

CARACTERIZACIÓN FÍSICA MECÁNICA DE LOS ADOBES USADOS EN LAS VIVIENDAS DE LAS ZONAS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO, PERÚ

MECHANICAL-PHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE ADOBE USED IN THE DWELLING IN THE SLUMS IN HUÁNUCO CITY, PERÚ

SUMAYA JAIMES REÁTEGUI, Docente, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **E-mail:** maya_jaymes@hotmail.com

EDGAR GRIMALDO MATTO PABLO, Docente, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **E-mail:** edgar_matto_ic@hotmail.com

DARCY EUDOMILIA ARESTEGUI, Docente, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional DE KOHAMA Hermilio Valdizán, **E-mail:** deam_hco@hotmail.com

LUCIO TORRES ROMERO, Docente, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **E-mail:** lutor56@hotmail.com

HELI MARIANO SANTIAGO, Docente, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **E-mail:** lutor56@hotmail.com

Recibido el 15 de febrero, 2017
Aceptado el 20 de julio, 2017

ISSN 1994 - 1420 (Versión Impresa)
ISSN 1195 - 445X (Versión Digital)

RESUMEN

Las viviendas elaboradas con adobe son ampliamente usadas en el mundo, por ser de bajo costo y auto construibles. En los últimos años, las viviendas con adobes han tenido gran expansión en las zonas urbano-marginales de la ciudad de Huánuco; sin embargo, este tipo de construcciones presentan importantes fallas estructurales. El objetivo de la investigación es estudiar las características físicas y mecánicas de los adobes en la zona urbano-marginales de Huánuco, para tener una referencia técnica de utilización. Se analizó la resistencia a la compresión y tracción de los adobes de acuerdo a la normativa E80 (Diseño y construcción con tierra reforzada); los resultados indican que los adobes tienen buen comportamiento a la resistencia de compresión, y mal comportamiento a la resistencia, de tracción.

Palabras Clave: Adobe, características físicas y mecánicas.

ABSTRACT

The elaborated dwelling with adobe are being widely used in the world to be costly and self-builder. In the last years the adobe dwellings have had a great growth in the slums in Huánuco; however, this kind of building shows important structural failures. The propose of this research work is focalized in study of mechanical-physical characterizations of the adobes to obtain a technical reference of uses. We have analyzed the resistance to the compression and traction of the adobe in concordance with the regulations E.080 (Design and building with reinforce earth); and the results display that the adobes have high resistance to the compression, but a low resistance to the traction.

Key words: Adove, mechanical and physical characterizations.

INTRODUCCIÓN

Los edificios de albañilería de ladrillos de arcilla y adobe son los sistemas estructurales más usados en la construcción de viviendas en zonas urbanas del territorio peruano. Estas viviendas han sufrido serios daños durante los últimos eventos sísmicos debido a defectos estructurales o falta de control de calidad del trabajo en obra y de los materiales. (UNI, 2004). La albañilería simple es resistente a cargas verticales, pero cuando se trata de cargas laterales, como viento o sismo que originan esfuerzos de tracción, entonces su resistencia es mínima; para superar esta ineficiencia es necesario reforzarla. La albañilería confinada nace de reforzar la albañilería simple en todo su perímetro con elementos de concreto armado, llamados confinamientos, los cuales se construyen una vez asentado el muro, para así tratar de garantizar un comportamiento monolítico entre ambos materiales estructurales. Siendo el resultado capaz de trabajar satisfactoriamente al ser sometido a carga vertical y horizontal que producen esfuerzos de compresión, tracción y corte. Los materiales que se usan comúnmente en nuestro país de albañilería son los ladrillos de arcilla cocida y el adobe; para el ladrillo la Norma Peruana de albañilería E.070 contempla cuáles son sus alcances y metodología de diseño. En cuanto al adobe, la Norma Peruana E.080 especifica el uso de refuerzos especiales, siendo uno de ellos el concreto armado. Por el Censo del año 2007, "En el departamento de Huánuco, del total de viviendas particulares con ocupantes presentes que suman 175 mil 534 viviendas, se destaca que 107 mil 753 viviendas tienen como material predominante el adobe o tapia, lo que representa el 61,4%." (INEI, 2007).

Pozzi-Escot, et al. (2009) expresan que al ser el adobe el principal material utilizado en las construcciones en Pachacamac, es importante conocer sus propiedades para comprender su comportamiento físico en las construcciones y poder conservarlas para las generaciones futuras. Según Marín (2012), las edificaciones de adobe en el centro histórico de la ciudad de Huánuco se caracterizan por ser una tecnología constructiva simple, de bajo costo y con excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son

vulnerables a los efectos de los fenómenos naturales, tales como terremotos, lluvias e inundaciones. La mayoría de pobladores de las zonas urbano-marginales de la ciudad de Huánuco realizan sus edificaciones con material de tierra (adobe y tapial). Teniendo una gran variedad de tipologías de tierra, es indispensable determinar mediante estudios ingenieriles y de laboratorio, las propiedades físicas y mecánicas de los adobes como elementos estructurales del ámbito de las zonas urbano-marginales de la ciudad de Huánuco; la identificación de propiedades contribuirá a tener pleno conocimiento de las condiciones mínimas que deban tener estos elementos y una referencia técnica adecuada de su utilización.

Lo descrito nos permite formular el problema siguiente:

¿Las propiedades físicas y mecánicas del adobe usado en la construcción de viviendas de las zonas urbano-marginales de la ciudad de Huánuco cumplen con la norma E.80 del Reglamento de Nacional de edificaciones del Perú?

MARCO TEÓRICO

Toda edificación construida debe garantizar su permanencia en el espacio y en el tiempo; por ello es necesario conocer con exactitud y amplitud las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que componen la edificación, para asegura la durabilidad (Torres & Díaz, 2005).

La construcción de viviendas con adobe es accesible económicamente, ya que mejora el coeficiente térmico (Lobera & Michelutti, 2007). Además, el adobe es un material de uso ancestral, ampliamente difundido y autoconstruible; sin embargo, la calidad de este tipo de viviendas es baja (Algara-Siller, Ismael Cárdenas Martínez, Javier Arista González, & Antonio Rodríguez Hernández, 2012; Blondet, Vargas, Tarque, & Iwaki, 2011). Las viviendas de adobes son amigables con el medio ambiente (Balarezo et al., 2015); no obstante, son vulnerables a inundaciones y sismos. Siendo necesario investigar otras alternativas que mejoren las características mecánicas del adobe (Morales-Domínguez, Ortiz-Guzmán, & Alavéz-Ramírez, 2007).

Ramírez (2011), en su trabajo sobre el deterioro y estabilización del adobe, manifiesta que para la elaboración de este es preciso conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas, así como sus relaciones intrínsecas entre sí misma y la relación con otros materiales, minerales o vegetales. Bolaños (2016), estudió los adobes compactos con adición de goma de tuna para mejorar la resistencia a compresión, flexión y absorción de aquellos simples.

Por el paso del tiempo, diversas edificaciones de adobe, entre ellos legados patrimoniales, necesitan ser rehabilitadas, siendo preciso estudiar las propiedades físicas, mecánicas y el comportamiento estructural de estas para las intervenciones de rehabilitación y/o refuerzo de estas edificaciones y plantear soluciones a fin de mejorar el comportamiento estructural (Varum, Figueiredo, Silveira, Martins, & Costa, 2011).

Las técnicas constructivas con el adobe no han cambiado significativamente (Viñuales, 2007). El adobe simple solo ofrece una resistencia a compresión adecuada (Rodríguez & Saroza, 2006). Las viviendas de adobe y tapia representan construcciones de alta vulnerabilidad sísmica, principalmente asociada a la falta de resistencia a la tensión de los materiales y a la calidad constructiva (Yamin, Rodríguez, Fonseca, Reyes, & Phillips, 2003).

En el Perú, el adobe es uno de los materiales más importantes en la construcción de viviendas en zonas rurales. La falta de orientación técnica y el desconocimiento de la norma E.080, hace que los pobladores construyan su vivienda de acuerdo a sus patrones y costumbres, no garantizando la seguridad, en caso de sismos (San Bartolomé & Pehovaz, 2005).

En las viviendas del centro poblado de La Huaracilla, en Cajamarca- Perú, se evidenció algunas sin muros (en el sentido de la calle), suficientes para soportar eventos sísmicos (Álvarez Guevara, 2015). Existen diversas alternativas de construcción con adobe sismo resistente. Entre ellas reforzamiento de exteriores en muros usando mallas electrosoldadas (Chuquimia, Haider, & Quiun,

2005).

Es idóneo estudiar la resistencia de compresión de adobes elaborados con diferentes suelos, ya que dichos adobes son utilizados para edificaciones (Saroza, Rodríguez, Menéndez, & Barroso, 2008). Lacouture et al. (2007) estudiaron el sistema estructural en adobe y tapial pisado, utilizando las pruebas de resistencia a la compresión sobre piezas individuales de adobe, compresión sobre pilas de adobe, compresión sobre pilas de tapia pisada, flexión de muretes de adobe, flexión sobre elementos de tapia pisada y tracción diagonal sobre muretes en tapia y adobe, concluyendo que el sistema presenta una alta vulnerabilidad sísmica debido a la poca tensión del material y propuso dos alternativas de rehabilitación sísmicas: refuerzo con mallas, pañete y refuerzo con maderas de confinamiento.

Gálvez et al. (2012) estudiaron la evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí, del programa COBE-1976; realizaron pruebas de compresión de los adobes comúnmente utilizadas en la zona de Cayaltí; verificaron que estas tenían buen comportamiento a la resistencia, a la compresión, dado que cumplía con la especificación de la norma E.080; sin embargo, los adobes estabilizados del programa COBE presentaron mayor resistencia. Los adobes elaborados con paja son más resistentes que los elaborados sin paja (Mendoza, 2014).

Según la norma E.080, la arcilla, material activo e indispensable del suelo, en contacto con el agua, permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de partículas inertes del suelo, formando el barro que, al secarse, adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002 mm). El adobe es una unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja o arena gruesa, para mejorar su resistencia y durabilidad. (RNE, 2017). Los bloques de barro producidos a mano, rellenos en moldes y secados al aire libre, también se denomina adobe (Minke, 2001).

Según la Norma E.080, la prueba de

laboratorio es un ensayo que permite conocer las características mecánicas de la tierra para diseñar y tomar decisiones de ingeniería (RNE, 2017).

La Norma E.080, en el Artículo 8: Esfuerzos de rotura mínimos en ensayos de laboratorio, especifica en los incisos 8.1 y 8.2 lo siguiente:

8.1 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del material tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos) se realiza conforme al procedimiento siguiente: a) La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista; b) La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente: $f_a = 10 \text{MPa} = 10.2 \text{kgf/cm}^2$; c) Los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada; d) En el caso del tapial, de no existir muestras secas, se recomienda elaborar muestras comprimidas en moldes de 0.1 x 0.1 x 0.15 m. con 10 golpes de un mazo de 5 kg de peso.

8.2 Especifica que los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del material tierra a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente: a) La resistencia se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción, en cilindros de 6" x 12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo. b) La resistencia última es de 0.08MPa = 0.81 kgf/cm². c) Las muestras deben tener humedad inicial de 20 % a 25 % para control de adobes y 10 % a 15 % para control de tapial, y un secado cubierto de sol y viento de 28 días, debiendo cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

El tipo de investigación es descriptivo y por la planificación de toma de datos es prospectivo.

Población

La población estuvo conformado por las unidades de adobes de las zonas urbano marginal de la ciudad de Huánuco. Se tomaron

13 muestras representativas de diferentes zonas.

Procedimientos

Se identificaron, *en situ*, las zonas urbano-marginales de la ciudad de Huánuco, luego se llevó a cabo la recolección de los adobes de diferentes zonas.

Análisis de datos

En el análisis descriptivo de los datos se utilizó la media y la desviación estándar; para la contrastación de la hipótesis se recurrió a la prueba de T-student, de una muestra con un nivel de significancia de 0.05. En el procesamiento de datos se manejó el paquete estadístico Stata, versión 14.

RESULTADOS

Seguimos los procedimientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (E-080,2017), (Ver Tabla 1). Para la prueba de resistencia a la compresión y la tracción de la muestra de adobes.

Tabla 1: Resistencia a la compresión y tracción de las muestras

Muestra	Zona	Compresión (kg/cm ²)	Tracción (kg/cm ²)
1	La Florida	10.43	0.21
2	La Paz	14.03	0.38
3	Fondo Milagro	12.07	0.36
4	Chunapampa	13.15	0.38
5	Colpa baja	16.84	0.47
6	San Luis-sector 1	8.94	0.63
7	San Luis-sector 2	12.06	0.6
8	San Luis-sector 3	15.41	0.59
9	San Luis-sector 4	11.72	0.71
10	San Luis-sector 5	11.71	0.73
11	Héroes de Jactay	11.73	0.21
12	Santa Rosa Alta	13.62	0.38
13	Loma Blanca	12.2	0.36

Figura 1: Vista fotográfica de la prueba de tracción de la muestra de adobe. Laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura-UNHEVAL



En la tabla 1: El adobe examinado en la zona de San Luis-sector 1, tuvo menor resistencia a la compresión 8.94 kgf/cm² y el examinado en la zona de Colpa Baja obtuvo mayor resistencia a la compresión 16.84kgf/cm².

Asimismo, en esta Tabla el adobe examinado en la zona de la Florida y en Héroes de Jactay tuvo menor resistencia a la tracción 0.21kgf/cm², y el examinado en la zona de San Luis-sector 1, obtuvo mayor resistencia a la tracción 0.73kgf/cm².

Prueba de Hipótesis

Para la resistencia a la compresión de los adobes se planteó las siguientes hipótesis

H0: El promedio de la resistencia a la compresión de adobe = 12kgf/cm²

Ha: El promedio de la resistencia a la compresión ≠ 12kgf/cm²

Figura 2: Vista fotográfica de la prueba de compresión de la muestra de adobe. Laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura-UNHEVAL



Se contrastó la hipótesis con prueba T-student de dos colas, con una significancia de 0.05 (Tabla2), usando el Stata.

Tabla 2: Prueba de T -student para la resistencia a la compresión

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
Compresión	13	12.60812	.5684371	2.049529	11.3696	13.84663
mean = mean(Compresión)				t = 1.0698		
Ho: mean = 12			degrees of freedom = 12			
Ha: mean < 12		Ha: mean != 12		Ha: mean > 12		
Pr(T < t) = 0.8471		Pr(T > t) = 0.3058		Pr(T > t) = 0.1529		

Como el valor-p=0.3058 es mayor que el nivel de significancia (0.05) se acepta la hipótesis nula. La resistencia a la compresión de los adobes en las zonas urbano marginales es significativamente igual a la 12kgf/cm².

Para la resistencia a la tracción de los adobes se planteó las siguientes hipótesis

H0: El promedio de la resistencia a la compresión de adobe =0.81kgf/cm²

Ha: El promedio de la resistencia a la compresión ≠0.81kgf/cm²

Se contrastó la hipótesis con la prueba T-student de dos colas, con una significancia de 0.05(Tabla3), usando el Stata.

Tabla 2: Prueba de T -student para la resistencia a la compresión

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
Tracción	13	0.4620769	0.0483334	0.1742687	0.3567674 0.5673864
mean = mean(Tracción)		t = -7.1984			
Ho: mean = 0.81		degrees of freedom = 12			
Pr(T < t) = 0.0000		Pr(T > t) = 0.0000		Pr(T > t) = 1.0000	

Como el valor-p=0.000 es menor que el nivel de significancia (0.05) se rechaza la hipótesis nula. La resistencia a la tracción de los adobes en las zonas urbana marginales es significativamente diferente a 0.81kgf/cm².

DISCUSIÓN

La resistencia a la compresión de los adobes de las zonas urbano-marginales de Huánuco cumple con las especificaciones de la Norma E.80 del Reglamento Nacional de edificaciones. La resistencia a la tracción de los adobes de las zonas urbano-marginales de Huánuco no cumple con el límite permisible de acuerdo al artículo 8 de la Norma E 0.80 y en concordancia con Lacouture et al. (2007), las viviendas elaboradas con este tipo de adobes presenta una alta vulnerabilidad sísmica.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

Se logró determinar, con un 95% confiabilidad, que los adobes de la zonas urbano marginales de Huánuco son resistentes a la compresión.

Se evidencia, con un 95% de confiabilidad, que estas unidades de albañilería no son resistentes a la tracción.

Se estableció la diferencia en cuanto a las

características de suelos de los diferentes lugares, lo cual se traduce en diferentes resistencias físico-mecánicas de los adobes construidos con cada suelo, lo que genera la necesidad de que la construcción de los mismos debe realizarse a partir de estudios básico mínimos, a fin de establecer adecuadas proporciones de mezcla de cada componente del suelo de fabricación del adobe.

Es importante ampliar la investigación a fin de poder hacer el estudio de elementos que añadidos al adobe puedan mejorar su resistencia a la tracción, como es el caso de fibras de PET, fibras de caucho, fibras naturales, como es el caso de las fibras de la cabuya, que permitan generar alternativas técnicas y económicas a partir de un estudio detallado del comportamiento físico-mecánico de los adobes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Algara-Siller, M., Ismael Cárdenas Martínez, Á., Javier Arista González, G., & Antonio Rodríguez Hernández, J. (2012). *Diseño de bloques de suelo estabilizado para uso urbano en San Luis Potosí*.
 Álvarez Guevara, D. A. (2015). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe del CP La Huaraclla, Jesús, Cajamarca 2015*.

- Balarezo, A., Cecilia, M., Chávez, B., Gabriela, M., Andrade, V., & Tatiana, S. (2015). *Tierra, sociedad, comunidad: 15° seminario Iberoamericano de arquitectura y construcción con tierra*. Universidad de Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23620>
- Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N., & Iwaki, C. (2011). *Construcción sismorresistente en tierra: la gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Informes de la Construcción, 63(523), 41-50. <https://doi.org/10.3989/ic.10.017>
- Bolaños Rodríguez, J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. Universidad Privada del Norte. Recuperado a partir de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10482>
- Chuquimia, E., Haider, J., & Quiun, D. (2005). *Construcción sismo resistente en adobe: Una alternativa para edificaciones públicas*. Poster presentado en el Seminario Internacional Sismo Adobe 2005. PUCP, Lima, Perú.
- Gálvez, L., Arturo, J., Carlos, B., & Jacinto, P. (2012). *Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayalti*. Programa COBE-1976. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado a partir de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1130>
- INEI. (2007). *Perfil Socio demográfico del Departamento de Huánuco*. Recuperado a partir de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0838/libro20/>
- Lacouture, Y., Eduardo, L., Phillips Bernal, C., Ortiz, R., Carlos, J., & Ruiz Valencia, D. (2007). *Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada*. Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies, 20(2), 286-303.
- Lobera, J., & Michelutti, E. (2007). *Construcción sostenible y construcción de la sostenibilidad: una experiencia en comunidades rurales de El Salvador*. Lobera, J.; Michelutti, E. (2007). "Construcción sostenible y construcción de la sostenibilidad: una experiencia en comunidades rurales de El Salvador", Revista Internacional de Tecnología, Sostenibilidad y Humanismo, diciembre 2007, núm. 2, p. 53-68.
- Marín, G. (2012). *Evaluación de Riesgos sísmico del centro histórico de la Ciudad de Huánuco*. UNI, Lima-Peru.
- Mendoza, A. C., Silva, W. L., & Alejandría, D. L. (2014). *Comparación de la Resistencia a la Compresión de Unidades de Adobe sin Paja con Unidades de Adobe con Paja en Cruz Blanca - Cajamarca*. Revista Electrónica de la Facultad de Ingeniería, 2(2), 01-15.
- Minke, G. (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel.
- Morales-Domínguez, V. J., Ortiz-Guzmán, M., & Alavéz-Ramírez, R. (2007). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado*. Nature Desar, 5(1), 41-8.
- Pozzi-Escot, D., Bernuy, K., Peceros, H. T., & Vasquez, J. A. (2009). *Sismo-resistencia de las construcciones en tierra del santuario arqueológico de Pachacamac*.
- Ramírez Pacheco, M. Á. (2011). *Deterioro y Estabilización del Adobe* (Tesis para obtener el grado de maestro en ciencia de la Arquitectura). Recuperado a partir de <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/12633>
- RNE. (2017). Normas E.080 *Diseño y construcción de tierra reforzada*. Recuperado 15 de febrero de 2018, a partir de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Rodríguez, M. A., & Saroza, B. (2006). *Identificación de la composición óptima del adobe como material de construcción de una escuela en Cuba*. Materiales de construcción, (282), 53-62.
- San Bartolomé, A., & Pehovaz, R. (2005). *Comportamiento a carga lateral cíclica de muros de adobe confinados*. En Ponencias del XV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Colegio de Ingenieros del Perú (pp. 209-214).
- Saroza, B., Rodríguez, M. A., Menéndez, J. M., & Barroso, I. J. (2008). *Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe*

elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. Informes de la Construcción, 60(511), 41-47.

Torres, J. C. R., & Díaz, E. E. M. (2005). *Caracterización estructural de materiales de sistemas constructivos en tierra: el adobe*. Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura, 155(5), 2.

UNI. (2004). *Guía para la construcción con albañería*. Lima-Perú. Recuperado a partir de http://iisee.kenken.go.jp/net/saito/web_edes_b/construction_of_masonry_Spanish.pdf

Varum, H., Figueiredo, A., Silveira, D., Martins, T., & Costa, A. (2011). *Investigaciones*

realizadas en la Universidad de Aveiro sobre caracterización mecánica de las construcciones existentes en adobe en Portugal y propuestas de rehabilitación y refuerzo. Resultados alcanzados. Informes de la Construcción, 63(523), 127-142.

Viñuales, G. M. (2007). *Tecnología y construcción con tierra*. Revista científica, 20(2), 220–231.

Yamin, L. E., Rodríguez, Á. E., Fonseca, L. R., Reyes, J. C., & Phillips, C. A. (2003). *Comportamiento sísmico y alternativas de Rehabilitación de edificaciones en adobe y tapia Pisada con base en modelos a escala reducida Ensayados en mesa vibratoria*. Revista de Ingeniería, 0(18), 175-192. <https://doi.org/10.16924/riua.v0i18.492>