



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Comportamiento estructural de muro de adobe
incorporando cemento en las unidades**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACÁDEMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil**

AUTOR:

Chiroque Ancajima, Luis (orcid.org/0000-0003-4812-3061)

ASESOR

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2024

Dedicatoria

Con mucho amor y gratitud a mis padres, por su incondicional apoyo. Sin su confianza y motivación, este logro no habría sido posible.

A Dios, por su guía, fortaleza y haberme dado salud en cada paso de este camino para lograr mis objetivos.

Agradecimiento

Agradezco de corazón a mis padres por su incondicional apoyo y constante inspiración para lograr mis objetivos propuestos. Su confianza y motivación han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Comportamiento estructural de muro de adobe incorporando cemento en las unidades", cuyo autor es CHIROQUE ANCAJIMA LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 19 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO DNI: 07732471 ORCID: 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 19-07- 2024 16:14:20

Código documento Trilce: TRI - 0823255

Declaratoria de originalidad del autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CHIROQUE ANCAJIMA LUIS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Comportamiento estructural de muro de adobe incorporando cemento en las unidades", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
LUIS CHIROQUE ANCAJIMA DNI: 75983712 ORCID: 0000-0003-4812-3081	Firmado electrónicamente por: CCHIROQUEAN el 07- 08-2024 09:48:39

Código documento Trilce: TRI - 0853126

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	3
III. RESULTADOS.....	6
IV. CONCLUSIONES.....	12
REFERENCIAS.....	13
ANEXOS.....	16

Resumen

El artículo presenta una revisión de la literatura reciente sobre el comportamiento estructural de muros de adobe con la incorporación de cemento en las unidades, abarcando investigaciones publicadas entre 2019 y 2024. Como adición del cemento en la producción del adobe, se analizan las propiedades mecánicas, la durabilidad y los beneficios estructurales de esta mezcla, así como los métodos experimentales y las aplicaciones prácticas reportadas en los estudios revisados. Este artículo destaca su importancia ya que aborda la necesidad de buscar alternativas sostenibles y eficientes para la producción del adobe estabilizado, los hallazgos indican mejoras significativas en la resistencia y durabilidad del adobe con adición de cemento, lo que sugiere un gran potencial para su uso en construcciones sostenibles.

Palabras clave: Distorsión, Fragilidad, Cemento, Resistencia.

Abstract

The article presents a review of recent literature on the structural behavior of adobe walls with the incorporation of cement in the units, covering research published between 2019 and 2024. As an addition of cement in adobe production, the mechanical properties, durability and structural benefits of this mixture are analyzed, as well as the experimental methods and practical applications reported in the reviewed studies. This article highlights its importance as it addresses the need to seek sustainable and efficient alternatives for adobe production. The findings indicate significant improvements in the strength and durability of adobe with cement addition, suggesting great potential for its use in sustainable construction.

Keywords: Distortion, Fragility, Cement, Resistance.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo el adobe es un material muy conocido en la construcción más en las zonas rurales, Se construyeron con adobe muchos monumentos de importancia histórica. Las construcciones de adobe tradicional se caracterizan por el bajo costo que tienen y la abundante materia prima que existe en las diferentes zonas, ya que son elementos accesibles para la economía. En los tipos de construcciones que tenemos son el adobe tradicional que está compuesto por tierra de arcilla, agua y paja; y el adobe estabilizado que se le introduce estabilizantes (Cemento, cal, asfalto etc.) mejorando sus propiedades mecánicas y su capacidad de resistencia. En la actualidad, diversas investigaciones dedican a mejorar las propiedades del adobe tradicional mediante la exploración de aditivos alternativos. Por esta razón, en Colombia se llevó a cabo una investigación sobre el proceso para el mejoramiento del adobe tradicional (Tong, Zhifang y Cong, 2020).

A nivel nacional el adobe ha sido ampliamente utilizado, especialmente en las zonas rurales. Sus principales características destacan por su capacidad para proporcionar aislamiento térmico, manteniendo una temperatura agradable en el interior de las viviendas y reduciendo la entrada del ruido exterior gracias a su excelente aislamiento acústico. Además, está el reglamento nacional de edificaciones (RNE), específicamente el capítulo de la norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada (2017), que se enfoca en el diseño, construcción y reparación. Así como los criterios de diseño y construcción de edificaciones ante la prevención de desastres naturales, esta norma es aplicable para construcciones a nivel nacional (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2017).

La utilización de adiciones de diferentes aditivos en la producción del adobe tradicional es una buena práctica, con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas como la resistencia del material, En los últimos años se ha indagado e explorado diferentes tipos de aditivos adicionales con el fin de encontrar alternativas de solución más sostenibles, eco ambientales y eficientes en la producción del adobe.

El cemento es un material de construcción en forma de un polvo fino y gris que se obtiene triturando Clinker, yeso y materiales como escorias o piedra caliza. Cuando se mezcla con áridos finos se producen distintos morteros de albañilería y cuando se

mezcla con arena y grava se utiliza en la producción de hormigón. Debido a su versatilidad, el cemento es el material más utilizado en el ámbito de la construcción. Según el fabricante Heidelberg Cement, a nivel mundial, en 2020 se produjeron alrededor de 4,6 mil millones de toneladas de cemento, lo que significaría alrededor de 500 Kg de cemento/cápita, cantidad suficiente para que cada hombre en el mundo tenga alrededor de 1,5 metros cúbicos de su hormigón (Valera, 2020).

Por ello la situación se propone el objetivo general de investigación: Evaluar el comportamiento estructural de muro de adobe con la adición de cemento en las unidades. En cuanto a los objetivos específicos se detallan los siguientes: (1) Determinar el impacto de la incorporación de cemento en la resistencia a la compresión en las unidades de adobe, (2) Evaluar como la adición de cemento afecta la resistencia a compresión de una pila de adobe, (3) Analizar el efecto de la incorporación de cemento en la resistencia a compresión diagonal de un murete, (4) Analizar de qué manera la incorporación de cemento influye en la fragilidad de adobe, (5) Analizar de qué manera la adición de cemento influye a distorsión del muro de adobe.

En el presente estudio a realizar, se revisarán las indagaciones más recientes realizadas en estos últimos años 2019 al 2024, relacionadas con la utilización de este aditivo como es el cemento (Tipo I – Uso general) en la producción de adobe. Se describirán los diferentes métodos de obtención y utilización del cemento, así como las pruebas de ensayo de resistencia a compresión mecánica para evaluar el comportamiento estructural de muro de adobe. Además, se interpretarán en base de cuadros y graficas con datos precisos obtenidos de la literatura científica, con el fin de analizarlos y ver resultados confiables y así comparas sus ventajas y desventajas en la utilización del cemento en las unidades del adobe.

II. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación: Para esta investigación se ha utilizado el método de revisión sistemática de la literatura científica, abarcando tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. El objetivo es sintetizar la información disponible, basándose en estudios publicados entre los años 2019 y 2024. Se seleccionaron fuentes de artículos, Google Académico, revistas especializadas y tesis que abordan la adición de cemento en la producción de adobe. Esta investigación es de tipo aplicada, fundamentada en los conocimientos adquiridos durante la formación profesional universitaria.

Selección de fuentes y bases de datos: Es por ello por lo que la investigación realizada fue aplicada, innovando en la aplicación de cemento a las propiedades Mecánicas y físicas para resolver los problemas que presenta el adobe tradicional.

Criterios de inclusión para esta investigación:

- Estudios sobre la adición de cemento en la producción del adobe tradicional.
- Investigaciones publicadas en español o en cualquier otro idioma.
- Estudios realizados durante el periodo 2019 – 2024.

Criterios de exclusión para esta investigación:

- Páginas web de Google que no sean confiables.
- Investigaciones realizadas antes del 2019.

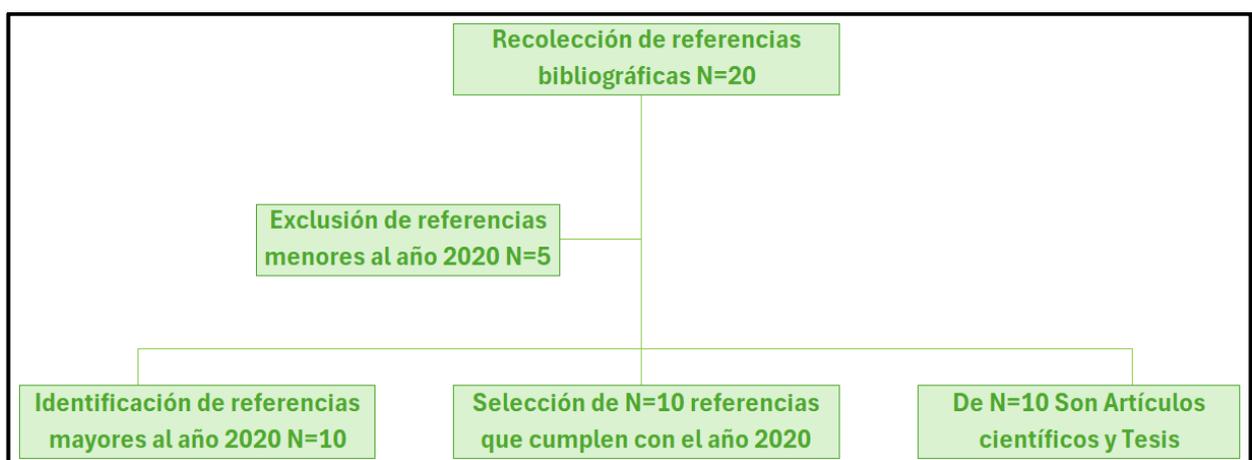


Figura 1. Proceso de Selección

Análisis

Tabla 1. Artículos seleccionados.

Item	Autor	Año	país	Idioma	Base datos	Palabras Claves	Tipo de investigación
1	Abdelkader, Fidjah, Mohamed, Rabehi, Cheikh, Kezrane, Rachid, Rabehi	2023	Brasil	Portugués	Scopus	Bloque de tierra comprimida, ladrillos de arcilla, propiedades mecánicas.	Artículo Científico
2	Al Aqtash, Umaima, Bandini, Paola	2020	USA	Ingles	Scopus	Mampostería de adobe, estabilidad, contenido de agua, esbeltez,	Artículo Científico
3	Amador Salomao, Pedro Emilíó, Alcantará Silva, Breño, Alchaar Barbosa, Flávio	2020	Brasil	Portugués	Scopus	Estabilización del suelo, propiedades mecánicas	Artículo Científico
4	Ameen Saeed, Ikram, Jasim Mohammed, Thaer, Abd-Alkarem Jihad, Sawsan	2020	Irak	Arabe	Scopus	Materiales no convencionales, estabilización, sostenibilidad, construcción en tierra.	Artículo Científico
5	Cabrera, Santiago Pedro, Aranda Jimenez, Yolanda Guadalupe, Suárez Domínguez, Edgard Jonathan, Rotondard, Rodolfo.	2021	México	Español	Scopus	Tierra, estabilización, resistencia de materiales, impacto ambiental.	Artículo Científico
6	Gandia, Rômulo M.; Corrêa, Andrea A. R.; Gomes, Francisco C.;	2019	Brasil	Portugués	Scielo	Resistencia a compresión, sostenibilidad,	Artículo Científico

	Marin, Diego B.; Santana, Lucas S					propiedades térmicas.	
7	Losini, Alessia, Woloszyn, Monika y Dotelli, Giovanni	2021	Italia	Frances	Scopus	Fibras naturales, biopolímeros, materiales de desecho, materiales reciclados.	Artículo Científico
8	Ospina Henao, P A, Oñate Ballesteros, R D, Peñaranda Vega, J	2022	Colombia	Español	Scopus	Simulación de muros de tierra cruda, análisis lineal estático, límites de servicio	Artículo Científico
9	Tahira, Soofia y Pederagnana, Mateo	2021	Turquía	Turco	Scopus	Morteros de tierra, propiedades mecánicas.	Artículo Científico
10	Zaidi, Amine, Ouarda Izemmouren, Bachir Taallah,	2022	Argelia	Ingles	Scopus	fisuración, resistencia al agua, Vulnerabilidad, absorción	Artículo Científico

III. RESULTADOS

Sobre el año de publicación de los artículos

TABLA 2. Clasificación de artículos seleccionados por año de publicación.

Ítem	Año del artículo	Cantidad	Porcentaje
1	2019	1	10%
2	2020	3	30%
3	2021	3	30%
4	2022	2	20%
5	2023	1	10%

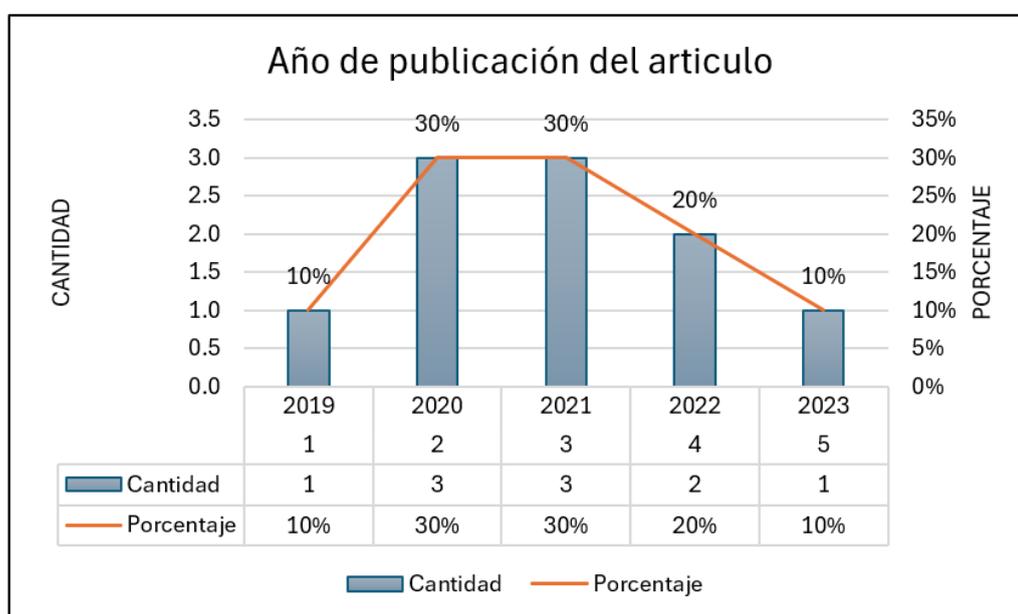


Figura 2. Grafica de estudios del uso de aditivos en adobes.

Según la Tabla 2 y la Figura 2, observamos que todas las investigaciones seleccionadas son artículos científicos, lo que resalta su relevancia al ser estudios realizados por expertos con doctorados y maestrías. Además, notamos un aumento en el número de estudios a lo largo de los años, lo cual subraya la creciente importancia de la búsqueda de materiales renovables para la producción del adobe tradicional. Esto refuerza la relevancia de compartir esta información en el presente artículo, que recopila datos a nivel mundial de diferentes países. También se destaca la posibilidad de añadir diversos aditivos como cemento y cal, respaldados por bases teóricas y científicas, para optimizar el uso de este recurso en nuestro país.

TABLA 3. *Artículos por continente.*

Continente	2019	2020	2021	2022	2023
América del Sur	1	1	0	1	1
América del Norte	0	1	1	0	0
Asia	0	1	0	0	0
Europa	0	0	2	0	0
África	0	0	0	1	0

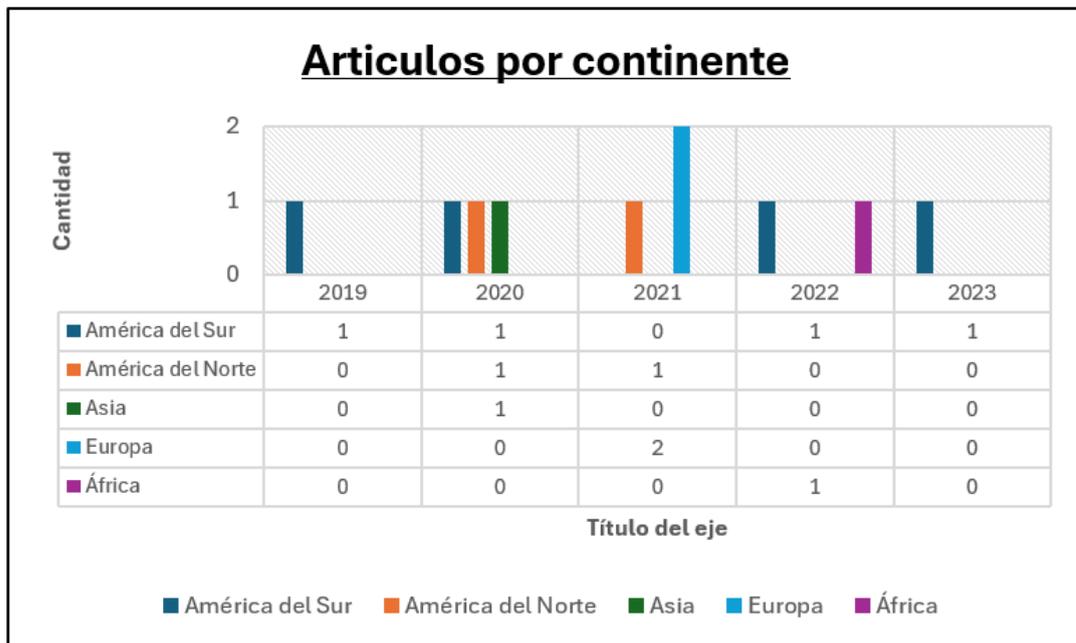


Figura 3. *Grafica de artículos por continente.*

Según la tabla 3 y la figura 3 se puede observar que la cantidad de artículos en América del sur, América del norte y Europa es mayor que en Asia y África. Además, la cantidad de artículos en Europa aumenta significativamente en el 2021 debido a la presencia de dos artículos en ese año. Asimismo, la cantidad de artículos en América del norte aumenta constantemente cada año. En general este grafico permite visualizar tanto la distribución geográfica de las investigaciones como su evolución temporal.

TABLA 4. Artículos por país

Pais	2019	2020	2021	2022	2023
Brasil	1	1	0	0	1
USA	0	1	0	0	0
Irak	0	1	0	0	0
México	0	0	1	0	0
Italia	0	0	1	0	0
Colombia	0	0	0	1	0
Turquía	0	0	0	1	0
Argelia	0	0	0	1	0

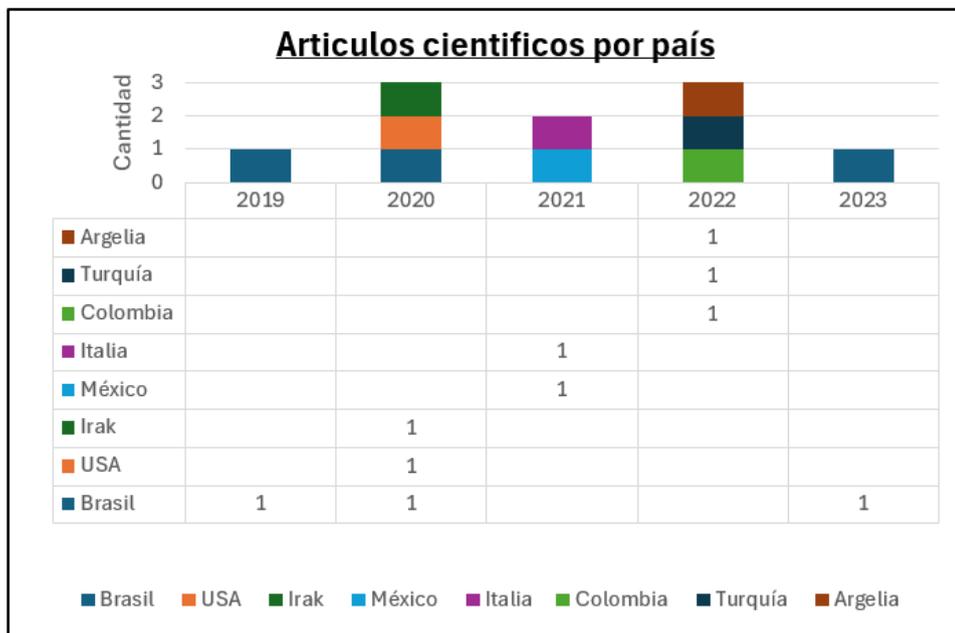


Figura 4. Grafica de artículos por país.

La Tabla 4 y la Figura 4 presentan datos sobre la presencia de artículos científicos que tratan sobre la adición de diferentes aditivos en los adobes de barro en varios países durante cinco años consecutivos, desde 2019 hasta 2023. Un valor de "1" indica que se publicó un artículo científico sobre el uso de algún aditivo en el adobe de barro en ese país y año específico, mientras que un valor de "0" indica que no se publicó ninguno. En 2019, solo Brasil tuvo un artículo científico sobre este tema. En 2020, se sumaron Brasil (nuevamente), Irak y Estados Unidos. En 2021, se agregaron México e Italia. En 2022, Argelia, Turquía y Colombia también. Finalmente, en 2023, Brasil (nuevamente) publicó un artículo. Esta información es relevante para entender la distribución geográfica de estas investigaciones y su evolución a lo largo del tiempo.

Abdelkader et al. (2023) en el estudio se intentó emplear el problema de la fragilidad de unidades de briquetas. Se empleó la técnica del suelo comprimido y se incorporó cierta cantidad de filamentos de vidrio y palma. La población del estudio se generó de la elaboración de unidades que conforman los muros a desarrollar, así mismo su ruptura en su totalidad permitió la identificación de fragilidad de los elementos por medio del software. Los resultados primeros gestionaron el aumento en 0.06%, 0.19%, 0.29%, 0.39% y 0.49% de fibras de vidrio y de palma, correspondientemente. El número determinó la densidad incremental entre 1.31% y 13.75 %. La rapidez del volumen de frecuencia se incrementa desde un 9.16 % hasta un 13,7%, y el número del valor se incrementa desde un 8,78% hasta un 40.97 %. Estos resultados nos permiten establecer límites para las cargas que soportan los muros construidos con estos ladrillos. Se concluye que la adición de fibras de palma y vidrio sobre el bloque de tierra comprimida en términos de dureza y cohesión.

Aqtash y Bandini (2020) en su estudio presentó como objetivo determinar la influencia del espesor de la pared y el contenido de agua en la estabilidad fuera del plano de las paredes de adobe. La metodología presentó un modelo de elementos finitos utilizando el software de análisis FE Abaqus para simular una pared en voladizo independiente sometida a carga lateral. La población presentó ciertas características de medida de muro (t), 40 cm, 30 cm y 25 cm, adecuadamente a recomendaciones de grado de esbeltez (SI) de 7.5, 10 y 12, correspondientemente. El muro está delimitado en la parte superior e inferior por dos vigas de hormigón sin interacción, la viga base sirve como base del muro con condiciones de contorno fijas. Los resultados generaron una perspectiva en forma de curva que es más conocida como curvas pushover de los muros considerando las 3 dimensiones de los muros, estas gráficas presentan cierta tendencia de pendiente alta, inclinándose a la no linealidad en concordancia con el traslado horizontal (d). los gráficos pushover en t = 40 cm, 30 cm y 25 cm son rectilíneos alcanzando un d correspondientemente al 23%, 35% y 45% del traslado mayor determinado, correspondientemente. La carga de lado última y con mayor valor, fueron las resistencias laterales de 13.9 kN, 6.6 kN y 3.8 kN en el momento que el grosor del muro estuvo conformado por t = 40 cm, 30 cm y 25 cm, correspondientemente. Se concluye que cuando la región húmeda es más larga, la resistencia lateral fuera del plano cae al 80 % o menos en comparación con una pared seca con el mismo espesor.

Ameen et al. (2020) este estudio se investigó con el propósito de producir unidades de tierra comprimida a partir de suelo estabilizado con cemento y puzolana. Se extrajeron muestras

de suelo de un pozo a 1 m de profundidad bajo la capa superior del suelo de la región de Al-Zaafarania en Bagdad. Los resultados de las densidades secas de los valores de muestras de suelo no estabilizadas (M1) comprimidas fue de 1530.4 kg/m³, mientras que todos los demás tipos con diferentes proporciones de estabilizadores registrados de valores de densidad seca de más de 1530.4 kg/m³. El combinado de una proporción semejante de conglomerantes (sílice y humo de cemento) descubrió la máxima densidad de 1911.74 kg/m³; por otra parte, la densidad de los elementos (M3, M7 y M9) generó una disminución a en concordancia que la proporción de humos de sílice se redujo y alcanzó una densidad con casi nada de humedad que cambia en un margen de 1796.4-1876.2 kg/m³. Se concluyó que los ladrillos de suelo comprimidos y estabilizados se consideran materiales de construcción ambientales porque son un producto no quemado y, por lo tanto, no es necesario tener carbón o electricidad para la combustión y reducir la contaminación atmosférica.

Jaberi y Myers (2023) la investigación, tiene como objetivo la aplicación de no corrosivos en forma de materiales, de forma de fibra de polímero de refuerzo (FRP), la lechada reforzada con acero (SRG) y la base de cemento fortalecido con fibra (FRCM) en columnas de muros de adobe. Los resultados permitieron generar un razonamiento base dado que no existe un código estándar ni un modelo propuesto específico para el sistema SRG, la capacidad confinada de este sistema se predice y evalúa utilizando los modelos propuestos por FRCM. Este índice se utiliza como parámetro de referencia a efectos de comparación entre diferentes sistemas de refuerzo. Se concluye que la comparación con otros modelos y estándares, el Comité 440 del Instituto Americano del Concreto (ACI 440) y el Comité 549 del Instituto Americano del Concreto (ACI 549) muestran muy buenas predicciones para la capacidad confinada de columnas de mampostería reforzadas con FRP y FRCM o SRG respectivamente.

Parra (2023) llevó a cabo un estudio experimental con el propósito de evaluar cómo la adición de resina de Queñual afecta el comportamiento estructural de los muros de adobe en Chicha, Ayacucho. Utilizando una metodología cuasi experimental y fichas técnicas como instrumentos de medición, los resultados indicaron que al incorporar 0%, 1.05%, 2.05 % y 4.75% de resina de Queñual, la resistencia a la compresión diagonal (v'm) de los muros de adobe alcanzó valores de 0.429 kg/cm², 0.509 kg/cm², 0.587 kg/cm² y 0.728 kg/cm², respectivamente. Se concluyó que las curvas de fragilidad generadas mediante el método

FEMA mostraron el estado de daño adecuado antes de la falla de la edificación, con y sin la incorporación de resina de Queñual. Específicamente, el adobe sin resina presentó una alta fragilidad frente a eventos sísmicos, con probabilidades de falla en estado de daño alto de 99.88%, 96.79%, 94.92% y 92.87% para adiciones de 0%, 1.05%, 2.05 % y 4.75% de resina de Queñual, respectivamente.

Montalvo (2023) se propuso determinar el impacto de la incorporación de viruta de pino en el comportamiento estructural de los muros de adobe en Cutervo, Cajamarca. Con una metodología aplicada, cuantitativa y cuasi experimental, se evaluaron muros construidos con adobe estándar y adobe modificado con diferentes porcentajes de viruta de pino. Utilizando fichas técnicas para la recolección de datos, los resultados mostraron que la resistencia a la compresión de las unidades de adobe aumentó con la adición de viruta de pino, alcanzando valores de 27.21 kg/cm², 34.52 kg/cm², 38.12 kg/cm² y 40.96 kg/cm² para adiciones de 0%, 2.05%, 3.95% y 5.95%, respectivamente. Además, los ensayos de compresión diagonal en muretes de adobe con las mismas proporciones de viruta de pino resultaron en resistencias de 0.439 kg/cm², 0.498 kg/cm², 0.598 kg/cm² y 0.719 kg/cm². En conclusión, el adobe estándar mostró una alta fragilidad frente a eventos sísmicos, pero esta fragilidad se redujo significativamente con la incorporación de viruta de pino, alcanzando probabilidades de falla del 99.89%, 98.31%, 94.97% y 89.95% para adiciones de 0%, 2.05%, 3.95% y 5.95%, respectivamente.

IV. CONCLUSIONES

La adición de cemento como de otros aditivos como filamentos de vidrio, palma, puzolana, resina Queñual entre otros influyó significativamente en la resistencia a compresión de la unidad de adobe. Se observó un aumento notable en la carga de ruptura y la resistencia promedio a medida que se incrementaba el porcentaje de cemento, indicando una mejora considerable en la capacidad de carga del material.

La investigación en el campo de ingeniería civil y la construcción esta enfocada en encontrar soluciones sostenibles y rentables para la producción del adobe tradicional mejorando las propiedades mecánicas de este material para construcciones más sostenibles y resistentes ante eventos sísmicos.

La combinación de nuevos materiales de sustitución y agregados reciclados con tecnologías innovadoras puede mejorar significativamente la calidad y sostenibilidad de las construcciones de adobe utilizado en la construcción.

REFERENCIAS

- Abdelkader, Fidjah, Mohamed, Rabehi, Cheikh, Kezrane, Rachid, Rabehi. Mechanical properties of compressed earth blocks reinforced with glass fibers and palm fibers: Experiments and simulation. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*. 2023/06/08. 15916. 01e. V 9. Disponible en: DOI: 10.18540/jcecvl9iss5pp15916-01e
- Al Aqtash, Umaima, Bandini, Paola. Influence of Wall Thickness and Water Content on the Out-of-Plane Stability of Adobe Walls. *MDPI [en línea]*. 5 (78), September 2020 [Fecha de consulta: 11 de octubre]. Disponible en: DOI: 10.3390/infrastructures5090078 ISSN: 8846-5003
- Amador Salomao, Pedro Emílio, Alcantará Silva, Breño, Alchaar Barbosa, Flávio. Estabilização química de solo de textura franco: adição de cal e cimento. *Research, Society and Development [en línea]*. 8 (5), marzo 2019 [Fecha de consulta: 6 de octubre]. Disponible en: DOI: 10.33448/rsd-v8i5.1019
- Ameen Saeed, Ikram, Jasim Mohammed, Thaer, Abd-alkarem Jihad, Sawsan. Production of Earth Units Compressed and Stabilized by Using Cement and Pozzolana. *IOP Publishing [en línea]*. 745 (1), marzo 2020 [Fecha de consulta: 6 de octubre]. Disponible en: DOI:10.1088/1757-899X/745/1/012126
- Cabrera, Santiago Pedro, Aranda Jimenez, Yolanda Guadalupe, Suárez Domínguez, Edgardo Jonathan, Rotondard, Rodolfo. Compressed Earth Blocks (Ceb) Stabilized with Lime and Cement. Evaluation Of Both Their Environmental Impact and Compressive Strength. *Revista Hábitat Sustentable [en línea]*. 10 (2), December 2020 [Fecha de consulta: 6 de octubre]. Disponible en: DOI: 10.22320/07190700.2020.10.02.05
- Castro Silva, Daniel. 2021. Implementación de aditivos para mejorar la absorción y la resistencia de los adobes tradicionales, en el centro poblado de Pedrosa-Amarilis-2021. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2021. 258.
- Condor Reyes, Eddy Boncrist y Molina Gomez, Gerardo. 2019. Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel

- comercio “el cordano” – patrimonio cultural Lima - Perú. Lima : Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 127.
- Ferreira de Sousa, Julião. Fabricação e análise de tijolos de solo-cimento. Tesis (Ingeniero civil). Macaé: Universidad Federal de Rio de Janeiro, Facultad de Ingeniería, 2018. 92 pp. Disponible en: <https://engenharias.macaee.ufrj.br/>
- Gandia, Rômulo M.; Corrêa, Andrea A. R.; Gomes, Francisco C.; Marin, Diego B.; Santana, Lucas S. 2019. Physical, mechanical and thermal behavior of adobe stabilized with “synthetic termite saliva”. Scielo, 2019. 139-149.
- Losini, Alessia, Woloszyn, Monika y Dotelli, Giovanni. 2021. Natural additives and biopolymers for raw earth construction stabilization – a review. Saboya: ResearchGate, 2021. 34.
- Macêdo de Souza, Jonatas. TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO PRODUZIDOS COM MANIPUEIRA EM SUBSTITUIÇÃO À ÁGUA. Tesis (Ingeniero civil). Zila Mamede: Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Facultad de Ingeniería, 2019. 81. Disponible en: <https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-civil/wp-content/uploads/sites/>
- Mingke Deng, Tong Li, Masonry columns strengthened with bar mesh highly ductile fiber reinforced concrete (BMHDC) jacket under concentric and eccentric loads, Construction and Building Materials, Volume 237, 2020, 117606, ISSN 0950-0618, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117606>.
- Montalvo Bernia, Nilver. Comportamiento estructural de muros de adobe incorporando viruta de pino en las unidades, Cutervo, Cajamarca – 2023. Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2023. 117.
- Nieto Palomino, Lucero Antuhane y Tello Perez, Edna Florencia. 2020. Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú. Lima:
- Noa Huaman, Melisa Evelyn y Ordoñez Claros, Denys David. 2022. Adición de Fibras PET

- en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de Ayacucho-Perú. Ayacucho: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2022. 152.
- Ospina Henao, P A, Oñate Ballesteros, R D, Peñaranda Vega, J S . Analysis of the mechanical behavior of adobe walls without reinforcement through computational modelling. Journal of Physics: Conference Series [en línea]. 2159 (1), Jun 2022 [Fecha de consulta: 6 de octubre]. Disponible en: DOI: 10.1088/1742-6596/2159/1/012006
- Parra Berrocal, Sandrit. Comportamiento estructural del muro de adobe incorporando resina de Queñual en las unidades, Chicha, Ayacucho- 2023. Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2023. 138.
- Ramos Quispe, Miguel Angel. 2022. Adición de la totora en el adobe para mejorar las propiedades termoacústicas y mecánicas en el distrito de Chupa-azángaro. Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2022. 173.
- Tahira, Soofia y Pedergrana, Mateo. 2021. Impact of various sands and fibres on the physical and mechanical properties of earth mortars for plasters and renders. Caddesi: ScienceDirect, 2021. 125013.
- Zaidi, Amine. 2021. Mechanical and durability properties of adobe blocks filled with date palm wastes. Biskra: ResearchGate, 2021. 78.