

Propuestas de adobe para viviendas vulnerables en el estado de Guerrero Adobe proposals for vulnerable housing in the state of Guerrero

C. Jerónimo-Vargas *, D. Rosales-Chávez , A. Valadéz-Castañeda , D. Allende-Adelaido 

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Autónoma de Guerrero, 39000, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México.

Resumen

El rezago habitacional, en la zona centro y montaña de Guerrero, México, es muy grande. Se evaluó la percepción de riesgo que se tiene en la vivienda de adobe de manera física y de acuerdo a la Norma Mexicana SCT N-CMT-2-02-002/02 de construcciones de mampostería. Se exponen datos de otros métodos utilizados en México y en el extranjero de viviendas construidas con adobe. Se realizaron tres propuestas, en la primera se agregó fibra de maguey como material de refuerzo, en la segunda muestra, se agregó fibra de coco y, en la tercera, paja. Los resultados de laboratorio de las tres propuestas cumplieron con los estándares de calidad requeridos por la norma mencionada y la propuesta arquitectónica como resultado del análisis de los espacios mínimos requeridos por los usuarios. El uso de información puede usarse libremente para la producción y autoproducción de viviendas de adobe, siguiendo las recomendaciones expuestas, con ello, se tiene una vivienda segura ante presencia de fenómenos naturales.

Palabras Clave: Adobe, vivienda rural, autoproducción, rezago habitacional, resultados de ensayos.

Abstract

The housing lag in the central and mountain areas of Guerrero, Mexico, is very large. The perception of risk in the adobe house was evaluated physically and according to the Mexican Standard SCT N-CMT-2-02-002/02 for masonry constructions. Data from other methods used in Mexico and abroad for houses built with adobe are presented. Three proposals were made, in the first maguey fiber was added as reinforcement material, in the second sample coconut fiber was added and in the third straw. The laboratory results of the three proposals met the quality standards required by the aforementioned standard and the architectural proposal as a result of the analysis of the minimum spaces required by users. The use of information can be used freely for the production and self-production of adobe houses, following the recommendations set forth. With this, you have a safe home in the presence of natural phenomena.

Keywords: Adobe, rural housing, self-production, housing backwardness, result of trials.

1. Introducción

El presente proyecto de investigación expone más que una alternativa, una reingeniería asequible para aquellas poblaciones rurales de la zona centro y montaña de Gro., sin embargo, se busca que éstas puedan ser aplicadas en las poblaciones urbanas para amortizar el rezago de vivienda que se tiene y condición elemental para tener una vivienda.

Las habitaciones que son referidas y ubicadas en el estado de Guerrero, se han caracterizado por ser edificadas, a través de la autoconstrucción con materiales de baja calidad e inclusive con desechos, con reducidas áreas no sostenibles.

Situación que se ha evidenciado, como resultado del crecimiento urbano por la demanda de espacio de la población en las principales zonas urbanas, y en el caso de las de comunidades rurales por la emigración que llegan a las zonas urbanas y se establecen en espacios de alto riesgo, muchas de ellas en superficies deslizables y escurrimientos principalmente.

Debido a esto se considera prioridad la búsqueda de nuevas técnicas de capacitación para que se fomente la autoconstrucción y autoproducción de la vivienda y, con ello, se genere un apoyo social a un gran número de población y obtenga su propia vivienda.

*Autor para la correspondencia: cjeronimo@uagro.mx

Correo electrónico: cjeronimo@uagro.mx (Constantino Jerónimo-Vargas), dinoraros12@gmail.com (Dinora Rosales Chávez), adilene.valadz@gmail.com (Adilene Valadéz-Castañeda), deniseallende924@gmail.com (Denise Allende-Adelaido).

En el país así como en el estado de Guerrero, una de las prácticas más comunes de autoconstrucción se basa en el uso del adobe y del bajareque, y se remonta desde la época prehispánica, particularmente en la entidad existían poblaciones enteras que se edificaron con este material y en la actualidad se van perdiendo a marchas aceleradas por varios factores que en esta ocasión no se abordará, sin embargo, esta investigación se centra en la observación, análisis del conocimiento empírico en la elaboración del adobe utilizado en la vivienda en la zona centro y montaña así como el estudio de técnicas de estabilización de los suelos para cimentaciones, pruebas de resistencia de compresión y durabilidad para obtener como resultado un producto de alta calidad y bajo costo que pueda ser utilizado por la población más vulnerable.

La investigación se amplió a los procesos de fabricación de un sistema constructivo adaptable y resistente a los embates de los fenómenos naturales, como los meteorológicos y sísmicos de la región.

Se finaliza la investigación, con la presentación de los resultados para el mejoramiento de los procesos manuales tradicionales a base de adobe, realizando estudios a los especímenes ensayados para la obtención de calidades a la compresión simple, absorción y exposición a la intemperie que cumpla con las normas nacionales de calidad vigentes, mejore la calidad de los materiales utilizados en la vivienda a través de la capacitación.

2. Justificación

Aun cuando la vivienda rural se resiste a ser erradicada a causa de la migración interna, por la inseguridad y por la falta de oportunidades de trabajo, los habitantes salen a las grandes urbes en busca de una oportunidad de vida. Sin embargo, no es la única causa por la cual se está perdiendo a ritmos acelerados la vivienda de adobe. La migración es la primera causa, debido a que cuando el varón sale de su comunidad, la mujer queda a cargo del hogar, de la atención de los hijos y del mantenimiento mismo de la casa. Siendo esto un problema fuerte ya que la mujer no puede mover piezas de adobe muy grandes y pesadas, y mucho menos subirse al techo de la vivienda y colocar las nuevas tejas dañadas o que se deslizan por algún movimiento sísmico, por lo tanto, las mujeres prefieren cambiar la teja por láminas de zinc porque son más ligeras y fáciles de colocar.

Otra causa detectada es que, los mismos usuarios dejan de valorar a la vivienda rural y prefieren construir casas de material como ellos les dicen, al utilizar materiales industrializados que son llevados hasta su comunidad, y muchas de las ocasiones promovidos por campañas políticas y programas sociales como es el caso de “un cuarto más”.

Las viviendas rurales, aun cuando no son diseñadas por arquitectos e ingenieros, los habitantes tienen muy claro la forma de cómo construir sus viviendas, de qué espacios requieren, sin embargo, los jóvenes son quienes ahora muchas veces menosprecian los materiales con los que anteriormente se hacían las construcciones, todo esto porque les han vendido la idea que un hogar de adobe es para pobres.

No analizan o simplemente se niegan a valorar las condiciones de confort que se tiene al utilizar muros de adobe y cubiertas con madera y teja, que se adaptan a las condiciones del entorno natural provocando al interior de la habitación una sensación agradable. Otra causa por la cual se están perdiendo, es porque algunas autoridades municipales y estatales han mencionado que las viviendas de adobe son vulnerables debido a que se encuentra en una zona altamente sísmica. Es verdad que se encuentra en la denominada brecha sísmica (Ver figura 5), *sin duda todo lo expuesto puede permitir la generación de un debate.* Sin embargo, se puede afirmar que la vivienda de adobe siempre ha existido y ha sobrevivido a los fenómenos naturales, sólo que hay que estudiar y/o recuperar las experiencias que aún se tienen con las personas mayores (Ver figura 1) que saben elaborar el adobe además de tener un respeto al medio ambiente.



Figura 1: Fuente propia. Realizando una entrevista a un habitante de Tlapa acerca de su experiencia en la elaboración del adobe artesanal

Este proyecto plantea buscar e implementar nuevos materiales regionales que permitan contribuir al desarrollo por medio de la autoconstrucción y autoproducción de viviendas de adobe con la finalidad de disminuir el rezago habitacional. *La participación de la mujer en el proceso de la autoproducción es fundamental, es por ello que las piezas de adobe propuestos tienen dimensiones y peso menores a los convencionales, de tal manera que las mujeres puedan elaborar, mover y colocar fácilmente al construir una vivienda o simplemente reparar un muro.*

Hace falta realizar más investigación de campo en varias regiones del estado y de México. La búsqueda de una reingeniería en la vivienda rural, requiere del esfuerzo de varias disciplinas para analizarla en su totalidad. Hoy solamente se aborda el adobe como tal.

En futuras investigaciones se abordará el estudio de los sistemas constructivos, construir algunas viviendas utilizando el adobe propuesto por medio de la autoproducción y monitorear periódicamente para llevar un registro. Desde luego, considerar siempre la experiencia ya obtenida a lo largo de la historia.



Figura 2: Fuente propia. Elaboración del adobe artesanal.

La historia es testigo fiel, de que la casa de adobe siempre ha sido útil y segura ante fenómenos sísmicos y meteorológicos, sólo que hay que recuperar las experiencias obtenidas de buen comportamiento ante estos fenómenos y mejorar en aquellas donde han sido vulnerables. En este sentido, la vivienda rural construida a base de adobe tiene la oportunidad de estudiarse y de adaptarse al entorno del lugar, utilizar nuevos materiales que permitan mejorar la seguridad de la construcción, en este caso la utilización de la fibra de maguey que se desperdicia al no darle un uso después de producir el mezcal, fibra de coco y paja que abunda en el estado de Guerrero.

El presente trabajo aborda el estudio del adobe como elemento principal en la construcción de la vivienda rural. La búsqueda de nuevas fibras que permitan construirlas con adobes capaces de resistir fenómenos naturales como sismos y huracanes que padece el estado de Guerrero. También se dan a conocer resultados de otras investigaciones relacionadas al adobe y que sirven como parámetro de comparación con los resultados propuestos.

Una vez que se tienen resultados favorables mediante experiencias de artesanos, estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, así como pruebas realizadas en el laboratorio, se considera que el aporte permita disminuir el rezago habitacional en las comunidades rurales y con la opción de ser replicadas en las ciudades donde la migración se ha hecho presente, donde la economía es desfavorable y que en las familias prácticamente es su única opción de tener una vivienda.

Sin embargo, existe mucha controversia si el adobe debe seguirse utilizando en la construcción de la vivienda por su alto grado de “vulnerabilidad”. Esto se tiene que discutir ampliamente en foros con los profesionistas involucrados en la construcción, se debe dar oportunidad de que los usuarios de las viviendas rurales participen ampliamente tanto las mujeres como los varones ya que ambos son importantes en la toma de decisiones finales.

El principal problema estructural detectado generado en las viviendas rurales, se debe a la ausencia de los hombres cuando se van de migrantes y las mujeres quedan a cargo del hogar y cuando la vivienda requiere de alguna reparación se les dificulta hacerla en muros y techos porque no tienen conocimiento de ello. Sin embargo, ahora las mujeres han

manifestado en los talleres participativos que se han realizado en varias comunidades, que quieren ser parte en la toma de decisiones, así como en la construcción de su propia vivienda. Es por ello que el adobe propuesto surge de las aportaciones de las mujeres y las piezas se sometieron a pruebas en laboratorio dando resultados permitidos por la Norma SCT N-CMT-2-02-002/02 que se sintetiza en las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

Marco conceptual

Para una mejor comprensión que permita al lector tener interés en el tema, es necesario definir con claridad los conceptos que a continuación se describen.

Adobe

Según la RAE es una “masa de barro mezclado a veces con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al aire, que se emplea en la construcción de paredes o muros” (RAE,2022), por su parte Serrano menciona que “la palabra adobe se deriva del árabe “al-tub”, que se refiere a una especie de ladrillo elaborado con una masa de barro hecho de arena o arcilla, la cual era mezclada con paja para luego darle forma de ladrillo y puesta a secar al sol, estos ladrillos de adobe eran utilizados para la construcción de paredes y muros”, sin embargo, la elaboración del adobe depende de los materiales de cada región, pero el proceso de su elaboración, forma y secado es el mismo.

Por su parte Serrano considera que “el adobe es un bloque macizo de barro obtenido de la mezcla maleable de tierra arcillosa, arena, gravas de diferentes tamaños y fibras vegetales como la paja en una proporción aproximada de arcilla/limo 1, arena 55-64% y paja 1%, que se proyecta en un molde sin fondo, bien sea metálico o de madera y previamente impregnado en aceite o sumergido en agua, y se prensa con unos golpes, después se levanta ligeramente el molde dejando secar el adobe propiamente dicho sobre una superficie llana” (Serrano et al, 2020), las proporciones recomendadas por Serrano son apropiadas, sin embargo el tamaño del adobe varía según la propuesta del investigador de acuerdo a la zona de estudio.

Vivienda, vivienda rural

El concepto de “vivienda”, desde la posición de Josep María Montaner y Zaida Muxí Martínez, la describen como el espacio privado, un interior construido, en el que se realizan principalmente las actividades y tareas de la reproducción, que son aquellas que hacen posible el desarrollo natural, físico y social de las personas, constituyendo la base de las tareas productivas (Montaner & Muxí Martínez, 2010).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía la define también como:

“(…) el lugar de residencia habitual de las personas, donde atienden sus necesidades y funciones más inmediatas” (INEGI, 2010).

Por su parte, el Diccionario de la Lengua Española señala que el término proviene del latín *vivenda*,– de *vivère*–cuyo significado es vivir, partiendo de esto surgen dos definiciones las cuales son: “Lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas” y “género de vida o modo de vivir” (RAE, 2020).

En la vivienda rural, se da de manera directa la relación entre trabajo-vida familiar y producción. Donde ésta es adaptada de acuerdo a las necesidades del usuario, utilizando materiales que están a su alcance y aplicando técnicas tradicionales heredadas por generaciones.

Por su parte el Diccionario de terminología especializada de Infonavit señala que la vivienda es “estructura material destinada a albergar a una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, construida por una o varias piezas habitables, (...)” (INFONAVIT, 2018).

Vivienda campesina se refiere a un tipo particular de arquitectura doméstica asociada a las lógicas productivas agrícolas y ganaderas de pequeña escala.

La construcción de adobe o vivienda rural es un tema que da para ser discutido por personas que se dedican a la construcción de vivienda, así también, para investigadores y académicos debido a si es vulnerable e insegura y si se debe seguir construyendo con adobe.

Por el contrario, la vivienda rural debe seguirse estudiando permanentemente, es parte de la cultura de los pueblos y es razón suficiente por la cual se debe preservar, se debe indagar en la búsqueda de nuevos materiales y adaptarlos con la finalidad de que éstas sean más resistentes, seguras y económicas que brinden una buena habitabilidad al usuario y que se tenga respeto al medio ambiente.

Las mujeres en la región centro y montaña pasan mayor tiempo en su vivienda, realizando quehaceres domésticos y artesanías cotidianamente y en periodo de lluvias participan en los trabajos del campo en la agricultura, el jefe del hogar su principal actividad es fuera de su casa, muchas veces se ausenta por meses en busca de trabajo y mejores oportunidades de vida para su familia.

Autoproducción de la vivienda rural

Para conocer el significado de este concepto se realiza un desglose de sus partes: “Auto” y “producción”, donde auto es “propio” o “uno mismo” y producción al término de “producir” (RAE, 2020).

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano define la autoproducción de vivienda como:

(...) el proceso de diseño y construcción de la vivienda bajo el control directo de sus beneficiarias o beneficiarios de forma individual o colectiva, (SEDATU, 2018).

La autoproducción de vivienda rural es la construcción de espacios habitables en el campo, creados por el mismo usuario

que le genera un estado emocional de bienestar y expresa su modo de vivir, en la cual destacan sus labores cotidianas (agricultura, ganadería).

Por consiguiente, la participación comunitaria y los procesos de autoproducción van encaminados a realizar un trabajo sumamente importante, retomando el sentido de género con integración de la mujer al desarrollo de una sociedad y en el proceso de autoproducción de la vivienda rural.

Este estudio se está desarrollando en el estado de Guerrero en la zona centro y montaña con la participación de estudiantes de nivel licenciatura y maestría, iniciando con talleres participativos en la comunidad de Ixcatla, Gro.

Rezago habitacional

De acuerdo con el Programa Nacional de Vivienda 2014-2018 (PNV), el rezago habitacional es el término empleado en México para referirse a las viviendas en hacinamiento, o cuyos materiales de edificación se encuentran en deterioro, y no logran satisfacer un mínimo de bienestar para sus ocupantes. (El economista, 2021).

En México, 8.5 millones de viviendas tienen algún tipo de rezago habitacional, es decir, están en condiciones de hacinamiento, no tienen servicios básicos o tienen carencias en los materiales de construcción. Esta situación afecta a más de 33 millones de personas, que equivale a 26.5% de la población. (El economista, 2021)

Resultados de ensayos

Es la parte del informe en la que se establecen las conclusiones del mismo. Debe ser claro y conciso, en los ensayos de laboratorio se determinan las características, ya sea físicas o químicas, del producto en análisis, bajo unos procedimientos determinados.

Metodología

La metodología que se propone en la presente investigación trata sobre los diferentes procesos y técnicas empíricas y/o científicas aplicadas en la elaboración del adobe, que han sido recopilados bibliográficamente.

Esta investigación aborda el estudio en el estado de Guerrero (Ver figura 4), de manera general se centra en la región montaña y zona centro. *Se apoya en tres etapas: 1) Recopilación de información acerca del rezago habitacional de la vivienda por entidad federativa; 2) Levantamiento fotográfico de viviendas, entrevistas en campo y 3) resultados de pruebas de laboratorio sobre la resistencia de las muestras de adobe propuestos así como resultados de pruebas realizadas por investigadores especializados.* Se resalta el valor cultural del conocimiento empírico recabado en campo, entrevistas a personas de mayor edad así como fotografías de viviendas rurales que son significativas para el estudio. Se hace mayor énfasis en los resultados de la

vivienda donde constantemente se presentan fenómenos sísmicos en la brecha sísmica de Guerrero concentrándose en esta zona el mayor registro del país. (Ver figura 5)



Figura 4: Mapa del estado de Guerrero por Regiones. Fuente: <https://www.google.com/search?q=mapa+2021+por+regiones+de+guerrero&aq=chrome>.

3. Desarrollo

La metodología se desarrolló en tres etapas: En primer lugar:

Recolección de información acerca del rezago habitacional de la vivienda por entidad federativa. (Ver tabla 1 y 2)

Para la recolección de datos físicos, se realizó un recorrido con la finalidad de tener un panorama real, así como un análisis cuantitativo cualitativo de la vivienda rural de adobe. Este análisis se basa principalmente en la observación directa en campo, entrevistas realizadas y fotografías de la vivienda con mayor representatividad para este estudio.



Figura 5: Brecha sísmica de Guerrero. Fuente: <https://www.xataka.com/investigacion/que-es-la-brecha-de-guerrero-y-por-que-nos-deberia-preocupar-despues-del-sismo-de-8-2-grados-en-mexico>

En la tabla No. 1: se observa que sobresalen cuatro entidades federativas con más del cincuenta por ciento de su población tienen rezago: 71.7% de la población de Chiapas, 61.2% de Tabasco, 54.9% de Oaxaca y 54.6% de Guerrero.

Tabla 1: Rezago habitacional 2020 por entidad federativa

Clave entidad	Entidad	Viviendas			
		Total	Sin rezago	Con rezago	% con rezago
07	Chiapas	1,337,029	425,702	911,327	68.2
27	Tabasco	671,577	272,456	399,121	59.4
20	Oaxaca	1,122,637	525,173	597,464	53.2
12	Guerrero	941,593	456,868	484,725	51.5
30	Veracruz	2,381,716	1,250,445	1,131,271	47.5
04	Campeche	260,535	145,749	114,786	44.1
02	Baja California	1,133,192	657,490	475,702	42.0
08	Chihuahua	1,134,777	713,913	420,864	37.1
16	Michoacán	1,282,076	928,408	353,668	27.6
26	Sonora	876,552	639,635	236,917	27.0
21	Puebla	1,694,228	1,260,691	433,537	25.6
03	Baja California Sur	237,898	180,582	57,316	24.1
24	San Luis Potosí	767,545	598,931	168,614	22.0
10	Durango	488,200	383,408	104,792	21.5
06	Colima	225,106	176,914	48,192	21.4
18	Nayarit	357,684	281,139	76,545	21.4
17	Morelos	559,322	441,774	117,548	21.0
13	Hidalgo	850,674	683,995	166,679	19.6
31	Yucatán	659,971	539,577	120,394	18.2
32	Zacatecas	443,078	365,443	77,635	17.5
23	Quintana Roo	561,057	463,333	97,724	17.4
11	Guanajuato	1,565,927	1,337,285	228,642	14.6
28	Tamaulipas	1,061,475	907,784	153,691	14.5
15	México	4,481,007	3,841,903	639,104	14.3
22	Querétaro	660,081	580,163	79,918	12.1
05	Coahuila	896,719	788,375	108,344	12.1
29	Tlaxcala	340,015	300,612	39,403	11.6
25	Sinaloa	849,691	763,483	86,208	10.1
14	Jalisco	2,314,364	2,088,994	225,370	9.7
09	Ciudad de México	2,710,375	2,487,439	222,936	8.2
19	Nuevo León	1,639,901	1,532,912	106,989	6.5
01	Aguascalientes	386,975	367,977	18,998	4.9
Total		34,892,977	26,388,553	8,504,424	24.4

Fuente: Comisión Nacional de vivienda 2021

Tabla 2: criterios metodológicos del rezago habitacional

	Componentes	Variable	Categoría	Acción de vivienda
Rezago	a) Materiales deteriorados	Paredes	Material de desecho Lámina de cartón Carrizo, bambú o palma Embarro o bajareque	Autoproducción
			Techo	Material de desecho Lámina de cartón Palma o paja
	b) Materiales regulares	Paredes	Lámina de asbesto o metálica Madera	Autoproducción
		Techo	Lámina metálica Lámina de asbesto Madera o tejamanil Teja	Mejoramiento
		Piso	Tierra	Mejoramiento
	c) Precariedad en espacios	Hacinamiento	En promedio más de 2.5 personas por cuarto	Ampliación o reemplazo
		Excusado	No cuenta con excusado.	Ampliación o reemplazo

Fuente: Comisión Nacional de vivienda 2021.

La segunda etapa, lo fue el levantamiento fotográfico de viviendas y análisis de entrevistas.

En este apartado se muestran algunas fotografías de las viviendas más representativas de las dos zonas de estudio, los croquis de las mismas se tienen registradas en cédulas de investigación de campo. Se realizó un acopio de piezas de adobe, de diferentes edades y condiciones de conservación y daño. Algunos bloques se sometieron a pruebas de absorción de agua, se analizaron las propiedades mecánicas de manera empírica, se registró el tipo y cantidad de fibra utilizada por pieza, obtención de las características geométricas, recolección de muestras de materiales típicos empleados en la construcción de vivienda de adobe de cada lugar visitado y entrevistas a ciertos personajes identificados de mayor experiencia.



Figura 6: Vivienda vernácula zona Centro de Gro. Fuente: Propia



Figura 10: Techumbre de la Vivienda vernácula de la zona Centro, Gro. Fuente: propia



Figura 7: Vivienda vernácula Tlapa, Gro. Fuente: Propia



Figura 11: Preparación del barro para la elaboración del adobe en Xalpatláhuac, Gro. Fuente: Propia



El adobe utilizado en la zona de estudio es artesanal compuesto principalmente por arcilla, arena, zacate y/o estiércol de burro o caballo. Es elaborado en el mismo lugar, o cerca de la construcción, se pone a secar expuesto al sol o a la sombra en un lugar protegido según sean las condiciones de clima. Ver figura 12.



Figura 8: Vivienda vernácula Región Montaña, Gro. Fuente: propia



Figura 12: Fuente Propia. Elaboración de adobe artesanal en la montaña de Guerrero



Figura 9: Cubiertas predominantes de la Vivienda vernácula en la Montaña de Gro. Fuente: Propia

Finalmente los resultados de pruebas de laboratorio de algunos investigadores que sirven como *antecedentes* importantes y se consideró necesario exponerlos para que el lector tome un criterio de comparación con los resultados propios de los tres tipos de adobe propuestos *utilizando la Norma Mexicana, SCT N-CMT-2-02-002/02 del adobe*.

Se expone una tabla resumen (ver tabla No. 3) sobre adobes estudiados por autores especializados, en ella se describen los tipos de fibra natural utilizados, aplicación de aditivo y los efectos producidos en los adobes.

Tabla No. 3. Elaboración de adobes utilizando diferentes materiales.

Tipos de Fibra natural	Aditivo Adicional	Efectos	Referencia
Paja	Aserrín	El aserrín mejora las propiedades mecánicas, mientras que la paja reduce la sorptividad. El aumento del contenido de fibra disminuye la densidad a granel, la conductividad térmica y la resistencia.	(De Castillo et al., 2021).
Cascara de mani		Tienen una baja conductividad y una alta absorción de agua que pueden justificar válidamente su uso en la producción de hábitats ecológicos que requieren menos energía para lograr el confort térmico en el interior. La liberación de macromoléculas de poli fenoles de las conchas en un medio acuoso es un activo para la estabilización de los adobes.	(Bobet et al., 2020).
Polvo de bambú		Se puede utilizar como aditivo en la mezcla de los ladrillos de adobe, aumentando sustancialmente su resistencia.	(Paradiso et al., 2018).
Botellas plásticas		Ayuda a disminuir el impacto ambiental debido al amplio uso de botellas plásticas cuya degradación toma alrededor 450 años. El análisis de costos se obtuvo que los bloques con PET sí aumentaron su costo, pero de forma moderada, lo que indica la factibilidad de hacer este tipo de bloques a nivel industrial, los bloques elaborados cumplen con las especificaciones indicadas en la norma NTE INEN 3066.	(Gómez y Guzmán, 2019).
Fibra de yute		La resistencia a la flexión, la resistencia al impacto y el rendimiento de agrietamiento por contracción de los materiales de tierra se pueden mejorar con la adición de fibras de yute.	(Concha-Riedel et al., 2019).
Fibra de maguey		Se evidencia que el adobe compactado con mayor resistencia a la compresión se obtiene con la adición de 0.25 % de fibra de maguey.	(Terrones, 2019).
Polímero natural de pencea		Ayuda a mejorar las propiedades mecánicas y absorción del adobe, cumpliendo con los datos que se presenta en la norma E.080 para la compresión y flexión.	(Díaz, 2019).
Fibra natural de caña		La resistencia a compresión, flexión y absorción de los bloques de adobe compactado, con adición de fibra natural de caña en diferentes longitudes, el adobe compactado mejora sus propiedades mecánicas, en resistencia a compresión hasta un 91.20 %, en resistencia a la flexión mejora hasta un 58.24 % sin embargo, el grado de absorción aumenta, haciéndolo un material más poroso e inestable al agua.	(Campos, 2019)
Estiércol de caballo		La incorporación de estiércol de caballo, en la resistencia a la compresión y flexión del adobe, siguiendo la norma E.080 disminuye en 46.82 su resistencia a la compresión, y 27.17 % en la flexión.	(Ortiz, 2019).

Fuente: (Brito, 2021)

(https://revistas.uazuay.edu.ec/html/revistas/DAYA/11/articulo04/uazuay_eia_boracion_de_adobe_sostenible.html, 2021)

Otra investigación que se realizó en la montaña de Guerrero en el año 2002, se tomó en distintas localidades muestras de bloques de adobe empleados en la construcción de vivienda del tipo económico, para ser ensayados en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Se realizaron dos tipos de ensayos con los bloques de adobe. (Rodríguez, 2002).

Para lo anterior prepararon probetas de ensaye de dimensiones de 5x5x5 cm, obteniendo resultados de laboratorio de las diferentes localidades de la zona centro y montaña de Guerrero, se realizaron dos tipos de ensayos. Uno, resistencia a la compresión simple y otro a la compresión diagonal, estos resultados se muestran en la tabla No. 4, el esfuerzo axial y esfuerzo cortante dado en kg/cm².

- 1)“Resistencia a la compresión simple del adobe. Tiene por finalidad, determinar la resistencia a la compresión no confinada de un cilindro de suelo cohesivo o semi-cohesivo, e indirectamente la resistencia al corte.” (UNAM, 2011).
- 2)“Resistencia a la compresión diagonal. Consiste en someter a las piezas a una carga de compresión a lo largo de una diagonal.” (UNAM, 2011).

La carga vertical genera esfuerzos de tensión crecientes, estos campos de esfuerzos de tensión provocan una falla o grieta a lo largo de la pieza. La prueba para determinar la

resistencia a compresión diagonal y la rigidez, cortante de muretes consiste en someter a las probetas a una carga de compresión a lo largo de una de sus diagonales. (UNAM, 2011).

Durante el ensayo, la carga vertical genera esfuerzos de dirección de carga. Este campo de esfuerzos de tensión conduce a la falla del murete a lo largo de una grieta aproximadamente vertical entre las dos esquinas cargadas, figura N° 12 Murete para prueba a compresión diagonal. (UNAM, 2011).

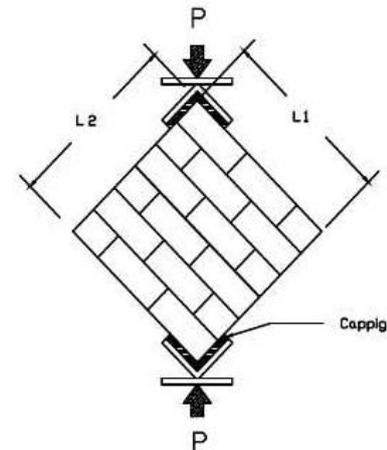


Figura 12. Fuente: (UNAM, 2011).

Tabla 4. Resultados de laboratorio en la zona Centro y Montaña

REGIÓN	MUNICIPIO	LOCALIDAD	ESFUERZO AXIAL KG/CM2	ESFUERZO CORTANTE KG/CM2
Centro	Tixtla Guerrero	Tixtla	13.5185	---
Centro	Tixtla Guerrero	Atliaca	19.5513	9.7488
Centro	Zitlala	Zitlala	25.4841	12.276
Centro	Eduardo Neri	Zumpango del río	12.39.67	7.2651
Centro	Eduardo Neri	Huiztitepec	15.1515	8.8388
Centro	Gral. Eduardo Castillo	Tlacotepec	13.1060	8.3913
Centro	Chilpancingo de los Bravo	Mazatlán	16.1194	7.0463
Centro	Chilpancingo de los Bravo	Julián Blanco	18.3067	12.91
Centro	Chilpancingo de los Bravo	El Ocotitlán	22.1273	13.8107
Centro	Chilpancingo de los Bravo	Palo Blanco	---	9.4164
Centro	Mártir de Cuilapa	Apango	---	8.5375
Montaña	Tlacuapa	Tlacuapa	7.9545	6.1380
Montaña	Tlapa de Comonfort	Tlapa	9.8767	4.9577
Montaña	Tlapa de Comonfort	Tototepec	---	11.1377
Montaña	Tlaxiátaquilla de Maldonado	Tlaxiátaquilla	26.6157	10.5839
Montaña	Atlixac	Atlixac	10.8476	9.9077
Montaña	Ahuacuatzingo	Ahuacuatzingo	17.5955	9.2071
Montaña	Huamuxtítlan	Huamuxtítlan	14.6400	17.0332
Montaña	Copanoyac	Copanoyac	22.5694	10.6492
Montaña	Metlatónoc	Metlatónoc	23.5507	10.0980
Montaña	Atlamajalcingo del Monte	Alacatlaxala	16.9492	10.6803
Montaña	Xochihuehuatlán	Xochihuehuatlán	10.3169	5.1040
Montaña	Cualác	Cualác	25.6374	17.6470
Montaña	Alpoyeca	Alpoyeca	31.4210	14.6739
Montaña	Olinálá	Olinálá	10.3246	5.5243
Montaña	Malinaltepec	Malinaltepec	---	5.0527
Montaña	Xalpatláhuac	Xalpatláhuac	---	9.0989
Montaña	Acatepec	Acatepec	13.5484	12.6268

Fuente: *Elaboración propia con datos del libro, Seguridad Sísmica de la Vivienda Económica en el Estado de Guerrero. (Rodríguez, 2002).*

Otro estudio realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México, trata de la estabilización de suelos en la comunidad de Malinaltepec, elaboraron un diagnóstico para cuantificar el tipo y las causas de dichos daños y determinaron que las principales omisiones en la técnica son: ausencia de cimientos y rodapiés de piedra provocando deterioro en la base

de los muros, cerramientos que resistan fuerzas de tensión en la corona de los muros, lo cual hace que las esquinas sean vulnerables a fuerzas sísmicas y anclaje deficiente de las estructuras del techo a los muros y de éstas a la cubierta. (Hasting & Gerson, 2015).

La estabilización de la tierra se llevó a cabo con cal y cemento, del 5% al 7% y del 5% al 10% respectivamente. La tierra de la comunidad El Obispo, al presentar altos contenidos de arcilla, resultó mejor la estabilización con cemento que con cal. En las pruebas, se obtuvieron los siguientes resultados:

kgf= kilogramo fuerza, 1kgf= 1 kg 9,806 m/s²

- Tierra estabilizada con 5% de cemento = 32,62 kgf/cm² y 24,67 kgf/cm²

- Tierra estabilizada con 10% de cemento = 39,96 kgf/cm², sin embargo, se notó que absorbía más humedad.

Al adicionar arena a las pruebas de tierras arriba mencionadas, se obtuvieron resistencias de 46,56 kgf/cm² y 55,46 kgf/cm² respectivamente. (Hasting & Gerson, 2015).

Otros ensayos de laboratorio realizados en la Región Andina, hicieron pruebas a escala natural para definir cuál es el mejor refuerzo y que al mismo tiempo incremente la vida útil de la vivienda de adobe. Sus ensayos permitieron un tiempo máximo de evacuación de 28 segundos y que el costo sea el menor y sencillo donde las personas sin experiencia puedan construir sus viviendas utilizando materiales tales como clavos, madera, malla y alambre.

Los ensayos que se muestran en la figura 13 y 14 fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Católica de Perú, en la cual se encontró un reforzamiento apropiado de la vivienda de adobe. (DNC, 2010).



Figura 13: (izquierda), Muro no reforzado próximo al colapso, y muro 14 (derecha), con refuerzo de malla, controlaron las grietas después de un sismo moderado. Fuente. (CERESIS, 2015).

Otro manual de construcciones de edificaciones antisísmicas de adobe, son analizados por la Dirección Nacional de Construcción, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Siendo indispensable la aplicación de la Norma E.080 Adobe, del Reglamento Nacional de Edificaciones. (DNC, 2010).

Este texto, permite construir viviendas de bajo costo y con menor impacto ambiental, al utilizar recursos accesibles y propios de la zona, generando que la mayoría de los materiales a utilizar en la vivienda se puedan elaborar en el lugar de la obra.

Reflexión

Hoy en día existen en México pocas normas para la elaboración del adobe, en este caso se aplicó la Norma Mexicana SCTN-CMT-2-02-002/02 que sirve para determinar dimensión, materiales y proporción. La norma N.CMT-2-01-002/02 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en la cual se especifican las características de los materiales para las estructuras de mampostería a base de piezas de cemento y tabique, para realizar los ensayos de propiedades físicas del suelo como son textura, estructura y consistencia. Los principales análisis que permite esta norma obtener son: granulometría por tamizado, límite plástico, límite líquido, absorción capilar y contenido de humedad.

La norma peruana E.080 (2017), sus resultados de análisis establecen que las dimensiones del bloque de adobe cuadrado no deben sobrepasar 0.40 m. de lado, por razones de peso.

Las normas más completas para la elaboración de ensayos para determinar las propiedades físicas de los suelos son: normas NTE INEN 0690 1982-05 referente a ensayos de contenido de humedad, la norma NTE INEN 0691 1982 -05 referente a ensayos de límite líquido, la norma NTE INEN 0692-1982 - 05 referente al límite plástico, la norma NTE INEN 0696-2011 referente a ensayos de granulometría. (Alberca et al., 2018).

https://revistas.uazuay.edu.ec/html/revistas/DAYA/11/articulo04/uazuay.elaboracion_de_adobe_sostenible.html

La estructura química y mineralógica de los suelos puede ser determinada a través de análisis instrumental de espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF) y la difracción de rayos X (XRD), que son los métodos estándar representados en las Tabla 5 (Dormohamadi & Rahimnia, 2020).

Tabla 5: Normas peruanas para la determinación de granulometría, límite líquido y límite plástico, así como las características químicas mineralógicas.

Ensayo	Norma	Tipo de test	Código estándar	Propósito
Ensayo normalizado para materiales más finos que una criba No. 200(75 µm) en agregados minerales mediante lavado	ASTM C117-03			
Granulometría	ASTM D-422-03/AASHTO T 88/NTE INEN 0696-2011/Ecuador/NTE INEN 0697-2010/Ecuador			
Límite líquido	ASTM D4318/AASHTO T 89/NTE INEN 0691-1982/Ecuador	XRD	ASTM D464300	Reconocimiento de las principales fases y sub-fases de forma semicuantitativa
Límite plástico	ASTM D4318/AASHTO T 80/NTE INEN 0692-1982/Ecuador	XRF	1621(2013)ASTM E	

Fuente: Alberca, et al., (2018).

Se concluye en que es una necesidad urgente de más normas que contribuyan al análisis de los diferentes tipos de vivienda que regulen la eficiencia. Aparentemente la vivienda ya está estudiada, sin embargo, carece de más estudios y más ahora que la pandemia vino a demostrar que las viviendas actuales no están bien diseñadas y construidas. Se requiere de un análisis exhaustivo de estudios interdisciplinarios y multidisciplinarios y hacer conciencia acerca del uso de la tierra en los procesos constructivos, que hoy en día están desapareciendo a marchas forzadas y que son parte de la cultura de los pueblos. Es posible que las próximas investigaciones sean encaminadas a este fin, trazar una meta, cuantificable y medible visto desde varias aristas de la ciencia. En México no existen programas de estudio en las facultades de Arquitectura, Ingeniería, Medio ambiente que aborden de manera amplia el estudio urbano rural con estas características

y los encargados de producir vivienda no tienen interés hacia estos tipos de construcciones porque no les reditúa económicamente, prefieren construir viviendas que no aporten al cambio climático y medio ambiente. Se requiere de mayor participación en la investigación y reorientar la misma en grupo y perfilar las necesidades que padecen las investigaciones individuales. Se requieren con la nueva realidad por la pandemia, nuevos estudios teóricos prácticos que permitan entender hacia donde se debe avanzar, en lo social, en lo económico y ambiental.

Los principales problemas observados en el área de estudio en un alto porcentaje, se refiere a que no se sigue un procedimiento constructivo apropiado, es más, se puede decir que se ha prescindido de la asistencia técnica calificada, es por ello que la intención del manual es para contribuir en la disminución de riesgos que atente con la seguridad de los usuarios. (DNC, 2010).

Ahora bien, a continuación, se presenta, el adobe propuesto en la zona de estudio, en uno se utiliza fibra de maguey y, en otro fibra de coco, materiales que son abundantes en la región.

Proceso de trabajo y resultados de pruebas de laboratorio utilizando la Norma. SCT N-CMT-2-02-002/02 del adobe propuesto para la región de la Montaña y Centro de Guerrero.

Los resultados que se indican en las tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11 muestran adobes ensayados para la obtención de calidad a la compresión simple, absorción e interperismo cumplen con las normas nacionales de calidad vigentes.

Así también, la fabricación de bloques de adobes, así como el estudio de técnicas de estabilización de suelos, pruebas de resistencia a la compresión, absorción y durabilidad para obtener como resultado un producto de alta calidad y bajo costo puede ser utilizado por los pobladores de sectores más vulnerables.

Selección de arcillas, fibras y proporción que cumple con la norma utilizada.



Figura 14: Fuente propia. Suministro de fibras de coco y de maguey en la elaboración del adobe propuesto.

Previo a las pruebas de laboratorio se realizaron diferentes muestras de manera empírica, es decir, a través de prueba error que consistió en seleccionar la arcilla, obtener su peso volumétrico en seco, se agregó agua y se obtuvo registro de su nuevo peso volumétrico, posteriormente se hicieron bolas de arcilla amasada y se pusieron a secar al sol cuatro bolas, y cuatro más a la sombra, se realizó el registro del comportamiento de cada una de las piezas. Después, se repitió una y otra vez agregando fibra de maguey y la misma cantidad de bolas de arcilla se le agregó fibras de coco y, en la última se le agregó paja. Algunas piezas de cada muestra presentaron grietas al momento del secado y al someterlos o introducirlos al agua se desintegraron. Se reprodujo una y otra vez hasta lograr que las muestras de barro ya no presentaran grietas y no se desintegraran al ser introducidas al agua, se dejaron secar nuevamente para ser sometidos a una prensa de fabricación casera y se tomó registro de ello.

De lo anterior, se tomó la decisión de trabajar las muestras de adobe con las proporciones estudiadas previamente de manera práctica y son las que se llevaron a laboratorio para someterla a la primera prueba y hacer la proporción recomendada por el laboratorio aplicando la norma Mexicana SCT N-CMT-2-02-002/02 de adobe.



Figura 15: Fuente propia. Ensayos de laboratorio.

En la elaboración del adobe propuesto, se utilizó la norma N-CMT-2-01-002/02 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en la cual se especifican las características de los materiales para las estructuras de mampostería a base de piezas de cemento y tabique.

Tabla 6: Norma SCT N-CMT-2-02-002/02. Dimensión, materiales y proporción.

Número de ensayo	Medidas (cm)	Material utilizado	Proporción
1	30x30x15	Arcilla-cenicilla-maguey	1.5-1-0.25
2	30x30x15	Arcilla-cenicilla-coco	1.5-1-0.25
3	30x30x15	Arcilla-cenicilla-paja	1.5-1-0.25

Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de bloques de adobe ensayados son de 30x30x15 cm., se realizaron tres ensayos con las características que se describen en la tabla 6. Posteriormente, se llevaron al laboratorio de calidad para realizar la prueba de plasticidad, resistencia y absorción obteniendo los siguientes resultados.

MPa: Mega Pascal. Es un sistema internacional de medida que se utiliza generalmente para cálculo de cimentación y secciones. La resistencia en estructuras, donde la resistencia y las tensiones o refuerzos caen sobre el terreno en MPa.

Donde un MPa = 101,971.621 kg/m², un MPa= a 10.2 kg/cm², 1 Pa = N/m², 10 Pascal por metro cuadrado = 10 Newton,

Unidades básicas del Sistema Internacional; 1 N= 1 kg m/ S²

El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

Tabla 7: Norma SCT N-CMT-2-02-002/02. Prueba de resistencia a la compresión y absorción

Características físicas		Geometría	En acabado
Compresión Mpa mínima	Absorción % máximo		
8 Mpa	20%	30x30x15	Sin defectos que comprometan su resistencia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Cantidad de materiales utilizados en una pieza de bloque de adobe

Por M ³ pieza de 30x30x15 cm.			
Arcilla	Cenicilla	Fibra de maguey	Agua
0.0095	0.007125	0.0011875	0.000057

Fuente: Elaboración propia

Las proporciones pueden identificarse en la tabla 6, la cantidad de materiales utilizados para la elaboración de una pieza de adobe en la tabla 8 y en la tabla 9, por la cantidad de 1,175 bloques de adobe requeridos para la construcción del prototipo de vivienda propuesto.

Tabla 9: Cantidad de materiales utilizados o requeridos para la elaboración de 1,175 bloques de adobe de 30x30x15 cm cumpliendo la norma SCT N-CTM-2-01-002/02.

M ³ .			
Arcilla	Cenicilla	Fibra de maguey	Agua
11.16	8.37	1.39	0.066

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Norma SCT N-CMT-2-02-002/02, se aprecian los resultados de los ensayos realizados en laboratorio.

Número de ensayo	Medidas (cm)	Material utilizado	Proporción	Resistencia a la compresión (Mpa)
1	30x30x15	Arcilla-cenicilla-fibra de maguey	1.5-1-0-.25	14.77
2	30x30x15	Arcilla-cenicilla-fibra de coco	1.5-1-0-.25	14.00
3	30x30x15	Arcilla-cenicilla-paja	1.5-1-0-.25	14.70

Fuente: Elaboración propia

Prueba de plasticidad

La arcilla utilizada fue de un sólo banco, ya que de acuerdo a lo observado empíricamente sus características cumplían para la elaboración del adobe, sin embargo, se sometió a una prueba de límite líquido, plástico y de contracción, arrojando resultados óptimos para la elaboración de adobes de acuerdo con el laboratorio consultado.

Los ensayos obtenidos, se sometieron a una prensa arrojando los siguientes resultados descritos en la tabla 10 donde 1 Mpa= 10.197 kg-fuerza por cm²

Con estos datos se concluye que, de acuerdo con la norma mexicana, SCT N-CMT-2-02-002/02, los bloques de adobe deben ser del grado de calidad B, para muros internos y externos. Los expuestos al exterior deben ser protegidos con material impermeable natural o comercial; la cal y arcilla con un poco de nopal funciona perfectamente en exteriores, además, deben cumplir con los requisitos de calidad de acuerdo con sus características físicas, geométricas y de acabado descritos en la tabla 7.

Siguiendo con esta metodología y fundamentado en los resultados obtenidos en laboratorio, los ensayos en general cumplen con esta norma, sin embargo, el número 1 es el más óptimo, por lo que se sugiere utilizar para realizar el prototipo de vivienda de adobe propuesto en esta investigación. Por lo que se autoriza realizar la cuantificación de insumos para el suministro y se proceda a elaborar los adobes requeridos.

Tabla 11: Calidad de las 20 piezas de bloque de adobe que debe cumplir con la norma SCT N-CMT-2-02-002/02

Producción	Cantidad de piezas	Prueba de resistencia	Prueba de absorción	Acabado
1	4	Aceptable	20%	Sin defecto
2	4	Aceptable	18%	Defectos aceptables
3	4	Aceptable	21%	Sin defecto
4	4	Aceptable	20%	Sin defecto
5	4	Aceptable	17%	Sin defecto

Fuente.: Elaboración propia



Figura 16: Fuente: Propia, selección de fibras y elaboración del adobe propuesto.

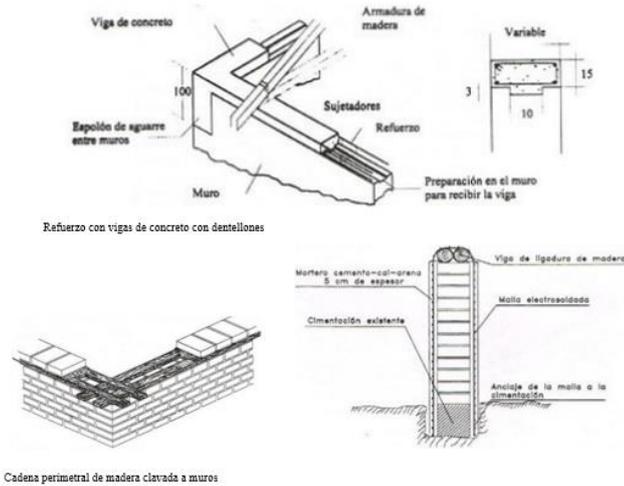


Figura 17: Detalle de refuerzo en muros de adobe perimetral de madera clavada a muros y refuerzo con vigas de concreto armado. Fuente (Rodríguez, 2002) y Forro completo de los muros de la construcción con aplanado de 5 cm de espesor de mortero-cal-arena, con malla electro soldada o malla de gallinero clavada en ambas caras de los muros.

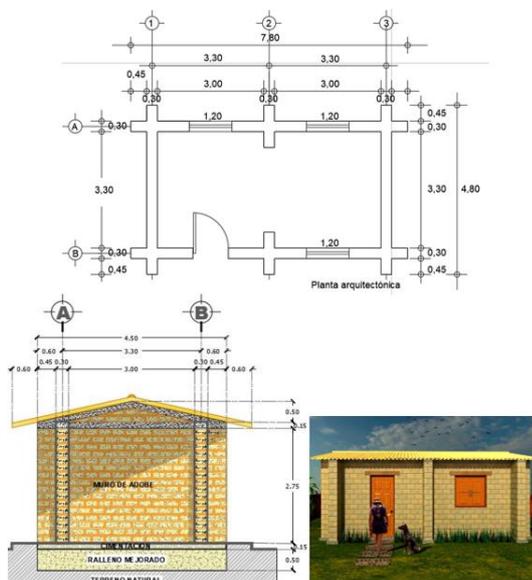


Figura 18: Fuente propia. Propuesta de cuarto redondo de adobe

Discusión y recomendaciones

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el rezago habitacional en el año 2020 en el estado de Guerrero es del 51.5 %, se encuentran en condiciones de precariedad tanto en su construcción como en su condición. Es por ello que este proyecto de investigación busca contribuir en la disminución del rezago de vivienda construida con adobe. En la investigación de campo se encontró que el 90 %, de la población mayor a cuarenta y cinco años están de acuerdo que se siga construyendo con adobe, un 6 %, se enunció que les gustaría una construcción de material, refiriéndose a las casas de tabique con losa de concreto armado y firme de cemento en pisos y un 4 %, contestó que no sabe. Sin embargo, la población con rango de edad de quince a cuarenta años contestó que les gustaría tener su casa diferente, con materiales más resistentes y duraderos y sólo un 12% de ese rango de población construirían con adobe porque les gusta y son más baratos. Por la situación económica que atraviesa el país puede ser la producción y autoproducción la única oportunidad para hacerse de una vivienda.

Existen investigaciones que se exponen en este trabajo que son muy valiosas y que contribuyen sin duda a tener un panorama más amplio de lo que se puede hacer al respecto (ver tabla 3 y 4).

Se exponen algunas limitaciones que se tuvieron en campo, donde no existió la posibilidad de obtener un mayor número de muestras de adobe, la PANDEMIA dificultó salir con mayor libertad a campo. En la siguiente etapa de investigación *se trabajará* con un grupo interdisciplinario o multidisciplinario (sociólogos, antropólogos, salud, trabajo social), para hacer más completa la investigación con un enfoque diferente y al final mostrar un resultado conjunto.

Este trabajo presenta resultados importantes del adobe. Las tres propuestas cumplen con los estándares de calidad que solicita la norma mexicana SCT N-CMT-2-02-002/02.

La principal recomendación por los resultados de laboratorio obtenidos corresponde utilizar adobes con dimensión 30x30x15 cm, que se le agregó arcilla, cenicilla, fibras de maguay en proporción 1-1.5-1-0-.25, dando una resistencia a la compresión de 14.77 Mpa. (Ver tabla No. 9).

La segunda propuesta es la utilización del adobe con paja, dimensión 30x30x15 cm, materiales utilizados arcilla, cenicilla, paja con una proporción de 1.5-1-0-.25, con una resistencia a la compresión de 14.70 Mpa.

La tercera sugerencia es utilizar el adobe dimensión 30x30x15 cm, materiales utilizados; arcilla, cenicilla, fibra de coco, con una proporción de 1.5-1-0-.25, dando como resultado de resistencia a la compresión de 14.00 Mpa.

4. Conclusiones

El adobe es un material antiguo utilizado por el hombre, está hecho de tierra, siendo uno de los elementos inagotables, además, es un material que puede ser reutilizado o reciclado en cualquier momento requerido. El adobe propuesto de fibra de maguay, fibra de coco y paja, poseen grandes propiedades

térmicas, acústicas, no requiere gran energía para su fabricación artesanal y representa igualmente una técnica constructiva que puede solucionar el rezago de vivienda a bajo costo en las zonas rurales, está pensado en las mujeres, en las familias más desprotegidas en auto-producir y autoconstruir una vivienda digna, un refugio adecuado, sin embargo, se debe estar consciente en la vulnerabilidad que pudiera existir en algunos casos específicos por su ubicación geográfica. Es por ello; que a lo largo del artículo se ofrecen algunas recomendaciones en general que permitirán guiar al usuario al momento de construir su vivienda. También se busca revalorizar las técnicas constructivas ancestrales con la adecuación de una nueva reingeniería que permita tener viviendas seguras, económicas y fáciles de construir. La vivienda de adobe tiende a desaparecer, si sigue el mismo ritmo que hasta ahora presenta la vivienda rural, si no se le realiza un trabajo social verdadero, con la finalidad de convencer a las nuevas generaciones quienes menosprecian este sistema constructivo ancestral, de ser patrimonio cultural de los pueblos y que les da una identidad propia.

La vivienda de adobe tiene muchas ventajas; son seguras, económicas, térmicas, y que se adaptan fácilmente al entorno natural, se les deben dar uso y mantenimiento, para que estas permanezcan de pie. El principal causante de los colapsos parciales o totales es precisamente el abandono por migración y en el periodo de lluvias se incrementa el reblandecimiento en las partes bajas de los muros.

En la siguiente etapa de la investigación se trabajará de manera conjunta con otras disciplinas como son: la sociología urbana, antropología, la salud, talleres participativos en la producción del adobe y cuidado del medio ambiente. Todo esto con la finalidad de atender desde varias aristas el problema del hábitat de las comunidades rurales.

Hace falta aterrizar en la autoproducción de nuevas viviendas utilizando el adobe propuesto con fibras de maguey que es la que dio mayores resultados en las pruebas de laboratorio, ésta es arrojada como desperdicio después de fabricar el mezcal artesanal; la segunda con fibra de coco y la tercera propuesta con paja. Las tres cumplen con la norma Mexicana SCT N-CMT-2-02-002/02.

La planta arquitectónica propuesta es un prototipo de cuarto redondo que puede utilizar como una adaptación del hogar, sólo que en algunos casos agregarían un pórtico o corredor frontal o posterior según lo requieran. Se proponen los contrafuertes del mismo material que dan oportunidad de resistir sismos de mayor magnitud.

Referencias

Brito, Santamaría, et al., (Junio 2021- Diciembre 2021a). Elaboración de adobe sostenible. DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura. Número 11, pp. 59-79.

Brito, Santamaría, et al., (Junio 2021- Diciembre 2021b). Elaboración de adobe sostenible. DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura. Número 11, pp. 59-79.

Ceresis, (2015). Reforzamiento sismo-resistente de viviendas de adobes existentes en la región andina, Proyecto adobe y prevención de sismos. Lima- Perú.

CONAVI, (2021). Cálculo del Rezago habitacional a nivel municipal. Censo de población y vivienda 2020. Desarrollo Territorial.

Díaz, González, et al., (Marzo 2021). Actualización del rezago habitacional. Censo de población y Vivienda 2020. CONAVI.

Diccionario E. (2002). Autoproducción, radicación. Chile. Net. 2001-2002. <http://etimologias.dechile.net/?autoproduccion.n>.

Dirección Nacional de Construcción del Ministerio de Vivienda (2010), Construcción y Saneamiento. Recuperado: <http://www.vivienda.gob.pe/dnc>.

Dormohamadi & Rahimnia, (2020). Combined effect of compaction and clay content on the mechanical properties of adobe brick. *Case Studies in Construction Materials*. EL SEVIER.

El economista, (2021). Rezago habitacional: Antigüedad de las viviendas en México. <https://www.economista.com.mx/econohabitat/Sedatu-y-estados-quieren-darle-mas-celeridad-y-certeza-a-la-autoproduccion-de-vivienda-20220402-0012.html>.

García, H.L., (2015). Patología + Rehabilitación + Construcción [https://www.patologiasconstruccion.net/2018/01/que-es-un-adobe/#lightbox\[gallery13956\]/0](https://www.patologiasconstruccion.net/2018/01/que-es-un-adobe/#lightbox[gallery13956]/0).

Google(s.f.) [Imágenes de mapa 2021 por regiones de Guerrero]. Recuperado el 10 de junio de 2021. <https://www.google.com/search?q=mapa+2021+por+regiones+de+guerrero&oiq=&aqs=Chrome>.

Hastings, J., García, H.G., (2015). Mejoramiento de la vivienda de adobe, Terra., Ecuador, págs. 668-678. <https://dialnet.unirioja.es>.

INEGI (2020). Censo de población y vivienda 2020. Rezago habitacional Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía.

INFONAVIT, (2020). La construcción, reparación, ampliación o mejoramiento de la vivienda. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda 2018.

Manual de Construcción (2010). Edificaciones Antisísmicas de Adobe. Consideraciones básicas antes de iniciar el proceso constructivo de la edificación. pp. 8- 11. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf.

Mchenry, Jr., Graham, P. (2005). Cómo construir fácilmente. (tercera reimpresión). Trillas, México.

Montaner, J.M., Muxí, Z. (2010). Reflexiones para proyectar viviendas del siglo XXI. *Dearq*, n° 6, PP. 82-99. <https://doi.org/10.18389/dearq6.2010.09>.

Morales, F. J. (1993 Tercera edición). *Arquitectura Vernácula en México*. México: Trillas.

Peña, J. L. (2017). Industrialización de la producción de adobe en el altiplano cundiboyacense Caso de estudio: Municipios de Nemocón, cogua y Tausa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

RAE, (2020). Diccionario de la lengua española (23ª ed. 2014). España: Real Academia Española [ww.rae.es](http://www.rae.es).

Redacción (2022). Definición de Adobe. (Última edición: 7 de febrero del 2021.) Recuperado de: <https://conceptodefinition.de/adobe/>. Consultado el 9 de junio del 2022.

Rodríguez, A. S. (2005 a). *Evaluación Sísmica*. México: Universidad Autónoma de Guerrero.

Rodríguez, A. S. (2002 b). En A. S. Rodríguez, *Seguridad Sísmica de la Vivienda Econó Case Studies in Construction Materials* · Junio 2020 en el Estado de Guerrero (pág. 70). Chilpancingo Gro.: Universidad Autónoma de Guerrero.

Rubio, V. J. (1982). *La vivienda indígena de México y del mundo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez, Q. (2010). La Vivienda rural. Su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. *Revista Luna Azul*, (30), 179-180.

SEDATU, (2018). Rezago habitacional y la carencia por la calidad y espacios de la vivienda: un análisis comparativo. Coordinación General de Análisis de Vivienda y Prospectiva. Recuperado: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=REZAGO+HABITACIONAL+DEFINICI%C3%93N>.

SEDATU, (2021). Autoproducción de vivienda adecuada en México. GIZ

Serrano et al. (2020). El adobe. Su tradición simbólica y arquitectónica en el Estado de México.

Tomas, J. (2021). *Vivienda rural campesino-indígena (Argentina, siglos XX-XXI)*. Diccionario del agro Iberoamericano. Teso,

UNAM, (2011). *Mecánica de suelos Fes Aragón. Consolidación unidimensional en suelo*. Facultad de estudios superiores Aragón. Practica #8.

XATAKA, (2013) La brecha de Guerrero, un elemento clave para comprender el fenómeno de los sismos en México. Recuperado: <https://www.xataka.com.mx/investigacion/que-es-la-brecha-de-guerrero-y-por-que-nos-deberia-preocupar-despues-del-sismo-de-8-2-grados-en-mexico>.