



ATLAS PRELIMINAR DE VIVIENDAS DE ADOBE EN GUATEMALA EN BASE AL VI CENSO DE HABITACIÓN

Francisco Javier Quiñónez de la Cruz¹, Caroline Odeth Soto Méndez²

¹ Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, javierquinonez@yahoo.es

² Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, caroline-soto@outlook.com

Palabras clave: mampostería, mapeo, densidad habitacional, localización, construcción sustentable

Resumen

En Guatemala, según el VI Censo de Habitación, existen 625.905 viviendas cuyas paredes están construidas con mampostería de adobe, lo cual representa el 25% de las viviendas existentes en el país hasta ese momento. Sin embargo, no se encontró un documento que contenga un análisis de la información; por lo tanto, aunque se tiene los datos, se desconocía en que regiones exactamente se encontraron esas viviendas. Los objetivos de este trabajo son dar a conocer los resultados del análisis de la información de los documentos que muestran la localización de las viviendas construidas con adobe en Guatemala, según los datos de ese censo de habitación; mostrar los mapeos de los municipios en donde se encuentran las viviendas, cuando se utilizaron diferentes criterios de clasificación y evidenciar la localización de altas densidades de locales de habitación construidas con adobe. Para lograrlo, se localizaron los documentos que contienen la información y luego se hizo un análisis de los datos generales de habitación de cada uno de los 331 municipios de los 22 departamentos del país; se utilizaron diez criterios diferentes para clasificar la información; se mapearon los resultados de la información clasificada y finalmente se analizaron los mapas y se obtuvieron las conclusiones. Las conclusiones destacan que una importante cantidad de viviendas en Guatemala son de adobe y se localizan principalmente en la parte occidental de la Franja Volcánica del país, en zonas de alta sismicidad y de alta densidad poblacional. La ubicación es coincidente con lugares poblados por las culturas Mam, K'iche y Kaqchiquel, provenientes de la Cultura Maya, para quienes su cosmovisión está muy asociada con la Madre Tierra.

1 INTRODUCCIÓN

La construcción con tierra en Guatemala tiene una gran historia a lo largo de la ocupación humana en el país. Este material ha sido el único que ha tenido presencia en todas las épocas, desde los primeros habitantes de la región hasta la época actual. Una descripción de los tres grandes períodos en relación a sus condicionantes de dominación política: la época prehispánica (anterior a 1524); la época colonial (entre 1524 y 1821) y la época republicana (desde 1847 hasta la fecha) y un análisis de la subdivisión en función de los años en que han ocurrido sismos y otros eventos naturales lo evidencian.

Tanto los acontecimientos de dominación política como los eventos naturales han provocado cambios en los materiales de construcción, los sistemas constructivos, así como la tipología de vivienda, principalmente en el último siglo por el acelerado apareamiento de materiales contemporáneos. Sin embargo, la tierra ha estado presente en cada una de las etapas mencionadas y ha sobrevivido no solamente a los cambios político administrativos sino también a los eventos naturales a que se ha visto expuesta. Quiñónez, Quiñónez y Ayala, (2016) hacen una descripción detallada de la historia de la construcción con tierra en Guatemala, dividiéndola en los períodos indicados e incluyen también la cronología de los eventos naturales y sus efectos en la construcción en Guatemala.

La transmisión en el conocimiento del uso del adobe, se mantiene principalmente en el área rural, a pesar de los rápidos cambios en los materiales de construcción y a los fenómenos socio-culturales, destacando el fenómeno de la migración hacia los Estados Unidos y sus consecuencias, que ha dado origen a la llamada "arquitectura de remesas". El área del oriente del país es un ejemplo de ello, lo cual es mencionado para varias aldeas de Jutiapa,

en donde profesores y estudiantes de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala han realizado mejoras en los muros mediante la aplicación de revestimientos (Quiñónez; Ayala, 2014). También se han reportado mejoras en los pisos de este tipo de viviendas en la misma zona (Ayala; Quiñónez, 2014). Charron, (2012), también reporta los resultados de esas mejoras.

Aunque la mayor parte de las aplicaciones con mampostería de adobe ha sido en los locales de habitación, también se reportan aplicaciones en edificios tanto públicos como religiosos, como el reportado en el informe final de la consolidación estructural del Templo Concepción La Conquistadora de Salcajá en Quetzaltenango, en donde aparecen aplicaciones coloniales de tapial y adobe; la consolidación fue realizada ya hace varios años (Quiñónez et. al., 2015).

Lo anteriormente expresado se corrobora en las cifras oficiales publicadas por el gobierno guatemalteco, a raíz de los datos reconocidos con ocasión del último censo de habitación (INE, 2003); el cual muestra que el 25% de los locales de habitación son construidos con paredes de mampostería de adobe; la mayoría de ellas en las zonas de mayor densidad de población y coincidentemente localizadas en las áreas ocupadas por algunas de las culturas mayas del país, cuyas familias se componen de cinco a seis personas en la mayoría de los casos. Ello hace suponer que por lo menos de un tercio a un medio de la población guatemalteca vive en viviendas construidas con mampostería de adobe.

Aunque los datos del censo de habitación citado están disponibles, resulta irónico que no se haya encontrado algún documento que analice e interprete esas cifras, acaso por cuestiones socioculturales derivados de la invasión comercial de otros materiales en la construcción de viviendas, la indiferencia y el escaso estudio científico o por el abandono de las tecnologías vernáculas por carencia de normalización; asociándolas a la supuesta calidad de los productos actuales de innovación tecnológica; ignorando y/o despreciando el potencial humano y sostenible que la tierra tiene para estos propósitos.

Resulta evidente que es necesario hacer un análisis de la información disponible para conocer la localización de las viviendas de adobe en el país y las zonas de mayor densidad habitacional.

De este trabajo, realizado para responder a lo planteado en el párrafo anterior, sobresalen como conclusiones importantes que los locales de habitación construidos con mampostería de adobe se localizan principalmente en la Franja Volcánica y en la Cordillera Central y fundamentalmente en el área del altiplano guatemalteco, donde se encuentran las zonas más densamente pobladas, correspondiendo a los lugares donde habitan las culturas K'iché', Mam y Kaqchiquel, culturas contemporáneas provenientes de la Cultura Maya, para quienes el respeto por la naturaleza es parte fundamental de su cosmovisión.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Dar a conocer los resultados del análisis de la información contenida en los documentos que muestran la localización de las viviendas construidas con mampostería de adobe (LHA)¹ en Guatemala, de acuerdo a los datos publicados del VI Censo de habitación (INE, 2003).

2.2 Objetivos específicos

- a) Agrupar y analizar los datos de los 331 municipios de los 22 departamentos del país, con respecto a la construcción de los LHA.
- b) Construir los mapas obtenidos de la agrupación de municipios donde hay LHA, utilizando diferentes criterios de clasificación.

¹ Para disminuir la redundancia, en el desarrollo de este artículo, cuando se haga referencia a los locales de habitación construidos con mampostería de adobe, se utilizará la sigla LHA

c) Hacer observaciones generales del mapeo de la agrupación de municipios, en relación al mapa de zonificación sísmica y del mapa de zonificación de las diferentes culturas de Guatemala.

3 LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA Y SU RELACIÓN CON OTROS FACTORES

De acuerdo con las características del país, y en la discusión previa a la realización de este trabajo, se consideró que en algunos lugares del mismo, existen factores naturales que podrían limitar, desde el punto de vista ingenieril, el uso de la construcción con tierra: el primero es debido a las condiciones de humedad prevalecientes y el segundo a la tectónica de placas.

En Guatemala, la Planicie Costera del Pacífico está influenciada por la humedad proveniente del Océano Pacífico y por otro lado, la Zona de las Verapaces, de Petén, de Izabal y parte de El Quiché, en las partes norte y nororiente del país, están influenciadas por la selva de las Tierras Bajas del Petén y por la adyacencia del Mar Caribe, según el Mapa Fisiográfico de Guatemala (Bohnenberger; Blount, 1966).

Por otra parte, la tectónica de placas también afecta el comportamiento de los muros construidos con mampostería de adobe, debido a las cargas laterales provocadas por los fenómenos sísmicos, que se generan por el deslizamiento de las Placas de Norteamérica y El Caribe y por la concurrencia de las Placas de El Caribe y de Cocos, en la Zona de Subducción del Océano Pacífico. Estos fenómenos han originado el Mapa de Zonificación Sísmica de Guatemala (AGIES, 2010) (figura 1a).

Además de lo anterior, se considera que existe una correspondencia entre la densidad de LHA y las zonas ocupadas por las diferentes culturas mayas del país. La diversidad cultural del país es muy rica (figura 1b).

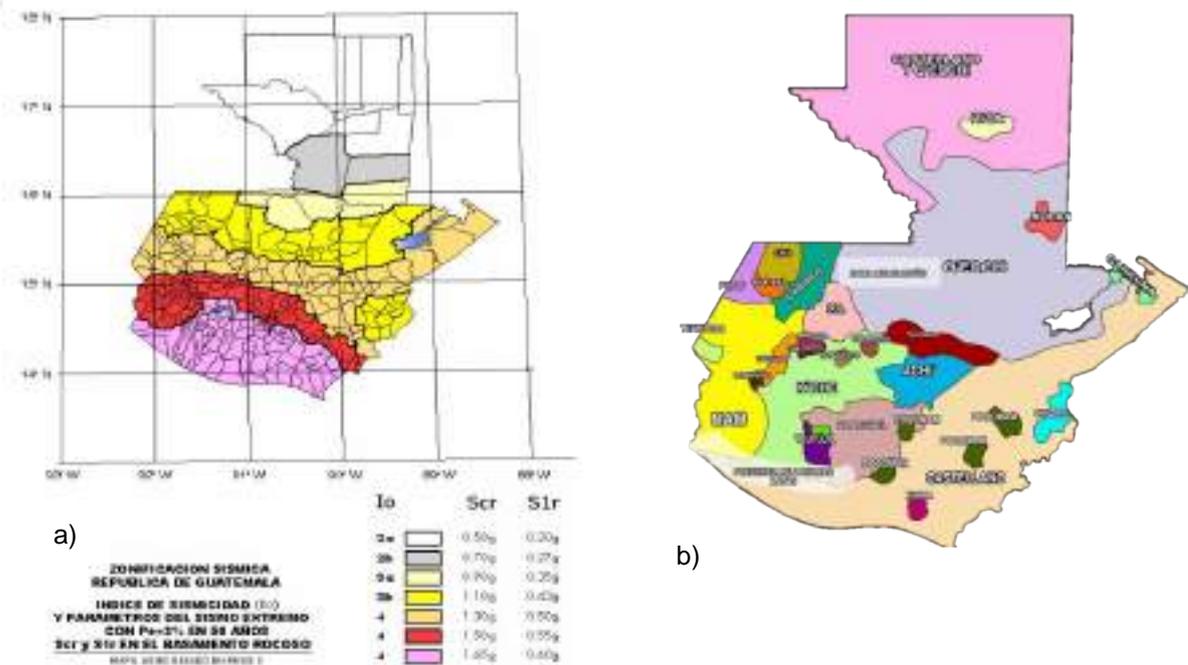


Figura 1. a) Mapa de zonificación sísmica de Guatemala (AGIES, 2010). b) Mapa de zonificación de las diferentes culturas de Guatemala (Dirección General de Educación Bilingüe²)

² Disponible en <<http://www.xeculense.com/2010/08/los-idiomas-mayas-de-guatemala.html>>

4 METODOLOGÍA

La primera parte de este trabajo fue la localización y obtención de los documentos que contienen la información del VI Censo de Habitación de Guatemala. La segunda parte fue el análisis de los datos de la documentación encontrada y la agrupación de los mismos, de acuerdo a los criterios establecidos, que estuvieron en función de la magnitud de los datos de los LHA encontrados en los departamentos y en los municipios de Guatemala. La tercera etapa fue el mapeo de los datos clasificados. Finalmente se hicieron observaciones generales del mapeo de la agrupación de municipios, en relación al mapa de zonificación sísmica y del mapa de zonificación de las diferentes culturas de Guatemala.

4.1 Criterios de clasificación de los datos

Para la clasificación e interpretación de los datos, se consideraron los siguientes criterios:

- a) Departamentos en los cuales existen por lo menos 100 LHA.
- b) Departamentos en los cuales existe por lo menos el 1% de los LHA del país.
- c) Departamentos en los cuales existen más de 25.000 LHA.
- d) Municipios con más de 1.000 LHA o más del 50% de los locales de habitación están contruidos con mampostería de adobe.
- e) Municipios con más de 2.000 LHA o más del 50% de los locales de habitación están contruidos con mampostería de adobe.
- f) Municipios con más de 5.000 LHA o más del 75% de los locales de habitación están contruidos con mampostería de adobe.
- g) Municipios con más de 8.000 LHA o más del 75% de los locales de habitación están contruidos con mampostería de adobe.
- h) Municipios donde más del 80% de los locales de habitación son LHA.
- i) Municipios donde más del 90% de los locales de habitación son LHA.
- j) Municipios donde más del 95% de los locales de habitación son LHA.

4.2 Observaciones generales del mapeo en relación a los mapas de zonificación sísmica y zonificación de las diferentes culturas de Guatemala

Uno de los mapas elaborados de acuerdo a los criterios de clasificación de los datos, el mapa obtenido de la aplicación del criterio “e”, a manera de ejemplo ilustrativo, se tomó para relacionarlo por medio del Programa QGIS³, (base de datos Mapas de Guatemala WGS84) con la zonificación sísmica y de las diferentes culturas de Guatemala.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados

El número total de locales de habitación en ese censo fue de 2.578.265. El número total de LHA fue de 625.905; representando 24,3% de todos los locales de habitación. En ningún momento se consideró el tema urbano y rural, únicamente el total de locales de habitación por municipio.

De acuerdo con los criterios de clasificación de los datos, se presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada uno de ellos:

³ QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU – General Public License. QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

- a) Existen por lo menos 100 locales de habitación en cada uno de los 22 departamentos de la República de Guatemala. Los departamentos con mayor número de LHA son Huehuetenango, San Marcos, Totonicapán, Jutiapa, Jalapa, Quetzaltenango, Guatemala y El Quiché (figura 2a).
- b) Existen 15, de los 22 departamentos de la república, en los cuales existen más de 1% de los locales de habitación del país, construidos con mampostería de adobe. Los departamentos que están fuera de esa condición, tienen el siguiente número de LHA: Alta Verapaz 1.525 locales; Escuintla 18.212 locales; Izabal 1.416 locales; Petén 708 locales; Retalhuleu 108 locales; Sacatepéquez 2.673 locales y Suchitepéquez 1.000 locales (figura 2b).

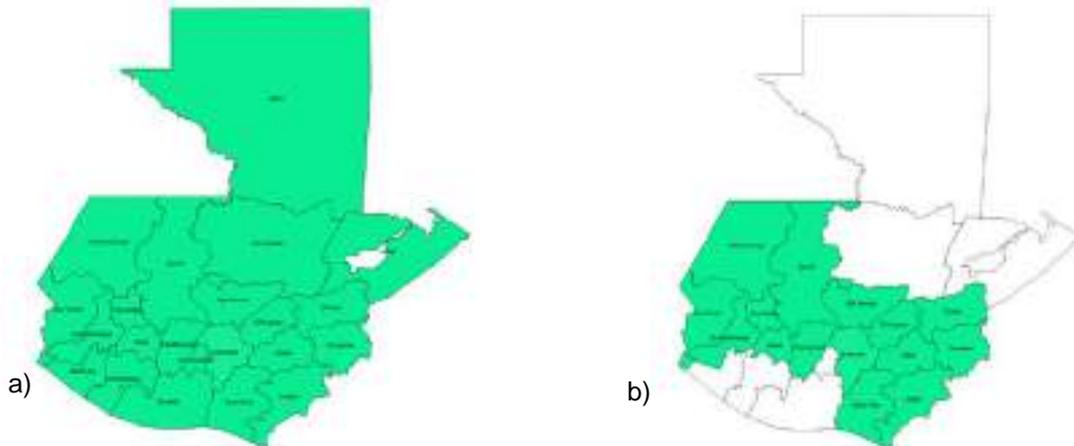


Figura 2. a) Departamentos de Guatemala donde existen por lo menos 100 LHA.
b) Departamentos de Guatemala donde existen más del 1% de los LHA del país.

- c) Existen 10 de los 22 departamentos de la república que tienen más de 25.000 LHA; ellos son: Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Baja Verapaz, Guatemala, Jalapa y Jutiapa.
- d) Existen 163 municipios en los cuales hay más de 1.000 LHA o más de 50% de los locales de habitación son LHA, estos se ubican en la Franja Volcánica y la Cordillera Central de Guatemala. Esos municipios son: Departamento de Baja Verapaz: Cubulco, El Chol, Granados, Rabinal, Salamá, San Jerónimo, San Miguel Chicaj. Departamento de Chimaltenango: Chimaltenango, Comalapa, San Jose Poaquil, San Martin Jilotepeque, Santa Apolonia. Departamento de Chiquimula: Chiquimula, Concepción Las Minas, Esquipulas, Ipala, Jocotán, Olopa, Quetzaltepeque. Departamento de El Progreso: Morazán, San Agustín Acasaguastlán, San Antonio La Paz, Sanarate, Sansare. Departamento de El Quiché: Chinique, Canilla, Chajul, Chicamán, Chiché, Chichicastenango, Cunen, Joyabaj, Nebaj, Pachalum, Patzité, Sacapulas, San Andres Sajcabajá, San Antonio Iltotenango, San Bartolomé Jocotenango, San Juan Cotzal, San Pedro Jocopilas, Santa Cruz Del Quiché, Uspantán, Zacualpa. Departamento de Guatemala: Chuarrancho, Guatemala, Mixco, Palencia, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Ayampuc, San Raymundo, Tecpán, Villa Canales, Villa Nueva. Departamento de Huehuetenango: Aguacatán, Chiantla, Chinautla, Colotenango, Concepción Huista, Cuilco, Huehuetenango, Jacaltenango, La Democracia, La Libertad, Malacatancito, Nentón, San Antonio Huista, San Gaspar Ixchil, San Idelfonso Ixtahuacán, San Juan Atitán, San Mateo Ixtatán, San Miguel Acatan, San Pedro Necta, San Rafael La Independencia, San Rafael Petzal, San Sebastian Coatán, San Sebastian, Santa Ana Huista, Santa Bárbara, Santa Eulalia, Santiago Chimaltenango, Tectitán, Todos Santos Cuchumatán. Departamento de Jalapa: Jalapa, Mataquescuintla, Monjas, San Carlos Alzatate, San Luis Jilotepeque, San Manuel Chaparrón, San Pedro Pinula. Departamento de Jutiapa: Agua Blanca, Asunción Mita, Atescatempa, Comapa, El Adelanto, El Progreso, Jalpatagua, Jerez, Jutiapa, Moyuta, Quesada, San Jose Acatempa, Santa Catarina Mita, Yupiltepeque, Zapotitlán. Departamento de

- Quetzaltenango: Cabricán, Cajolá, Cantel, Huitán, Olinstepeque, Palestina De Los Altos, Quetzaltenango, Salcajá, San Carlos Sija, San Francisco La Unión, San Juan Ostuncalco, Sibilia. Departamento de San Marcos: Comitancillo, Concepción Tutuapa, Ixchiguán, San Antonio Sacatepéquez, San José Ojetenam, San Lorenzo, San Miguel Ixtahuacán, San Pedro Sacatepéquez, Sibinal, Sipacapa, Tacaná, Tajumulco, Tejutla. Departamento de Santa Rosa: Casillas, Chiquimulilla, Cuilapa, Guazacapán, Nueva Santa Rosa, Oratorio, San Rafael Las Flores, Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa De Lima. Departamento de Sololá: Concepción, Nahualá, San José Chacayá, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Clara La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Lucia Uatlán, Sololá. Departamento de Totonicapán: Momostenango, San Andrés Xecúl, San Bartolo Aguas Calientes, San Cristóbal, San Francisco El Alto, Santa Lucia La Reforma, Santa María Chiquimula, Totonicapán. Departamento de Zacapa: La Unión, San Diego, Zacapa (figura 3a).
- e) Existen 136 municipios que tienen más de 2.000 LHA o más de 50% son LHA. Estos municipios se ubican en la Franja Volcánica y en la Cordillera Central de Guatemala. Esos municipios son: Departamento de Baja Verapaz: Cubulco, El Chol, Granados, Rabinal, Salamá, San Jerónimo, San Miguel Chicaj. Departamento de Chimaltenango: Chimaltenango, Comalapa, San Jose Poaquil, San Martin Jilotepeque, Santa Apolonia. Departamento de Chiquimula: Chiquimula, Concepción Las Minas, Esquipulas, Ipala, Quetzaltepeque. Departamento de El Progreso: Sanarate, Sansare. Departamento de El Quiché: Chinique, Canilla, Chiché, Chichicastenango, Cunen, Joyabaj, Nebaj, Pachalum, Patzité, Sacapulas, San Andres Sajcabajá, San Antonio Ilotenango, San Bartolomé Jocotenango, San Pedro Jocopilas, Santa Cruz Del Quiché, Uspantán, Zacualpa. Departamento de Guatemala: Guatemala, Mixco, Palencia, San Juan Sacatepéquez, Tecpán, Villa Nueva. Departamento de Huehuetenango: Aguacatán, Chiantla, Colotenango, Concepción Huista, Cuilco, Huehuetenango, Jacaltenango, La Democracia, La Libertad, Malacatancito, San Antonio Huista, San Gaspar Ixchil, San Idelfonso Ixtahuacán, San Juan Atitán, San Mateo Ixtatán, San Miguel Acatan, San Pedro Necta, San Rafael La Independencia, San Rafael Petzal, San Sebastian Coatán, San Sebastián, Santa Ana Huista, Santa Bárbara, Santa Eulalia, Santiago Chimaltenango, Tectitán, Todos Santos Cuchumatán. Departamento de Jalapa: Jalapa, Mataquescuintla, Monjas, San Carlos Alzatate, San Luis Jilotepeque, San Manuel Chaparrón, San Pedro Pínula. Departamento de Jutiapa: Agua Blanca, Asunción Mita, Atescatempa, Comapa, El Adelanto, El Progreso, Jalpatagua, Jerez, Jutiapa, Quesada, San Jose Acatempa, Santa Catarina Mita, Yupiltepeque, Zapotitlán. Departamento de Quetzaltenango: Cabricán, Cajolá, Cantel, Huitán, Olinstepeque, Quetzaltenango, San Carlos Sija, San Francisco La Unión, San Juan Ostuncalco, Sibilia. Departamento de San Marcos: Comitancillo, Concepción Tutuapa, Ixchiguán, San Antonio Sacatepéquez, San José Ojetenam, San Lorenzo, San Miguel Ixtahuacán, San Pedro Sacatepéquez, Sipacapa, Tacaná, Tajumulco, Tejutla. Departamento de Santa Rosa: Casillas, Nueva Santa Rosa, Oratorio, San Rafael Las Flores, Santa Rosa De Lima. Departamento de Sololá: Concepción, Nahualá, San José Chacayá, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna, Santa Catarina Ixtahuacán, Santa Clara La Laguna, Santa Cruz La Laguna, Santa Lucia Uatlán, Sololá. Departamento de Totonicapán: Momostenango, San Andrés Xecúl, San Bartolo Aguas Calientes, San Cristóbal, San Francisco El Alto, Santa Lucia La Reforma, Santa María Chiquimula, Totonicapán. Departamento de Zacapa: La Unión, San Diego, Zacapa (figura 3b).
- f) Existen 77 municipios que tienen más de 5.000 LHA o más de 75% son LHA. Se ubican en una zona más restringida que en el numeral anterior de la Franja Volcánica y de la Cordillera Central de Guatemala. Esos municipios son: Departamento de Baja Verapaz: Cubulco, El Chol, Rabinal, Salamá, San Miguel Chicaj. Departamento de Chimaltenango: Comalapa, San Martin Jilotepeque. Departamento de Chiquimula: Chiquimula, Esquipulas. Departamento de El Quiché: Chinique, Canilla, Chiché, Chichicastenango, Cunen, Joyabaj, Patzité, Sacapulas, San Andres Sajcabajá, San Antonio Ilotenango, San

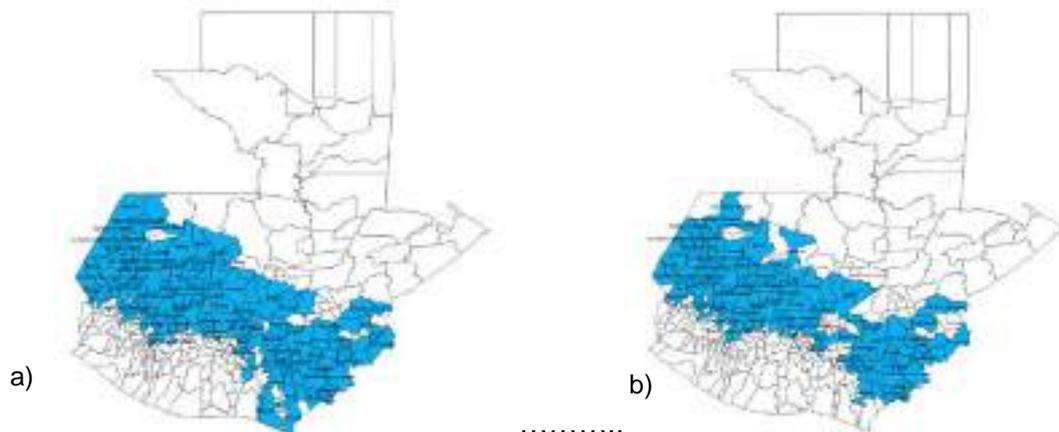


Figura 3. a) Localización de los 163 municipios que tienen más de 1.000 LHA o más de 50% son LHA b) Localización de 136 municipios que tienen más de 2.000 LHA o más de 50% son LHA

Bartolomé Jocotenango, San Pedro Jocopilas, Santa Cruz Del Quiché, Zacualpa. Departamento de Guatemala: Guatemala, San Juan Sacatepéquez. Departamento de Huehuetenango: Aguacatán, Chiantla, Colotenango, Cuilco, Huehuetenango, La Democracia, Malacatancito, San Gaspar Ixchil, San Idelfonso Ixtahuacán, San Pedro Necta, San Rafael Petzal, San Sebastián, Santa Bárbara, Santiago Chimaltenango, Tectitán, Todos Santos Cuchumatán. Departamento de Jalapa: Jalapa, Mataquesuintla, San Carlos Alzatate, San Pedro Pínula. Departamento de Jutiapa: Agua Blanca, Jerez, Jutiapa, Quesada, San Jose Acatempa, Yupiltepeque, Zapotitlán. Departamento de Quetzaltenango: Quetzaltenango. Departamento de San Marcos: Comitancillo, Concepción Tutuapa, Ixchiguán, San José Ojetenam, San Lorenzo, San Miguel Ixtahuacán, San Pedro Sacatepéquez, Sipacapa, Tacaná, Tejutla. Departamento de Santa Rosa: Casillas, Nueva Santa Rosa, San Rafael Las Flores. Departamento de Sololá: Concepción, Nahualá, San José Chacayá, San Pablo La Laguna, Sololá. Departamento de Totonicapán: Momostenango, San Andrés Xecúl, San Bartolo Aguas Calientes, San Francisco El Alto, Santa María Chiquimula, Totonicapán (figura 4a).

- g) Existen 60 municipios que tienen más de 8,000 LHA o más de 75% de sus locales son LHA. Se localizan en la Franja Volcánica y la Cordillera Central del altiplano occidental de Guatemala y una parte en la región oriental. Esos municipios son: Departamento de Baja Verapaz: El Chol, San Miguel Chicaj. Departamento de El Quiché: Chinique, Canilla, Chiché, Chichicastenango, Cunen, Joyabaj, Patzité, Sacapulas, San Andres Sajcabajá, San Antonio Ilotenango, San Bartolomé Jocotenango, San Pedro Jocopilas, Santa Cruz Del Quiché, Zacualpa. Departamento de Guatemala: Guatemala. Departamento de Huehuetenango: Chiantla, Colotenango, Cuilco, Huehuetenango, Malacatancito, San Gaspar Ixchil, San Idelfonso Ixtahuacán, San Rafael Petzal, San Sebastián, Santa Bárbara, Santiago Chimaltenango, Tectitán. Departamento de Jalapa: Jalapa, San Carlos Alzatate, San Pedro Pínula. Departamento de Jutiapa: Agua Blanca, Jerez, Jutiapa, Quesada, San Jose Acatempa, Yupiltepeque, Zapotitlán. Departamento de Quetzaltenango: Quetzaltenango. Departamento de San Marcos: Comitancillo, Concepción Tutuapa, Ixchiguán, San José Ojetenam, San Lorenzo, San Miguel Ixtahuacán, Sipacapa, Tacaná, Tejutla. Departamento de Santa Rosa: Casillas, San Rafael Las Flores. Departamento de Sololá: Concepción, San José Chacayá, San Pablo La Laguna, Sololá. Departamento de Totonicapán: Momostenango, San Andrés Xecúl, San Bartolo Aguas Calientes, Santa María Chiquimula, Totonicapán (figura 4b).
- h) Existen 47 municipios en donde más de 80% son LHA, ubicándose principalmente en la Franja Volcánica y la Cordillera Central del altiplano occidental de Guatemala y algunos en la zona oriental.

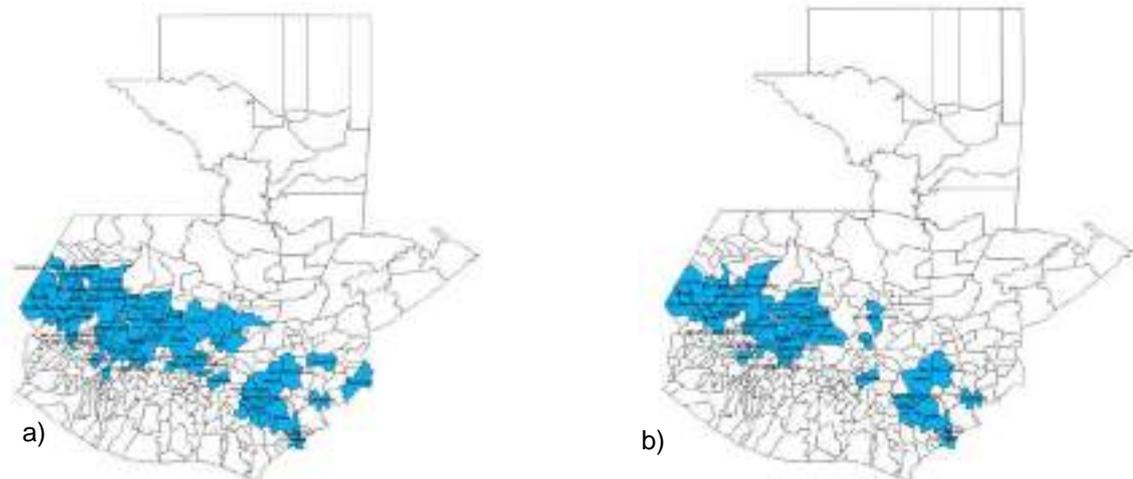


Figura 4. a) Localización de los 77 municipios que tienen más de 5.000 LHA o más de 75% son LHA.
b) Localización de los 60 municipios que tienen más de 8.000 LHA o más de 75% son LHA

- i) Esos municipios son: Departamento de Baja Verapaz: El Chol, San Miguel Chicaj. Departamento de El Quiché: Chinique, Canilla, Chiché, Chichicastenango, Joyabaj, Patzité, Sacapulas, San Andres Sajcabajá, San Antonio Ilotenango, San Bartolomé Jocotenango, San Pedro Jocopilas, Santa Cruz Del Quiché, Zacualpa. Departamento de Huehuetenango: Colotenango, Cuilco, Malacatancito, San Gaspar Ixchil, San Idelfonso Ixtahuacán, San Rafael Petzal, San Sebastián, Santa Bárbara, Santiago Chimaltenango, Tectitán. Departamento de Jalapa: San Carlos Alzatate, San Pedro Pínula. Departamento de Jutiapa: Agua Blanca, Jerez, Quesada, Yupiltepeque, Zapotitlán. Departamento de Quetzaltenango: Quetzaltenango. Departamento de San Marcos: Comitancillo, Concepción Tutuapa, Ixchiguán, San José Ojetenam, San Lorenzo, San Miguel Ixtahuacán, Sipacapa, Tacaná, Tejutla. Departamento de Santa Rosa: Casillas, San Rafael Las Flores. Departamento de Sololá: Concepción, San José Chacayá, San Pablo La Laguna. Departamento de Totonicapán: Momostenango, María Chiquimula (figura 5a).

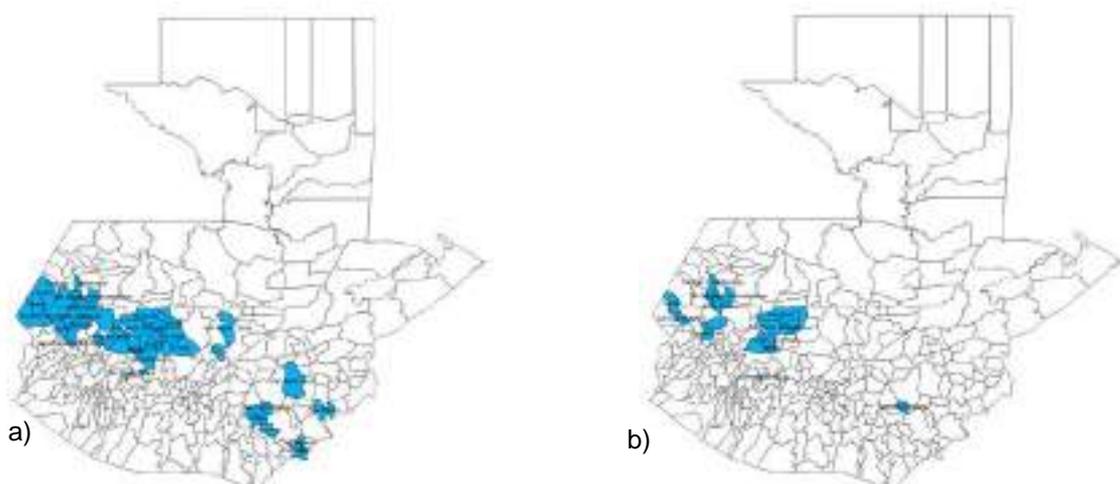


Figura 5. a) Localización de los 47 municipios en donde más de 80% son LHA.
b) Localización de los 19 municipios en donde más de 90% son LHA.

- j) Existen 19 municipios en donde más de 90% son LHA, ubicándose en la Franja Volcánica y Cordillera Central, 18 municipios están en el altiplano occidental y solamente uno en la región oriental. Esos municipios son: Departamento de El Quiché: Patzité, Sacapulas, San Andres Sajcabajá, San Antonio Ilotenango, San Bartolomé Jocotenango, San Pedro Jocopilas. Departamento de Huehuetenango: Colotenango, San Gaspar Ixchil, San Rafael Petzal, San Sebastián, Santa Bárbara, Santiago Chimaltenango, Tectitán. Departamento de Jalapa: San Carlos Alzatate. Departamento de San Marcos:

Comitancillo, San José Ojetenam. Departamento de Sololá: San Pablo La Laguna. Departamento de Totonicapán: María Chiquimula (figura 5b).

- k) Existen cuatro municipios en donde más de 95% son LHA, ubicándose en la Franja Volcánica y Cordillera Central del altiplano occidental de Guatemala. Esos municipios son: Departamento de El Quiché: San Juan Ilotenango. Departamento de Huehuetenango: San Gaspar Ixchil. Departamento de Totonicapán: Santa María Chiquimula y Departamento de San Marcos: Sipacapa.

En la Figura 6 se observa una fotografía de las viviendas características del altiplano occidental de Guatemala.



Figura 6. Locales de habitación de adobe característicos de San Andrés Xecul, Totonicapán, Guatemala. (Caroline Soto, 2017).

5.2 Discusión

Al tomarse el mapa resultante de la aplicación del criterio “e” y relacionarlo con otras variables por medio del Programa QGIS y los mapas de Guatemala, se puede apreciar, entre otras variables, las siguientes cuestiones de interés:

- a) La mayor parte de los LHA se distribuyen en lugares con elevaciones que oscilan entre 150 y 4.200 metros sobre el nivel del mar, sin embargo, a medida que la densidad de los LHA crece, la altura sobre el nivel del mar también crece, hasta los 3.000 metros sobre el nivel del mar. Para los criterios g, h, i y j, que tienen la mayor densidad de los LHA, la franja de elevaciones está entre 1.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar.
- b) De acuerdo a la fisiografía de la zona delimitada por este criterio, la mayor parte es de zona montañosa. Solo una pequeña porción está en zona no montañosa.
- c) La mayor parte de la zona encontrada según el criterio “e”, está ubicada sobre suelos ígneos o metamórficos; solo una pequeña parte corresponde a una zona geológica de rocas sedimentarias.
- d) La mayor parte de la zona encontrada según el criterio “e”, tiene una alta densidad de población, sobre todo en el altiplano guatemalteco (figura 7).

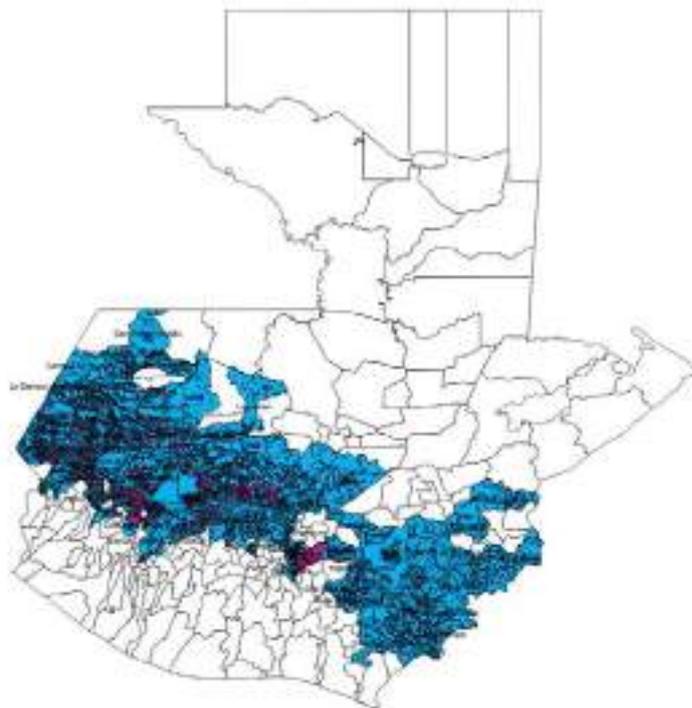


Figura 7. Correspondencia de la zona encontrada según el criterio “e” y la densidad de población de Guatemala.

- e) La mayor parte de la zona encontrada según el criterio “e”, está caracterizada, según la clasificación climática Thornthwaite, por zonas húmedas, semisecas y secas. El rango de temperatura media de estos lugares está entre 10-26°C.
- f) De acuerdo al clima, la zona encontrada según el criterio “e”, corresponde a climas cálido, semicálido, templado y semifrío.
- g) La mayor parte de la zona encontrada según el criterio “e”, tiene un relieve entre plano y ondulado. El relieve accidentado corresponde a aproximadamente un 10-15% de esa zona.
- h) Con respecto a la relación con el mapa de zonificación cultural; la mayor parte de las personas que hacen uso de la mampostería de adobe, se ubican en las zonas de mayor densidad poblacional y mayor densidad de LHA, perteneciendo a las culturas K’iche, Kaqchiquel y Mam, en el área del altiplano occidental. Estas culturas provienen de la cultura Maya, para quienes su cosmovisión está muy asociada con la Madre Tierra.
- i) Con respecto al mapa de zonificación sísmica, prácticamente toda la zona delimitada está dentro de las zonas con mayor índice de sismicidad; $I_0 = 4$, con una ordenada espectral de período corto del sismo extremo considerado en el basamento de la roca en el sitio de interés, $S_{cr} = 1,3 - 1,65$ y con una ordenada espectral de 1 segundo del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés, $S_{1r} = 0,5 g - 0,55 g$.

6 CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos reportados en los resultados del VI Censo de habitación (INE, 2013), una importante cantidad de viviendas en Guatemala están construidas con mampostería de adobe y se localizan principalmente en la parte occidental de la Franja Volcánica del país, en los Departamentos de San Marcos, Huehuetenango, El Quiché, Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá.

Existe también una cantidad considerable de viviendas construidas con mampostería de adobe en la zona oriental del país, sobre todo en los Departamento de Jalapa y Jutiapa. En la parte norte se ubican en el Departamento de Baja Verapaz.

Existen LHA construidos en todos los departamentos de la república. Por lo menos existen un mínimo de 100 LHA en los departamentos con menor densidad de LHA.

Los departamentos con menor número de LHA son aquellos que tienen mayor influencia de humedad por los mares y por la selva. Siendo ellos: El Petén, Alta Verapaz, Izabal, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y Sacatepéquez.

136 municipios tienen más de 2.000 LHA y más de 50% son LHA. Los nombres de esos municipios fueron establecidos.

77 municipios tienen más de 5.000 LHA o más de 75% son LHA. Los nombres de esos municipios fueron establecidos.

60 municipios tienen más de 8.000 LHA o más de 75% de sus locales son LHA. Los nombres de esos municipios fueron establecidos.

En 47 municipios más de 80% de los locales de habitación son LHA.

En 19 municipios más de 90% de los locales de habitación son LHA.

En 4 municipios más de 95% de los locales de habitación son LHA.

La mayor parte de los LHA se ubican en lugares con elevaciones entre 1.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, en zonas montañosas y sobre suelos de origen ígneo o metamórfico, además.

La mayor parte de las personas que hacen uso de esta tecnología se ubican en las zonas de mayor densidad poblacional. La ubicación es coincidente con lugares poblados por las culturas Mam, K'iche y Kaqchiquel, provenientes de la Cultura Maya.

Toda la zona delimitada por el criterio e, está dentro de las zonas con mayor índice de sismicidad, $I_0 = 4$, de acuerdo al mapa de sismicidad de Guatemala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES (2010). Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala. AGIES NSE 2-10 demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección. Guatemala. p.14.

Ayala, E. V.; Quiñónez, F.J. (2014). Evaluación de pisos de tierra apisonada en Guatemala después de seis años de utilización. 14º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. San Salvador, El Salvador: FUNDASAL/PROTERRA. p. 178–183.

Bohnenberger, O.; Blount, D. (1966). Mapa de las zonas fisiográficas de Guatemala. Segunda Reunión de Geólogos de América Central. Guatemala. p. 14.

Charron, D. (2012). Ecohealth research in practice. Innovative applications of an ecosystem approach to health. Chapter 14: An ecosystem approach to the prevention of Chagas disease in rural Guatemala. Ottawa, Canadá: IDRC, Ed. Springer.

Instituto Nacional de Estadística – INE (2003). XI Censo de población y VI de habitación. Características de la población y de los locales de habitación censados. Fondo de Población de las Naciones Unidas –UNFPA-. Guatemala.

Quiñónez, F. J.; Ayala, E. V. (2014). Evaluación de revestimientos en paredes de adobe después de nueve años en condiciones de servicio. 14º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. San Salvador, El Salvador: FUNDASAL/PROTERRA. p. 198-203.

Quiñónez, J., Quiñónez, F.J., Ayala, E.V. (2016). La construcción con tierra en Guatemala, patrimonio cultural de la nación. 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Asunción, Paraguay: FADA-UNA/PROTERRA/CEDES/hábitat

Quiñónez, F.J., Ayala, E. V., Corzo, M.R., Quiñónez, J. (2015). Consideraciones para la consolidación estructural del templo Concepción La Conquistadora de Salcajá. 15º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Cuenca, Ecuador: PROTERRA/Proyecto vliirCPM/Universidad de Cuenca.

AUTORES

Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, guatemalteco. Ingeniero civil, especialista en Investigación Científica. Profesor Titular y actual Director del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA. Investigador de construcciones con tierra; puzolanas minerales de origen volcánico; fibras naturales y valorización para la utilización de residuos agroindustriales.

Caroline Odeth Soto Méndez, guatemalteca. Ingeniera civil, investigadora del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Miembro de la Red Proterra Guatemala. Miembro organizador del 18º Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra.