación del Reino del Congo.

Esta provincia de Angola antes denominaba Carmona, tiene un área de 58 698 km² y su población es de 1 912 861 habitantes, siendo una de las regiones más pobladas de Angola y una de las que posee mayores potencialidades desde el punto de vista agrícola e industrial [3, 5, 6]. La capital de la provincia se denomina igualmente Uige.

Selección de la población y la muestra

La selección de las edificaciones para el estudio de casos se realizó de forma aleatoria y siguiendo los siguientes criterios:

1. Viviendas construidas con adobe en sus partes estructurales fundamentalmente: muros.
2. Viviendas rurales.

Para el estudio se seleccionó una población de 584 viviendas (N), que comprende todas aquellas viviendas construidas con muros de adobe ubicadas en el asentamiento poblacional de Candombe Grande en la provincia de Uige (figura 1), de la misma se determinó una muestra (n) de 100 viviendas con un error estándar (Se) inferior a 0,02 y una probabilidad del 95% como se observa en la tabla 3. Esta muestra según la literatura. [7] se considera representativa cuando la distribución de cada uno de los estratos que se analizan y que se suponen tienen una incidencia en el tema estudiado, son idénticas en la muestra que en el total de la población.

5. REDINHA, A. *Habitacao tradicional em Angola*. Luanda: Centro de informacao e Turismo de Angola. 1964.
6. LADEIRO, R., *Os ambós de Angola antes da independencia*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 1994. pp 45-53; 123-136.
7. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. México, D. F.: McGraw-Hill, 1991.



Figura 1: Imagen satelital del asentamiento Candombe Grande. Provincia Uige, Angola.

Tabla 3. Determinación del tamaño de muestra en función de la población

Cálculo de la muestra en función de la población						
Población (N)	Error estándar (Se)	Probabilidad (p)	Varianza de la población (V ²)	Varianza de la muestra (S ²)	Tamaño de la muestra sin ajustar (n ¹)	Tamaño de la muestra (n)
584	0,02	0,95	0,0004	0,0475	118,75	99

Resultados

Tipologías de las viviendas

La caracterización de la vivienda por tipos arquitectónicos parte de su consideración como un sistema espacial dado por la actividad productiva que realizan las familias que lo ocupan, la ubicación en las áreas productivas, de intercambio, gestión, la infraestructura de servicios y la vivienda misma o residencia familiar.

Los tipos arquitectónicos se definen de acuerdo con variables agrupadas en los subsistemas espacial, formal y tecnológico. [8]

Las siguientes características constructivas tipifican las viviendas de Uige (ver figura 2).

Muros: Fabricadas con adobe y tapial.

Techos: Cubierta construida de de guano y paja a dos aguas, apoyadas en las paredes laterales, también se presentan techos de zinc.

Pisos: Elaborados a partir de mezcla de suelo y en algunos casos una mezcla de cemento y piedras.

Las viviendas tienen las siguientes habitaciones:

- Sala - 4,17 m²
- Cocina -1,58 m²
- Dormitorios (2 ó 3)- 4,13 m²
- Baño sanitario -1,04 m² (situado en el exterior de la vivienda).

Otras características constructivas que se tienen en cuenta en la construcción de las viviendas en Uige son:

1. Las fachadas son alargadas y deben ser orientadas en dirección este-oeste.

2. En ambiente cálido y húmedo, se necesita sombra para eliminar la radiación en las paredes (fachadas) este y oeste, así como para aprovechar cualquier movimiento del aire (ventilación natural y ventilación cruzada).

3. Los elementos de sombra utilizados fundamentales son persianas del tipo venecianas verticales o horizontales y otros similares.

Principales indicadores resultantes de la caracterización

Después de procesados los datos de caracterización de la provincia de Uige se determinó un grupo de indicadores para ilustrar la caracterización de la zona y fundamenta el proyecto de construcción de viviendas rurales en esta provincia. En las figuras 3 y 4 se identifican un grupo de gráficos donde se muestran los resultados de varios de los indicadores estudiados.

Los gráficos expuestos en las figuras 3 y 4 ilustran la caracterización de la zona de estudio, se aprecia un relativo bajo nivel de viviendas en régimen de alquiler (35 %) lo que puede evidenciar un alto grado de pertinencia y responsabilidad de la población con sus viviendas.

Por otro lado existe un importante porcentaje de población escolarizada lo que puede facilitar la explicación y comprensión de exposiciones gráficas y de otro tipo con respecto a la problemática de la vivienda. El bajo porcentaje de acceso al agua a través de acueductos y el bajo acceso a los servicios de electricidad puede ser reflejo del estado económico de la región.

Existe un gran número de familias clasificadas como numerosas con viviendas que poseen una menor cantidad relativa de metros cuadrados por ocupante, lo que junto al estado constructivo de la vivienda son algunos de los factores que deciden sean clasificadas en este análisis como viviendas no aceptables.



Figura 2 a) y b): Tipologías de viviendas en Uige.

8. BARBETA ISOLA, G. *Mejora de la tierra estabilizada en el desarrollo de una arquitectura sostenible en el siglo XXI*. Barcelona: Escola Tècnica superior d'Arquitectura, 2002.

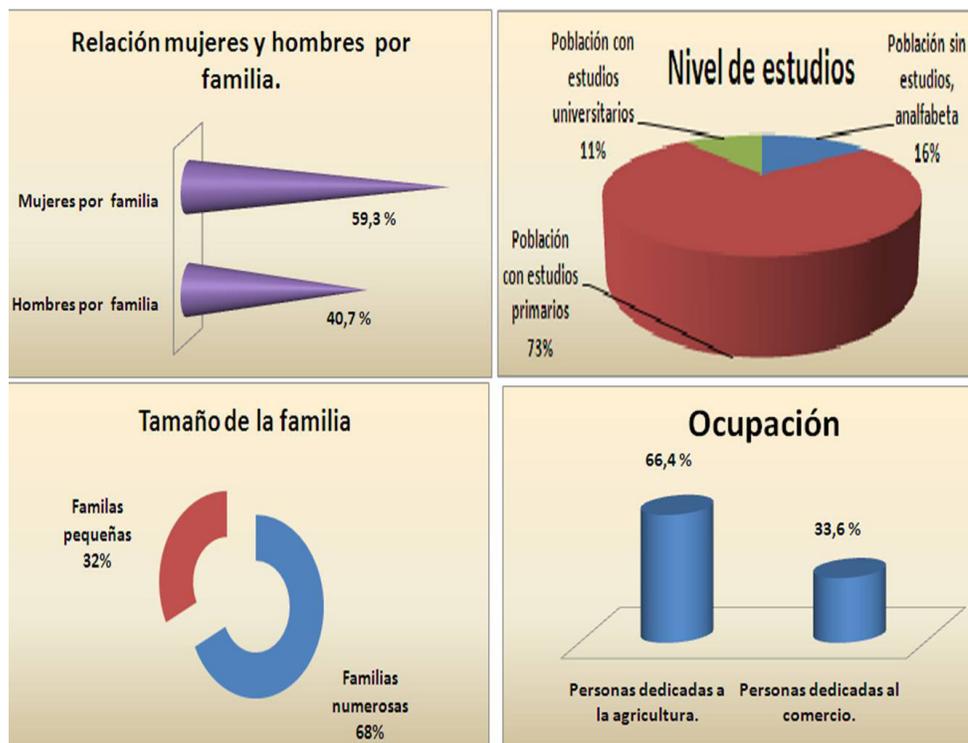


Figura 3: Ilustración gráfica de algunas de las variables y sus indicadores (situación de los habitantes).

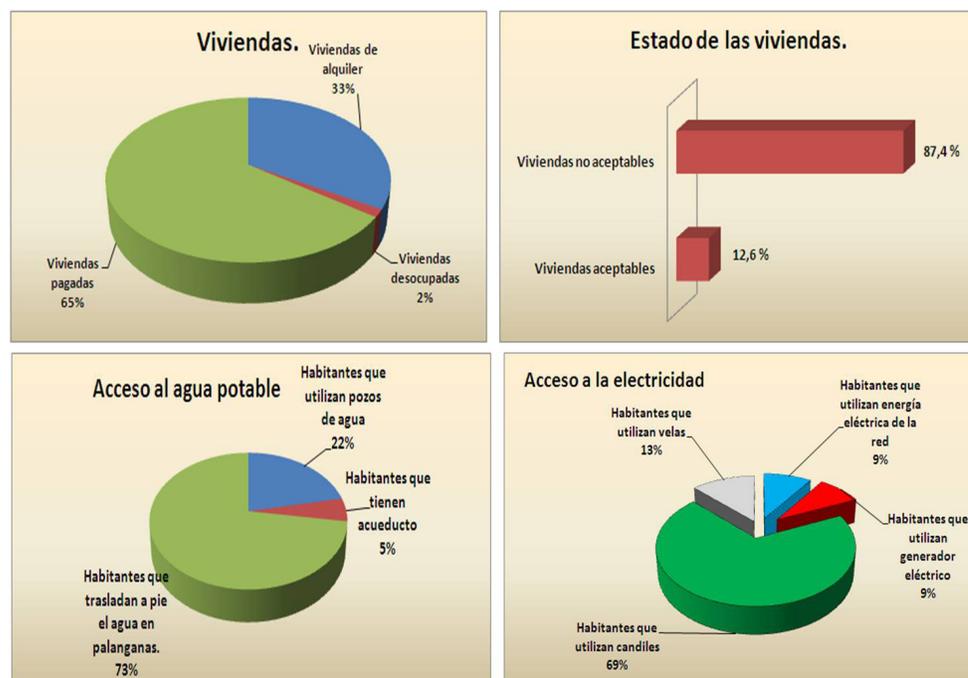


Figura 4: Ilustración gráfica de algunas de las variables y sus indicadores (situación de las viviendas)

Deterioros y deficiencias técnico-constructivas de las viviendas de adobe

A la muestra seleccionada se le realizaron observaciones sistemáticas, identificando una serie de patologías constructivas y sus posibles causas las cuales se describen a continuación por cada uno de los elementos constructivos:

- Diagnostico técnico de los deterioros en los muros

Los deterioros principales encontrados en los muros están vinculados principalmente a la erosión y desgaste en las partes inferior y superior de

las estructuras verticales debido a la falta de protección contra la lluvia y la humedad por la ausencia de sistemas adecuados de evacuación de aguas como pueden ser los aleros y portales. Otro de los problemas encontrados está referido a la aparición de fisuras y grietas causadas por asentamientos de los suelos (ver figuras 5 y 6).

La mayoría de los problemas patológicos encontrados en los muros son debido a la falta de protección de los mismos contra la humedad y la lluvia, lo que provoca poca resistencia y baja durabilidad de los adobes ante la acción de los vientos y la lluvia. Además de que existen problemas con la tecnología de fabricación de los adobes ya que no existe la tradición de utilizar materiales que mejoren su calidad y resistencia como pueden ser los estabilizadores.

Otros de los deterioros que presentan las estructuras verticales están relacionados con el desprendimiento en los revocos de cal y cemento, abrasión y desgaste en los revocos de tierra, siendo sus potenciales causas provocadas por retracción y dilatación en los revocos de tierra, la poca adherencia entre la superficie de adobe y el material de revoque, los cambios violentos de temperatura que caracterizan a la región que oscilan entre 22 °C-25 °C, los cambios bruscos de temperatura durante la noche y el día y la humedad relativa que varía entre 75-90 %, provocan impactos que perjudican los revocos de las paredes de adobe. (Ver figuras 7, 8 y 9).



Figura 5: Destrucción total o parcial de los muros en las viviendas de Uige



Figura 6: Erosión por humedad en la parte inferior del muro.



Figura 7: Deterioros encontrados en las viviendas de Uige (fisuras y grietas).



Figura 8: Deterioros encontrados en los revocos de las viviendas.

a) Desprendimiento de los revocos en el exterior de los muros, presencia de humedad.

b) Desprendimiento de los revocos en el interior de los muros, presencia de humedad.

Resultados del diagnostico técnico en las cubiertas.

Los problemas encontrados en las cubiertas están vinculados principalmente a problemas estructurales y de humedad como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Problemas estructurales y de humedad en las cubiertas

Estructural	Humedad
<ul style="list-style-type: none"> • Penetración insuficiente de las vigas del sistema techo • Deficiente solución del apoyo de los sistemas de techos • Deficientes soluciones de evacuación del agua de lluvia sobre muros y techos 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtraciones en apoyo de estructuras • Penetración de agua por canalizaciones de techo • Pretiles mal protegidos • Filtraciones por cubierta



Figura 9: Deterioros encontrados en las viviendas de Uige (Muros sin revocos).

Estos problemas según el diagnóstico de las patologías pueden obedecer a varias causas:

- Mala colocación de los materiales de cubierta como son la paja y chapas de zinc no lográndose una adecuada impermeabilización y desagüe de agua de lluvia (figura 10 a).
- Uso inadecuado de soportes de madera y colocación deficiente de los elementos estructurales como son las vigas y viguetas (mal diseño estructural ya que el mismo se realiza de forma empírica por los pobladores de la zona) (figura 10 b).
- Deficiente evacuación del agua de lluvia, producto de la falta de aleros (figura 10 a).

Discusión de los resultados

Descripción porcentual de los deterioros encontrados en las viviendas

Las observaciones sobre los mecanismos de alteración más comunes a las construcciones de tierra permiten afirmar que el principal inconveniente es su rápida degradación ante la acción del intemperismo y los agentes ambientales. Las alteraciones en las edificaciones de tierra se localizan, tanto en los elementos de soporte o estructura, como en los elementos de terminación y revestimiento.

En la figura 11 se muestra la evaluación de las variaciones porcentuales de los principales deterioros encontrados en los muros de adobes en las viviendas seleccionadas como muestra. La incidencia de los deterioros observados están en un rango del 30 % al 65 % de la extensión de muros con un coeficiente de variación entre 0,06 a 0,52, lo que hace pensar si se comparan estos resultados con los establecidos en la norma brasileña de clasificación de deterioros [4], en un estado de regular a un mal estado técnico, con daños puntuales que podrían comprometer la estabilidad de la viviendas si no reciben un reparación adecuada.

Claramente se puede inferir en el gráfico que los principales problemas patológicos se encuentran relacionados con la falta de protección de los muros de adobe, ante las inclemencias climáticas como son: el viento, la humedad y la lluvia, lo que provoca poca resistencia y durabilidad de los adobes.



Figuras 10: Deterioros encontrados en las viviendas de Uige (cubiertas).
 a) Falta de Aleros y erosión en los muros.
 b) Fallo de elementos estructurales por pudrición de las vigas.

Deterioros en muros

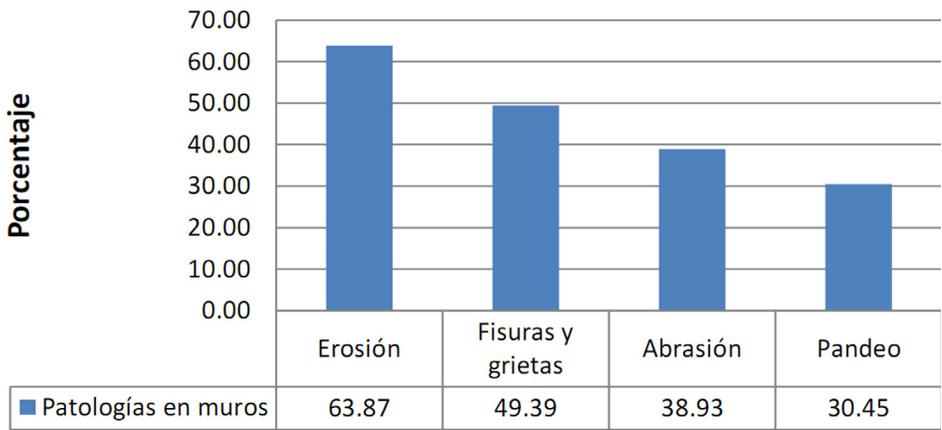


Figura 11: Porcentaje de los deterioros en los muros.

Otro de las problemáticas detectadas como se observa en la figura 12 a) y b) están relacionadas con las técnicas constructivas utilizadas por los pobladores de la zona de estudio, las cuales presentan deficiencias como la falta de una cimentación adecuada colocándose los adobes directamente sobre el suelo, la mayoría de las viviendas carecen de revoques que permitan proteger los muros ante la erosión y las cubiertas carecen de sistemas de evacuación que permitan mantener alejados los muros de la humedad.

Un resultado similar se muestra en las patologías en los revoques (figura 13), las cuales se encuentran en porcentajes entre el 11 % y el 70 % con un coeficiente de variación según el tipo de deterioro entre el 0,03 hasta 0,15, los que clasifican según la norma brasileña [4] en un deficiente estado técnico.

Los deterioros en los revoques se producen por la poca resistencia de las mezclas ante la acción de los cambios bruscos de la temperatura exterior, la lluvia con viento, los derrames pluviales, la acción antrópica y la incoherencia del material con el soporte. Estos cambios afectan considerablemente la imagen de las viviendas.

La figura 14 muestra el análisis de las patologías encontradas en las cubiertas. La ocurrencia de estas lesiones se encuentran en niveles medios entre el 28 % hasta el 50 % según el tipo de deterioro con un coeficiente de variación entre 0,05 hasta 0,08, las cuales clasifican según la norma brasileña [4] en un estado técnico regular, que corresponde a daños puntuales que podrían comprometer la estabilidad estructural de las viviendas si continúan sin mantenimiento.



Figura 12. Deficiencias tecnológicas y constructivas de las viviendas.
a) Cubierta con desagüe deficiente.
b) Cimentación

Deterioros en revoques

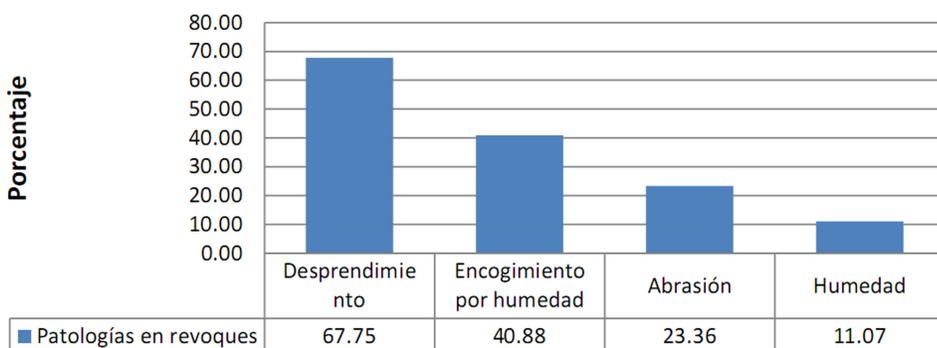


Figura 13: Porcentaje de los deterioros en los revoques.

Deterioros en cubiertas

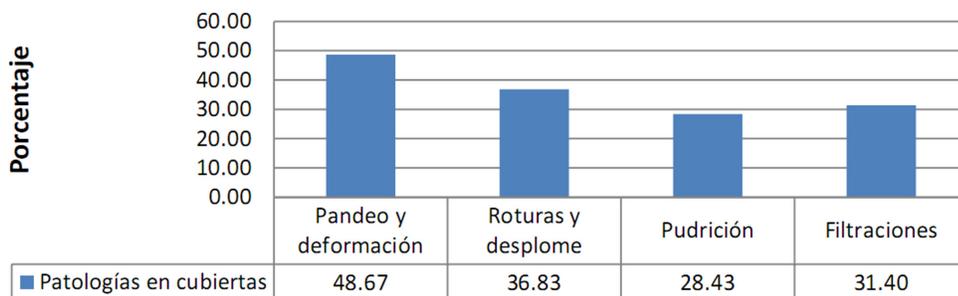


Figura 14: Porcentaje de los deterioros en las cubiertas.

En conclusión y teniendo en cuenta los problemas patológicos encontrados en las viviendas construidas con muros de adobe en zona objeto de estudio; para la construcción de nuevas viviendas es necesario incorporar mejoras en las técnicas y tecnológicas de producción de adobes de tierra para aumentar su resistencia ante la acción de los agentes climáticos e incorporar impermeabilización que se ajuste a los recursos de la región, así como los revoques apropiados que soporte las acciones degradantes. [9]

Conclusiones

1. Las tradiciones constructivas de utilizar la tierra para construir indican ser adecuadas, sin embargo, la caracterización de la zona y los índices de deterioros analizados demuestran la necesidad del mejoramiento del suelo para la producción de adobes.

2. Hay predominio de deterioros debidos a la humedad sobre las estructurales, destacando notablemente las siguientes: deterioro del basamento, ascensión capilar, retracción, filtraciones por cubierta, entre otras. Aunque todas las edificaciones presentan deterioros que en la mayoría son del tipo estructural-humedad, se reafirma que los deterioros de tipo estructural están asociados al tipo humedad.

3. Los problemas relacionados con la humedad en los muros se deben fundamentalmente a problemas con la erosión (más de 63 % de muestra) y seguidamente a problemas de abrasión (39 % de la muestra), provocados fundamentalmente por la falta de protección de los muros de adobe, ante las inclemencias climáticas como son: el viento, la humedad y la lluvia.

4. Los fallos estructurales se deben fundamentalmente a patologías de fisuras y grietas, vistas en el 49,39 % de los muros de la muestra; seguidos de los fallos por pandeo observados en un 30,45 % de las viviendas.

5. En la totalidad de las edificaciones, los fallos estructurales están combinados con los fallos por humedad, siendo muy probable que el primero se origine por la pérdida de capacidad resistente de los elementos que fueron deteriorados originalmente por los segundos.

6. En las viviendas deben emplearse soluciones tecnológicas que protejan la construcción de la humedad por capilaridad y de la erosión producto de la lluvia; esto garantizará un mejor comportamiento de dichas edificaciones frente a estos factores.

9. PÉREZ DE SALAZAR, F. "Tecnología de la Arquitectura con tierra sin cocimiento". Mexico D.F: UNAM. Facultad de Arquitectura. División de Estudios de Posgrado, 1989.



Jorge Rufino
Ingeniero Civil. Profesor Auxiliar de la Universidad Agustino Neto Luanda, Angola.
Email: rusoft03@yahoo.com.br