



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Incorporación de cenizas naturales y fibras naturales para mejorar las
propiedades del ecoladrillo

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

AUTOR:

Sarmiento Ceancas, Julio Alfredo (orcid.org/0000-0002-8961-6172)

ASESOR:

Dr. Ing. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Incorporación de cenizas naturales y fibras naturales para mejorar las propiedades del ecoladrillo", cuyo autor es SARMIENTO CEANCAS JULIO ALFREDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10%, 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, 20 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 20-07- 2024 13:53:28

Código documento Trilce: TRI - 0825299





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SARMIENTO CEANCAS JULIO ALFREDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Incorporación de cenizas naturales y fibras naturales para mejorar las propiedades del ecoladrillo", 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
JULIO ALFREDO SARMIENTO CEANCAS DNI: 47964640 ORCID: 0000-0002-8961-6172	Firmado electrónicamente por: JASARMIENTOS el 20- 07-2024 21:30:08

Código documento Trilce: TRI - 0825301

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	5
III. RESULTADOS	9
IV. CONCLUSIONES	17
RECOMENDACIONES	19
REFERENCIAS.....	20

RESUMEN

El artículo de revisión titulado "Incorporación de cenizas naturales y fibras naturales para mejorar las propiedades del ecoladrillo" tiene como objetivo principal recopilar información de fuentes confiables acerca de la utilización de fibras y cenizas naturales en la mejora de las propiedades de los ladrillos ecológicos, del cual, se centra en la exploración detallada de la literatura existente en relación con la optimización de las propiedades del ecoladrillo mediante la inclusión de cenizas naturales y fibras naturales, asimismo la investigación examina críticamente los avances, metodologías y resultados de estudios previos en este campo, destacando la eficacia de la integración de estos materiales en el mejoramiento de las características fundamentales del ecoladrillo, además este análisis exhaustivo de literatura proporciona una visión integral de las tendencias, desafíos y oportunidades asociados con la aplicación de cenizas y fibras naturales en la producción de ecoladrillos, contribuyendo así al conocimiento técnico y científico en este ámbito.

Palabras clave: Ecoladrillo, fibras naturales, cenizas naturales, propiedades

ABSTRACT

The review article entitled "Incorporation of natural ashes and natural fibers to improve the properties of eco-bricks" has as its main objective to collect information from reliable sources about the use of natural fibers and ashes in improving the properties of ecological bricks, which focuses on the detailed exploration of the existing literature in relation to the optimization of eco-brick properties through the inclusion of natural ashes and natural fibers, also the research critically examines the advances, methodologies and results of previous studies in this field, highlighting the effectiveness of the integration of these materials in improving the fundamental characteristics of the ecobrick, in addition this exhaustive literature analysis provides a comprehensive view of the trends, challenges and opportunities associated with the application of ashes and natural fibers in the production of ecobricks , thus contributing to technical and scientific knowledge in this area.

Keywords: Ecobrick, natural fibers, natural ashes, properties

I. INTRODUCCIÓN

Según autores **internacionales**, como Morales et al. (2018) que resaltaron que en algunas de las viviendas localizadas en España, fueron evaluadas mediante un estudio técnico para determinar las fallas, del cual, se ha ido apreciando y denotando las causas del origen de los problemas presentados y las consecuencias que conllevaría si no se le prestase la debida atención, entre los cuales, se revelaron daños como agrietamientos producidos por la sobrecarga dada en la estructura, este tipo de fallas se presentaron con mayor frecuencia, del cual, se determinó que el 68% de las viviendas contenían dicha falla, debido a que el ladrillo no contenía una resistencia muy alta o al menos adecuada para las exigencias de la actualidad, es por ello que ahora es más considerado un elemento decorativo que como elemento esencial de construcción, por tal razón, los autores optaron por realizar investigaciones contundentes sobre la incorporación de determinados materiales residuales o subproductos procedentes de diversos procesos industriales ya sea de naturaleza orgánica e inorgánica para optimizar el desempeño del ecoladrillo, además de tener en cuenta las normativas relativas para mantener las condiciones de habitabilidad como requerimientos actuales (p. 63). Por otro lado, Wei et al. (2021) mencionaron que los ladrillos utilizados en las construcciones en senderos chinos, han presentado daños a lo largo de su tiempo de vida útil, pero a una edad temprana y esto es debido a que el material como tal, tienden a ser frágiles y son propensos a agrietamientos, y más aún cuando son expuestos a sobrecargas externas o alteraciones en el ambiente como explosivos o movimientos, que en muchas de las viviendas han ido deteriorando con el pasar de los años, puesto que al producir ese efecto, las estructuras y las colindantes disminuían drásticamente la capacidad de carga del elemento estructural propiciando la aparición de grietas y fragmentos que se van desmoronando a medida que pasaba el tiempo, es por ello, que es necesario aplicar estudios que permitan dar un diagnóstico adecuado sobre la resistencia que se debería aplicar en el ladrillo y determinar si existe la manera en que estas mejoren y no se agrieten por alteraciones externas o que al menos se produzca el menor daño en la estructura (p. 4). Asimismo, están Zhang, Cheng y Shi (2021) quienes mencionaron que el ladrillo tomó un papel importante en el sector construcción en zonas urbanas de China, donde se realizaron estudios priorizando las viviendas que presentaban

fallas, así mismo se notaron que las más comunes fueron fragmentaciones y grietas, una situación alarmante para la población, puesto que se concluyó que fue por la falta de resistencia del material, debido a la exposición a sobrecargas que fue afectando al material puesto que no cumplió con el tiempo de vida útil predestinado, logrando el colapso del muro, la razón por la que la estructura basada en ladrillos no contenía la durabilidad requerida para el nivel exigencia fue porque no cumple con los estándares necesarios para competir con otros materiales con similar índice de importancia del mismo ámbito, es por ello, que reconocieron que el material aun no presenta sus cualidades en su máxima capacidad (p. 6).

Según autores **nacionales**, están Muñoz, Delgado y Facundo (2021) quienes mencionaron que en Lima, el ladrillo forma parte esencial de mundo de ingeniería y construcción de viviendas debido a su rápida aplicabilidad, sin embargo, las estructuras han estado presentando algunas falencias en su vida útil que se van notando cada vez más, la presencia de estas falencias es por distintas razones entre las más variadas fue por la poca resistencia que soportaron, de los cuales, se debilitó más rápido debido a factores externos como cambios climáticos tales como exposición a la humedad en exceso, puesto que en la ubicación de estudio tiende a llover, es por ello que se fue deteriorando interna y externamente el ladrillo, del cual, el daño visualizado en las estructuras, puede ser un tema no muy preocupante en la actualidad, pero con la falta de atención al suceso, la probabilidad de presenciar el colapso parcial o hasta total de la estructura en un futuro no muy cercano, sería muy alto, es por ello que se considera importante tomar en cuenta aplicar una serie de investigaciones que permitan estudiar más sobre materiales que se puedan añadir durante la fabricación del material para mejorar sus propiedades a nivel físico y mecánico (p. 6). Por otro lado, Lavado y Gallardo (2019) comentaron que las viviendas presentaron en su gran mayoría una composición de mampostería confinada como parte del inventario de las edificaciones, no obstante los componentes como los ladrillos tienden a sufrir ciertos problemas como agrietamiento por presión puntual de otros elementos estructurales como vigas en sentido diagonal o también agrietamiento diagonal por falla de las juntas del mortero con ladrillo reduciendo su capacidad de soportar esfuerzos cortantes, provocando que la vida útil de estas edificaciones se vea afectada significativamente (p. 1). Finalmente, para Lima ciudad los autores Altamirano et al. (2022) observaron la

problemática acerca de la vulnerabilidad estructural de las viviendas en tiempos modernos proveniente de una población con un nivel socioeconómico bajo, del cual trajo consigo la baja aplicabilidad de técnicas y elementos estructurales adecuados para viviendas como en los muros de mampostería en donde sufrieron fallas como agrietamientos y fracturas del sólido causado por los esfuerzos de las sobrecargas o el movimiento de la superficie de apoyo conllevando al debilitamiento inmediato de las estructuras y un peligro latente hacia sus residentes (p. 13).

La **justificación teórica** de este estudio se cimentó en las teorías y análisis previos que emplearon diversas variedades de fibras naturales con el propósito de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los ecoladrillos, en donde los descubrimientos alcanzados en esta investigación han sido utilizados como base y punto de comparación, con la expectativa de que los resultados obtenidos también aporten a la base de conocimientos teóricos aplicables en investigaciones subsiguientes. Por otro lado, para la **justificación práctica**, este estudio se propuso como objetivo fundamental la optimización de las propiedades físicas y mecánicas del ecoladrillo abordando las limitaciones inherentes a dicho material, del cual, se emprendió un enfoque innovador mediante la introducción de nuevas técnicas, destacando la inclusión de fibras y cenizas naturales concibiendo como un medio eficaz para superar las deficiencias existentes y avanzar significativamente en la calidad y desempeño del ecoladrillo, asimismo se **justificará metodológicamente**, la investigación se basó en la validación de investigaciones previas con el objetivo de demostrar la viabilidad del novedoso método y técnica propuestos para optimizar el ecoladrillo, con un enfoque particular en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas. Por otro lado, tenemos a **justificación social** la investigación se enfocó en la comparación y desarrollo de una solución destinada a mejorar las propiedades del ecoladrillo mediante la integración de fibras y cenizas naturales, en donde el objetivo principal radicó en alcanzar una formulación que posibilite una aplicación óptima del material, facilitando su utilización en la construcción de viviendas en diversas ubicaciones y así elevar la calidad de vida al proporcionar un material de construcción más resistente y eficiente, contribuyendo así al desarrollo sostenible de las comunidades.

Así mismo se planteará el **objetivo general**: Mejorar las propiedades físicas y mecánicas del ecoladrillo con la incorporación de cenizas y fibras naturales, los **objetivos específicos** serán los siguientes: **1^{er}**: Establecer la absorción del ecoladrillo con la incorporación de cenizas y fibras naturales **2^{do}**: Determinar el peso específico del ecoladrillo con la incorporación de cenizas y fibras naturales **3^{ero}**: Evaluar la resistencia a compresión del ecoladrillo con la incorporación de cenizas y fibras naturales, **4^{to}**: Determinar la resistencia a compresión axial en pilas del ecoladrillo con la incorporación de cenizas y fibras naturales.

II. METODOLOGÍA

Este artículo constituye una exhaustiva revisión de literatura que se propuso como objetivo principal examinar y determinar el impacto de la incorporación de fibras y cenizas naturales en las propiedades físico-mecánicas del ecoladrillo. La investigación adoptó un enfoque analítico y explicativo de manera sintetizada, con la finalidad de explorar y evaluar diversas fibras naturales y cenizas naturales en las características del material. La recopilación de datos se llevó a cabo a través de fuentes de información confiables, específicamente mediante plataformas académicas como Trilce UCV, la biblioteca y repositorio de la UCV, así como revistas indexadas, de los cuales, se utilizaron las siguientes palabras clave para buscarlo en la vía web: "Fibras naturales", "cenizas naturales", "ecoladrillo" y "propiedades físicas y mecánicas", seleccionadas de diversas revistas especializadas en el tema. Por otro lado, el período de estudio abarcó desde 2018 hasta 2023, durante el cual se recopilaron un total de 473 artículos científicos de diversas fuentes. De esta vasta cantidad, se seleccionaron cuidadosamente 50 ejemplares publicados e indexados que proporcionaron información verídica y pertinente para la elaboración de este artículo de revisión de literatura. La clasificación de estos artículos se distribuyó de la siguiente manera: 16 provinieron de la revista Scienedirect, 14 de la revista MDPI, 12 de Scielo y 8 de SemanticScholar. Este conjunto de documentos contextualizó la investigación y permitió la realización de comparativas pertinentes para obtener conclusiones significativas.

Tabla 1

Cantidad de documentos consultados

Fuente	Número de Archivos	Dimensión 1	Dimensión 2
Scienedirect	128	Cantidad de cenizas naturales	Resistencia a compresión
MDPI	103	Cantidad de fibras naturales	Resistencia a compresión axial en pilas
Scielo	96	Cantidad de fibras naturales	Absorción
SemanticScholar	146	Cantidad de cenizas naturales	Peso específico
TOTAL	473		

Tabla 2***Cantidad de documentos consultados***

<i>Fuentes</i>	<i>Archivos analizados</i>	<i>Archivos incluidos</i>
Sciencedirect	80	16
MDPI	93	14
Scielo	79	12
SemanticScholar	48	8
TOTAL	300	50

Tabla 3***Documentos citados vinculados a la resistencia a compresión***

Título	Autor	Año	Fuente	Aporta
Eco-Friendly Fired Brick Produced from Industrial Ash and Natural Clay: A Study of Waste Reuse	Doğan et al.	2021	http://dx.doi.org/10.3390/ma14040877	Obtuvo una mejoría de 68.57%
Elaboration of an eco-brick for construction with improved physical and mechanical properties	Jaramillo, Gómez y Guevara	2021	http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2046/1/012049	Obtuvo una mejoría de 83.10%
Physico-mechanical and thermal performances of eco-friendly fired clay bricks incorporating palm oil fuel ash	Tjaronge y Caronge	2021	http://dx.doi.org/10.1016/j.mtla.2021.101130	Obtuvo una mejoría de 85.71%

Tabla 4**Documentos citados vinculados a la resistencia a compresión axial en pilas**

Título	Autor	Año	Fuente	Aporta
Recycling of rice husks ash for the preparation of resistant, lightweight and environment-friendly fired bricks	Ketov et al.	2021	http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124385	Obtuvo una mejoría de 33.33%
Development of eco-friendly fired clay bricks incorporated with granite and eggshell wastes Sisal fiber modified construction	Ngayaka mo Bello y Onwualu	2020	http://dx.doi.org/10.1016/j.envc.2020.100006	Obtuvo una mejoría de 87.5%
waste recycled brick as building material: Properties, performance and applications	Tang et al.	2022	http://dx.doi.org/10.1016/j.istruc.2022.10.126	Obtuvo una mejoría de 12.50%.

Tabla 5**Documentos citados vinculados a la absorción**

Título	Autor	Año	Fuente	Aporta
Eco Bricks from Industrial Wastes such as Tannery Sludge and Sugarcane Bagasse Ash	Rose et al.	2021	http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/1126/1/012076	El ladrillo con adición de bagazo de caña de azúcar obtuvo 16.23%
Eco-Friendly Bricks: Eggshells and Rice Husk as Clay Substitution and Silica Replacement	Rabiatul et al.	2020	https://bitly.ws/32GQD	El ladrillo con adición de ceniza de cascara de arroz y huevo obtuvo 23.47%.
Preparation of innovative eco-efficient composite bricks based on zeolite-poor rock and Hen's eggshell	Ibrahim et al.	2022	http://dx.doi.org/10.1016/j.job.2021.103491	El ladrillo con adición de ceniza de cáscara de huevo obtuvo 24%.

Tabla 6**Documentos citados vinculados al peso específico**

Título	Autor	Año	Fuente	Aporta
Environmentally friendly unburnt bricks using raw rice husk and bottom ash as fine aggregates: Physical and mechanical properties	Huy et al.	2021	http://dx.doi.org/10.31814/stce.nuce2021-15(1)-10	El ladrillo obtuvo un peso específico de 1.56 T/m ³
Feasibility of Using Coal Ash for the Production of Sustainable Bricks	Mukhtar et al.	2022	http://dx.doi.org/10.3390/su14116692	El ladrillo obtuvo un peso específico de 12 g/cm ³
Bricks with fibers from sugar cane bagasse for their viability in the construction of masonry	Contreras	2022	http://dx.doi.org/10.18687/laccei2022.1.1.156	El ladrillo obtuvo un peso específico de 1.81 g/cm ³

III. RESULTADOS

Resistencia a compresión

Abbas et al. (2023) del cual se centraron en realizar estudios del ladrillo ceniza de caña de azúcar, de los cuales, empleó un tipo de estudio aplicado, de los cuales, la muestra sin cambios obtuvo una resistencia de 18.5 MPa, mientras que la muestra más cercana obtuvo un esfuerzo de 13 MPa, de los cuales se pudo concluir que se produjo una disminución de la resistencia a la compresión que se debió a la adición de materiales de desecho en comparación con los ladrillos de arcilla convencionales, sin embargo, porcentajes de desecho de hasta el 15% cumplieron con los criterios para la resistencia a la compresión mínima según el Código de Construcción de Pakistán (CCP). Por otra parte, Kumar (2021) del cual se centralizó en evaluar el impacto del ecoladrillo con adición de ceniza de cascarilla de arroz de los cuales, empleó el diseño experimental, por otra parte, los resultados fueron los siguientes: La muestra inicial obtuvo una resistencia de 7.13 MPa, mientras que la muestra experimental obtuvo una resistencia de 8.54 MPa, de los cuales, en los ladrillos de ceniza volante - cemento - ceniza de cáscara de arroz, la resistencia a la compresión aumenta con el aumento en el porcentaje de ceniza de cáscara de arroz hasta el 15% y se encuentra en 8.54 N/mm². Un aumento adicional en el porcentaje de ceniza de cáscara de arroz al rango de 20% a 25% muestra una disminución en la resistencia a la compresión. En la prueba de absorción de agua. Asimismo, Concha, Antico y Araya (2020) se focalizaron en estudiar la adición de fibra natural, de los cuales, del cual, el estudio comprendió un análisis aplicado, de los cuales los resultados fueron los siguientes: La muestra inicial obtuvo una resistencia de 1.50 MPa, mientras que la adición de 2% de yute de 30 mm obtuvo una resistencia de 2 MPa, de los cuales, analizaron una mejoría producida de 50%. Por otro lado, Doğan et al. (2021) de los cuales se enfocaron evaluar el ecoladrillo con adición de arcilla natural, por otra parte, la metodología comprendió un análisis aplicado, de los cuales obtuvieron los siguientes resultados: La muestra patrón obtuvo una resistencia de 24 MPa, mientras que la adición de 40% obtuvo una resistencia de 35 MPa, del cual se percibió una mejoría de 68.57%. Por otra parte, Arunraj (2019) se enfocaron en realizar un estudio experimental de los cuales, emplearon como metodología el tipo de investigación aplicado y diseño experimental, asimismo, obtuvo los siguientes resultados: La muestra patrón

obtuvo una resistencia de 2.678 N/mm², mientras que el concreto con adición de 30% de fibra de coco obtuvo una resistencia de 6.292 N/mm².

Jaramillo, Gómez y Guevara (2021) en su investigación se enfocaron en evaluar las propiedades físicas y mecánicas del ecoladrillo, de los cuales, la metodología utilizada en el estudio fue transversal, es por ello que obtuvo los siguientes resultados: La muestra patrón obtuvo una resistencia de 2.13 MPa, mientras que la muestra con adición del material se observó que la sustitución correspondiente a una proporción de 3:2:4 de sustitución sin compactación logró una resistencia máxima a la compresión de 3.9 MPa, debido al procedimiento de fabricación y granulometría de la mezcla. Por su parte, Yaseen et al. (2022) con el propósito de elaborar ladrillos de mejor calidad adicionó elementos como cenizas de eucalipto para evaluar las condiciones que este material muestra, junto a una metodología transversal, el estudio presentó resultados de compresión de 7 MPa de diferencia a favor del grupo experimental en contraste al patrón. Por otro lado, Rangan (2020) en su artículo mostraron que el utilizar materiales naturales como cenizas de paja de arroz pueden ser viables como métodos para diseños de elementos de construcción ecológicos, por lo que los investigadores emplearon un estudio aplicado con resultados de entre 3 MPa a 3.3 MPa entre los experimentales. Tjaronge y Caronge (2021) en su estudio de diseñar ladrillos de arcilla bajo adiciones de cenizas de aceite de palma para observar su variación mecánica con uno convencional, al seguir una metodología aplicada se consiguieron valores de compresión rondando los 3.5 MPa para el patrón y como resultado más cercano a este fue de 6.5 MPa con una adición del 5% de cenizas, no obstante, Parthiban, Gunasekar y Anju (2021) compartieron el objetivo de mejorar la calidad y disponibilidad del ladrillo al volverlo ecológico y buscando preservar las características de uno convencional, es por ello que su estudio presentó una metodología transversal, consiguiendo resultados de 6.75 MPa para el patrón y 8.1 MPa para el experimental, generando una mejoría del 20%.

Así mismo, Khadatkar et al. (2022) presentaron la finalidad de comprender y estimar la capacidad de la adición de cenizas de bagazo en la creación de ladrillos para fines constructivos, asimismo tuvieron una metodología transversal al presentar valores de 4 N/mm² de resistencia con 5% como resultado menor y 8.98 N/mm² con

un porcentaje de 10% de cenizas. Por su parte, Shende et al. (2023) se enfocaron en estudiar la viabilidad de utilizar en la producción de ladrillos al adicionarse cenizas de bagazo en sus mezclas, de modo que la investigación fue aplicada, mostró resultados variados según la cantidad de adición siendo el valor más alto con 7.9 N/mm² con 20% de cenizas de bagazo en comparación del estándar con 5.8 N/mm². Maneela et al. (2019) en su investigación mostraron el objetivo primordial de estudiar la caracterización del material de ceniza de bagazo adicionado en los ladrillos al evaluar su resistencia mecánica, por lo que el estudio comprendió uno aplicado con resultados promedio de 7.9 N/mm² para una dosificación del 20% mientras que el diseño estándar obtuvo una resistencia de 5.7 N/mm² como media, por consiguiente, Katkar et al. (2022) publicaron su artículo con la finalidad de exponer la influencia de restos agrícolas y residuos urbanos en la manufactura de ladrillos ecológicos, por lo cual, la investigación fue aplicada mientras que sus resultados fueron de resistencia a compresión en promedio con 95 kgf/cm² para el estándar y los valores experimentales rondaron los 115 kgf/cm², 85 kgf/cm² y 65 kgf/cm² en porcentajes de 10%, 20% y 30% de residuos naturales.

Mehta et al. (2023) en la investigación presentada en base al uso de cenizas de madera como material efectivo para la elaboración de ladrillos de arcilla, llevaron una metodología aplicada y mostraron resultados ante compresión de 5.75, 7.24, 9.11, 11.01 y 9.25 N/mm² mediante la adición de cenizas en 5, 10, 15, 20 y 25% respectivamente, así también, Nadia, Fatma y Nasser (2023) mostraron el objetivo de modificar las propiedades mecánicas y durabilidad de los ladrillos estabilizados con cenizas de madera, investigación la cual requirió de una metodología transversal-aplicada debido a la presentación de resultados tales como de resistencia ante efectos de compresión con 12.5 MPa para el referencial y 19.5, 24.4, 25.2 y 25.8 MPa en los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de cenizas de madera, de esta manera, Iorliam, Tile y Uky (2023) dentro de su investigación con enfoque en los ladrillos, se centraron en evaluar la influencia que provocaba la adición de cenizas de aserrín y cenizas de cascaras de arroz en los ladrillos de arcilla, para ello utilizaron una metodología aplicada y consiguieron resultados en base a los ensayos de compresión con 9.4 MPa para el patrón y 6.5, 7, 9.5 y MPa para los experimentales con dosificaciones de 2, 4 y 6% de cenizas, finalmente, Kheloui, Boussaa y Nasser (2022) mantuvieron el objetivo de expresar la variación

de incorporar cenizas de madera como biomasa en la preparación de ladrillos artesanales, por lo que dispusieron de una metodología aplicada al mostrar los ensayos de compresión con resultados menores a los 10 MPa para cada grupo experimental de 0, 5, 10, 15 y 20% del material. Por otro lado, Pal et al. (2023) focalizaron el objetivo de emplear materiales como el poliestireno y las cenizas de bagazo en la caracterización de los ladrillos ligeros, ello conllevó una metodología aplicada, mostrando resultados de compresión con 9 N/mm^2 para la muestra patrón mientras que el experimental con 6 N/mm^2 generándose una diferencia del 33.33% entre grupos evaluados.

Resistencia a compresión axial en pilas

Por otra parte, Ketov et al. (2021) en su investigación propuso la evaluación de los ladrillos con adición de ceniza de cascarilla de arroz, de los cuales, el estudio comprendió un análisis aplicado, de los cuales, los resultados fueron los siguientes: La muestra inicial obtuvo una resistencia de 2.7 MPa, mientras que la muestra con 50% obtuvo una resistencia de 3.6 MPa, de los cuales se percibió una mejoría de 33.33%. Ramakrishnam et al. (2021) presentado su estudio con la finalidad de reforzar los bloques de ladrillos con fibras de plátano, llevaron una metodología transversal y resultados bajo efectos de compresión de 65 MPa a los días máximos de evaluación. Así mismo, Tang et al. (2022) con la finalidad de modificar las propiedades de los eco ladrillos con la incorporación de fibras de sisal en los eco ladrillos, en donde se manifestó la metodología aplicada y transversal para llevar la investigación, de este modo se tuvo como mayor resultado de compresión experimental fue de 18 MPa. Por su parte, ZHAO et al. (2023) exploraron la variación en la generación de un nuevo diseño de ecoladrillos al experimentar con Bentonita, por lo que se presentó una metodología transversal y obteniendo resultados de los ensayos a compresión simple se encontró que a los 28 días se tuvo una resistencia de casi 160 MPa. Labiad, Meddah y Beddar (2023) en su artículo se enfocaron en evaluar las propiedades y comportamiento del ladrillo mediante la adición de fibras de sisal, de los cuales, emplearon un estudio aplicado, es por ello que los resultados fueron los siguientes: La resistencia llega a aumentar hasta en un 150%. Asimismo, Ngayakamo Bello y Onwualu (2020) demostraron que se encuentran efectos de variación respecto a la implementación de materiales como restos de cascara de huevo y granito en los eco ladrillos, en la cual, al

presentar una metodología aplicada y transversal, el estudio presentó resultados de 3.2 MPa de muestra con adición, mientras que el patrón obtuvo un esfuerzo de 2.8 MPa, por lo tanto, mejoró 87.5%.

Absorción

Ibrahim et al. (2022) en su artículo científico se focalizó en evaluar las propiedades del ladrillo que contenga roca pobre en zeolita y ceniza de cascara de huevo, de los cuales, el estudio comprendió un diseño experimental, de los cuales, los resultados fueron los siguientes: A una temperatura de 950° C con adición de 0, 5, 10, 15 y 20% que obtuvo una absorción de 17, 21, 22, 23 y 24%. Por su parte Ren et al. (2022) con la exposición de su estudio en base a la experimentación con fibras de sisal como refuerzo para ecoladrillos de alto rendimiento, presentaron una metodología transversal y una población finita, en la que se obtuvieron resultados de absorción con tiempos de 10 minutos y 0.5 horas valores de 72.57% y 75.09%. Kumar et al. (2018) expusieron en su estudio la evaluación del reemplazo efectivo de las cenizas de bagazo para los ladrillos ecológicos con cenizas volantes, para ello la investigación comprendió una metodología transversal-aplicada al presentar resultados de los ensayos de absorción de bloque seco con valores menores al 20%.

Por otro lado, Maza et al. (2020) en su artículo presentó como finalidad determinar el efecto de la fibra de caña de azúcar en el ladrillo, de los cuales, aplicaron en su indagación una metodología aplicada, de los cuales, los resultados fueron los siguientes: La muestra patrón obtuvo una absorción de 14% mientras que la muestra con 60% del material obtuvo una absorción del 37%. De esta forma, Sutcu et al. (2019) mostraron el objetivo de estudiar la influencia que presentaba el adicionar cenizas en la elaboración de ladrillos ecológicos, y siguiendo una metodología aplicada se obtuvieron resultados de 35.2% como máximo valor de absorción por unidad para el experimental mientras que el patrón mostró un 23.2%

Rose et al. (2021) tuvieron el propósito de diseñar un ladrillo ecológico resistente y versátil para el mercado ingenieril por lo que decidieron administrar elementos como las cenizas de bagazo de caña de azúcar y sílice en los procesos de elaboración del ladrillo, por lo que, la investigación presentó una metodología aplicada y transversal, mostrando como resultados un promedio de absorción de

8.13% para los bloques estándares mientras que los experimentales fueron de 16.23% con una incorporación del 5% de cenizas. También, Ebadi Ahmadi y Amiri (2021) comentaron en su investigación sobre materiales reutilizados en la elaboración de eco ladrillos con prioridad en la mejora de su durabilidad y resistencia mecánica, la cual tuvo una metodología aplicada y transversal, con resultados diversos que constaron de una reducción del porcentaje de absorción al adicionar 4% de estos materiales.

En este sentido, Indhiradevi et al. (2020) contemplaron como finalidad el comparar el estudio del uso de cenizas de madera como reemplazo parcial de las cenizas en los ladrillos con los ecológicos a base de cenizas. En este sentido, se aplicó una investigación aplicada y se presentaron resultados promedios de absorción con 8.4% como índice para un reemplazo del 5% y un 12% para reemplazos del 20% de cenizas, además, Dinesh et al. (2023) centraron como objetivo el estudiar y evaluar la preparación de los ladrillos de arcilla con proporciones de cenizas de cascara de arroz como reemplazo parcial, en las cuales, se expuso una investigación transversal y se mostraron resultados del índice de absorción con promedios de 10% para el patrón y 12%, 15%, 18% y 22% para los experimentales con 5, 10, 15 y 20% de cenizas. Por su cuenta, Srisuwan et al. (2020) focalizaron como propósito el estudiar las propiedades y la preparación de los ladrillos de arcilla con la incorporación de cenizas de madera, ello condujo a una metodología aplicada y transversal, asimismo se consiguieron valores de las diferentes pruebas realizadas, los cuales fueron 22% para el estándar y 23%, 29%, 28% y 30% de absorción con 4, 8, 12 y 16% de cenizas.

Peso específico

Huy et al. (2021) en su artículo del cual se enfocaron en evaluar las propiedades del ladrillo que contengan cenizas de cascara de arroz, en donde plantearon una metodología de tipo aplicada, por otro lado, los resultados fueron los siguientes: Cuando el contenido de cáscara de arroz cambió del 0% al 6%, el peso unitario de los ladrillos se redujo ligeramente de 1.56 T/m³ a 1.49 T/m³ y de 1.49 T/m³ a 1.31 T/m³ correspondiente a relaciones agua/cemento (W/B) de 0.30 y 0.35, por lo tanto se observó que el contenido de cáscara de arroz aumentó hasta el 9%. Por otro lado, Jesudass et al. (2021) en su investigación del cual se centraron en evaluar las

propiedades del ladrillo con adición de fibras naturales como el de coco, de los cuales presentó una densidad de 1.66 a 2.0 g/cc., además, Contreras et al. (2022) de los cuales presentaron como propósito de investigación el elaborar ladrillos de mampostería utilizando elementos como fibras de bagazo de caña de azúcar en busca de la sostenibilidad, para lo cual emplearon una metodología transversal-aplicada y mostraron datos de ensayos tales como de peso unitario donde el estándar tuvo 1.89 g/cm³ mientras que las dosificaciones fueron de 2.28, 2.17, 1.83 y 1.81 g/cm³ con 1.7, 3.3, 5.0 y 6.6% de fibras.

Asimismo, Rabiatal et al. (2020) mostraron a través de un estudio las implicancias que genera la incorporación de materiales como la cascara de huevo y cenizas de cascaras de arroz las cuales presentaron valores diferentes al proporcionado por la muestra de referencia en la que se obtuvo 23.47% de pérdida de peso específico para el ladrillo. Mukhtar et al. (2022) presenciaron la experimentación de los ladrillos con cenizas para mejorar las propiedades mecánicas que presentan estos materiales, por lo que tuvieron una metodología transversal con población finita, los resultados adquiridos fueron de 12 g/cm² de peso específico como promedio experimental. Por otra parte, Ngo y Thi (2018) mostraron interés en el objetivo de evaluar el efecto que comprende el incorporar cenizas de cascaras de arroz en las propiedades del ladrillo de mampostería, a lo cual, la investigación fue una transversal-aplicada y tuvo resultados para el peso unitario de 1797 kg/m³ para la muestra patrón y como mínimo experimental fue de 1258 kg/m³ generándose una diferencia de 29.99%.

Por su lado, Ping et al. (2022) mostraron su artículo con la finalidad de presentar una alternativa de elaboración de ladrillos de alto rendimiento bajo un modelo ecológico al emplear cenizas de caña de azúcar, se aplicó una metodología transversal y aplicada puesto que se encontraron valores de 2330.2 kg/m³ para el diseño patrón mientras que los experimentales fue desde el 20% con 2184.6 kg/m³. Además, Labaied et al. (2022) expresaron en su trabajo de investigación científica el objetivo de mezclar restos en polvo y cenizas de materiales orgánicos en la elaboración de ladrillos de arcilla ecológicos, mostrando un estudio transversal-aplicativo se desarrollaron resultados de densidad con cenizas de bagazo obteniendo 1680 kg/m³ en los grupos experimentales mientras que el estándar fue

de 1800 kg/m^3 , asimismo Djamaluddin et al. (2020) tuvieron la finalidad de estudio de incorporar cenizas de aceite de palma como material sostenible y ecológico en la elaboración de eco ladrillos, de este modo se procedió con una investigación aplicada y resultados promedios de 1490 kg/m^3 como estándar mientras que los de experimentación obtuvieron 1470, 1450, 1400 y 1350 kg/m^3 como peso unitario con porcentajes de 5%, 10, 15 y 20% de cenizas de palma.

IV. CONCLUSIONES

En resolución del objetivo general, se concluyó en que la incorporación de cenizas y fibras naturales representa una estrategia efectiva para mejorar de manera significativa las propiedades físicas y mecánicas del ecoladrillo, puesto que a través de esta revisión exhaustiva de la literatura, se evidenció que esta práctica no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental al utilizar materiales naturales, sino que también fortalece las características estructurales del ecoladrillo, en donde la inclusión de cenizas naturales aporta beneficios como la mejora de sus propiedades físicas, mientras que las fibras naturales refuerzan la matriz del ladrillo, aumentando su resistencia mecánica, por consiguiente, esta sinergia entre cenizas y fibras naturales se presenta como una alternativa prometedora para la construcción de estructuras más duraderas y resistentes.

En resolución del primer objetivo, se concluyó en que la combinación de estos elementos influye en las propiedades de absorción del ecoladrillo. Los resultados obtenidos a través de pruebas y análisis revelan la capacidad de absorción mejorada de los ecoladrillos cuando se integran cenizas y fibras naturales en su composición, de los cuales, se obtuvo una absorción promedio de 21.3%.

En resolución del segundo objetivo, se concluyó en que la incorporación de cenizas y fibras naturales influye significativamente en el peso específico del ecoladrillo, además este hallazgo es fundamental para el diseño y la optimización de estos materiales, ya que el peso específico juega un papel crucial en la resistencia estructural y la eficiencia del ecoladrillo como alternativa sostenible en la construcción, de los cuales, se obtuvo un peso específico promedio de 6.91 g/cm³.

En resolución del tercer objetivo, se concluyó en que la inclusión de cenizas en la mezcla del ecoladrillo contribuye a mejorar sus propiedades mecánicas, ofreciendo una mayor resistencia a las fuerzas de compresión, de los cuales, este hallazgo sugiere la posibilidad de utilizar residuos de cenizas como un componente valioso en la fabricación de ecoladrillos, no solo como una alternativa sostenible, sino también como una mejora en términos de resistencia estructural, de los cuales, se obtuvo una mejoría producida en el ladrillo promedio de 79.13%.

En resolución del tercer objetivo, se concluyó en que la adición de cenizas y fibras naturales revela resultados significativos en términos de la mejora de las propiedades mecánicas del material, de los cuales, los ensayos realizados demuestran que la combinación de cenizas y fibras naturales contribuye de manera efectiva a aumentar la resistencia a compresión axial de los ecoladrillos, lo que los hace más robustos y adecuados para aplicaciones constructivas, es por ello que se obtuvo una mejoría promedio de resultados de 44.44%.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere emplear adiciones de cenizas naturales no mayores del 5% puesto que, dentro de los autores mencionados y citados, emplearon diferentes proporciones en donde se denotó una variación negativa de la resistencia del ecoladrillo al sobrepasar el límite de adición.
- Se sugiere emplear adiciones de fibras naturales no mayores del 8% puesto que se consideró entre los autores mencionados y citados el punto de quiebre de las evaluaciones realizadas.
- Se recomienda emplear una mayor variedad de cenizas y fibras naturales, pero con una participación máxima de dos tipos de materiales para no perjudicar los ecoladrillos.
- Se sugiere emplear menores proporciones de 3% de cenizas y/o fibras naturales para no perjudicar la propiedad de absorción del ladrillo, y evitar hacerlo más voluble ante la presencia de humedad.

REFERENCIAS

ADOBE blocks reinforced with natural fibres: A review por RAMAKRISHNAN, S. [et al]. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol. 45 n°1: 6493–6499, 2021 [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.377>

ISSN: 2214-7853

ALTAMIRANO, Joanna, LEANDRO, Ivan, MORALES, Sandra y MUÑOZ, Anthony. Casa ecológica, una opción de viviendas adecuadas sostenibles y de bajo costo. Tesis (Para obtener el grado de magíster en administración estratégica de empresas). San Miguel: Pontificia Universidad Católica Del Perú, Escuela De Posgrado, 2022. 120 pp.

BAGASSE Ash an Effective Replacement in Fly Ash Brick por Kumar Reddy [et al.] *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research* [en línea]. Vol.5 n°12: 1-8, 2018 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/335At>

ISSN: 2349-5162

BRICKS Using Clay Mixed with Powder and Ashes from Lignocellulosic Biomass: A Review por LABAIED, Ines [et al]. *Applied Sciences* [en línea]. Vol. 12 n°20, 2022 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/app122010669>

ISSN: 2076-3417

COMPRESSIVE strength of fly ash bricks with addition of bagasse ash por MANEELA, M. [et al]. *International Journal of Current Engineering and Scientific Research* [en línea]. Vol. 6 n°6: 1-5, 2019 [Fecha de consulta: 32 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21276/ijcesr.2019.6.6.2>

ISSN: 2394-0697

CONCHA-RIEDEL, José, Federico C. ANTICO y Gerardo ARAYA-LETELIER. Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and

industrial fibres. *Matéria* (Rio de Janeiro) [en línea]. Vol. 25 n°4: 1-11, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620200004.1206>

ISSN: 1517-7076

BRICKS with fibers from sugar cane bagasse for their viability in the construction of masonry por Contreras [et al.] *LACCEI: International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* [en línea]. Vol. 1 n°1: 1-7, 2022. [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/laccei2022.1.1.156>

ISSN: 2414-6390

EARTHEN blocks with natural fibres - A review por JESUDASS, A. [et al]. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol. 45 n°1:6979–6986, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.434>

ISSN: 2214-7853

EBADI, Mehdi, AHMADI, Masoud y AMIRI, Maedeh. Sustainable Reuse of Inorganic Materials in Eco-Friendly Clay Bricks: Special Focus on Mechanical and Durability Assessment. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. Vol. 33 n°6, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0003737](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003737)

ISSN: 1943-5533

ECO bricks by using municipal solid waste and Agricultural waste por Pramod Katkar [et al.] *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea]. Vol. 9 n°6: 1-5 2022 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/335A4>

ISSN: 2395-0056

ECO Bricks from Industrial Wastes such as Tannery Sludge and Sugarcane Bagasse Ash por Rose, Enid Teresa A. [et al.] *IOP Conference Series: Materials*

Science and Engineering [en línea]. Vol. 1126, n°1, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/1126/1/012076>

ISSN: 1757-899X

ECO-Friendly Bricks: Eggshells and Rice Husk as Clay Substitution and Silica Replacement por Rabiatal Adawiyah Binti Abdul Wahab [et al]. Virtual Innovation Competition 2020 [en línea]. Vol. 1 n°64: 1-5, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/32GQD>

ECO-Friendly Fired Brick Produced from Industrial Ash and Natural Clay: A Study of Waste Reuse por DOĞAN, Neslihan [et al]. Materials [en línea]. Vol. 14 n°4, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ma14040877>

ISSN: 1996-1944

ENVIRONMENTALLY friendly unburnt bricks using raw rice husk and bottom ash as fine aggregates: Physical and mechanical properties por HUY, Ngo Si [et al]. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) - NUCE* [en línea]. Vol. 15 n°1: 110–120, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: [http://dx.doi.org/10.31814/stce.nuce2021-15\(1\)-10](http://dx.doi.org/10.31814/stce.nuce2021-15(1)-10)

ISSN: 2734-9489

EVALUATION of the readiness of clay bricks with partially replaced rice husk ash por DINESH, A. [et al]. Materials Today: Proceedings [en línea]. Vol. 1 n°1: 1-5, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2023.06.384>

ISSN: 2214-7853

EXPERIMENTAL Study on Compressive Strength of Brick Using Natural Fibres por Arunraj, E. [et al]. International Journal of Engineering [en línea]. Vol. 32 n°6, 2019 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5829/ije.2019.32.06c.01>

ISSN: 1735-9244

FEASIBILITY of Using Coal Ash for the Production of Sustainable Bricks por MUKHTAR, Ahmad [et al]. Sustainability [en línea]. Vol. 14 n°11, 2022 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/su14116692>

ISSN: 2071-1050

FIREED clay bricks incorporating palm oil fuel ash as a sustainable building material: an industrial-scale experiment por DJAMALUDDIN, Abdul Rachman [et al]. *International Journal of Sustainable Engineering* [en línea]. Vol. 14 n°4: 1-13, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/19397038.2020.1821403>

ISSN: 1939-7046

IBRAHIM, Jamal Eldin F. M. [et al] Preparation of innovative eco-efficient composite bricks based on zeolite-poor rock and Hen's eggshell. *Journal of Building Engineering* [en línea]. Vol. 45 n°1:1-17, 2022 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103491>

ISSN: 2352-7102

INDHIRADEVI, P. et al. A comparative study on usage of cowdung ash and wood ash as partial replacement in flyash brick. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol. 37 n°2: 1-5, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.355>

ISSN: 2214-7853

IORLIAM, Yala A., John T. TILE y Jeremiah T. UKYA. Effect of Saw Dust Ash and Rice Husk Ash on some Geotechnical Properties of Makurdi Burnt Clay Bricks. *FUOYE Journal of Engineering and Technology* [en línea]. Vol. 8 n°2, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.46792/fuoyejet.v8i2.960>

ISSN: 2579-0625

JARAMILLO, H. Y., J. A. GÓMEZ, C. y GUEVARA, W.. Elaboration of an eco-brick for construction with improved physical and mechanical properties. *Journal of*

Physics: Conference Series [en línea]. Vol. 2046 n°1, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2046/1/012049>

ISSN: 1742-6596

KUMAR Parashar. Comparative Study of Properties of Fly Ash -Cement Bricks Made with Addition of Sand and Rice Husk Ash using PYTHON. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea]. Vol. 8 n°1: 1-7, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/32GS6>

ISSN: 2395-0056

KHELOUI, Fatma, BOUSSAA, Nadia y CHELOUAH, Nasser. Investigation of Wood Biomass Ash on the Thermal Behaviour of Compressed Earth Bricks. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics* [en línea]. 2022, 21, 412–417 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.55549/epstem.1226666>

ISSN: 2602-3199

LABIAD, Yacine, MEDDAH, Abdelaziz y BEDDAR, Miloud. Performance of sisal fiber-reinforced cement-stabilized compressed-earth blocks incorporating recycled brick waste. *Innovative Infrastructure Solutions* [en línea]. Vol. 8 n°3, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s41062-023-01078-w>

ISSN: 2364-4184

LAVADO, Luis y GALLARDO, Jorge. Shear strength of brick mortar interface for masonry in Lima city. *TECNIA* [en línea]. Vol. 29 n°2:59-64, Julio, 2019. [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.21754/tecnia.v29i2.707>

ISSN: 2309-0413

MANUFACTURING of Clay Bricks Using Hybrid Waste Marble Powder and Sugarcane Bagasse Ash: A Sustainable Building Unit por ABBAS, Safeer [et al].

Sustainability [en línea]. Vol. 15 n°20, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/su152014692>

ISSN: 2071-1050

MUÑOZ, Sócrates, DELGADO, José y FACUNDO, Luis. Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales: una revisión. *Cultura Científica y Tecnológica* [en línea]. Vol. 18, n°1: 1–9, 2021. [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.20983/culcyt.2021.1.3.1>

ISSN: 2007-0411

NADIA, Boussaa, FATMA Kheloui y NASSER Chelouah. Mechanical, thermal and durability investigation of compressed earth bricks stabilized with wood biomass ash. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 364, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129874>

ISSN: 0950-0618

NATURAL bentonite as an internal curing agent in the production of eco-friendly ultra-high performance concrete with low autogenous shrinkage por ZHAO, Xudong [et al]. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Vol. 428 n°1, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139471>

ISSN: 0959-6526

NGAYAKAMO, Blasius Henry, Abdulhakeem BELLO y Azikiwe Peter ONWUALU. Development of eco-friendly fired clay bricks incorporated with granite and eggshell wastes. *Environmental Challenges* [en línea]. Vol. 1 n°1, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envc.2020.100006>

ISSN: 2667-0100

NGO, Si-Huy y THI, Thanh-Tam. Effect of unground rice husk ash on properties of sodium hydroxideactivated-unfired building bricks. *International Journal of Civil*

Engineering and Technology (IJCIET) [en línea]. Vol. 9 n°9: 1-112018 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117314>

ISSN: 0950-0618

NGO, Si-Huy, MAI, Thi-Hong y LE, Xuan-Viet. Engineering Properties of Unburnt Bricks Produced from Sugarcane Bagasse and Thermal Power Plant Ashes. *International Journal on Emerging Technologies* [en línea]. Vol. 11 n°3: 1065-1071, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/33cuH>

ISSN: 2249-3255

PARTHIBAN, P., GUNASEKAR, S. y ANJU, M. Experimental Study of Sugarcane Bagasse Ash and Quarry Dust in Partial Replacement of Brick Material. *Emperor Journal of Applied Scientific Research* [en línea]. Vol. 3 n°8, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35338/ejasr.2021.3802>

ISSN: 2581-964X

PREPARATION and properties of fired clay bricks with added wood ash por SRISUWAN, Anuwat [et al]. *Journal of Metals, Materials and Minerals* [en línea]. Vol. 30 n°4: 84–89, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.55713/jmmm.v30i4.918>

ISSN: 2630-0508

RANGAN, Parea R. Characteristics of geopolymer using rice straw ash, fly ash and laterite soil as eco-friendly materials. *International Journal of GEOMATE* [en línea]. Vol. 19 n°73, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21660/2020.73.13457>

ISSN: 2186-2990

RECYCLING of bottom ash and fly ash wastes in eco-friendly clay brick production por SUTCU, Mucahit [et al]. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Vol. 233 n°1: 753–764, 2019 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.017>

ISSN: 0959-6526

RECYCLING of rice husks ash for the preparation of resistant, lightweight and environment-friendly fired bricks por KETOV, Aleksandr [et al]. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 302 n°1, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124385>

ISSN: 0950-0618

RECYCLING untreated sugarcane bagasse ash and industrial wastes for the preparation of resistant, lightweight and ecological fired bricks por MAZA-IGNACIO, Olivia Teresa [et al]. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 234, 2020 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117314>

ISSN: 0950-0618

REVIEW paper on experimental investigation of bricks using bagasse ash replacement by fly ash por KHADATKAR, Aditi [et al]. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science* [en línea]. 2022, 5(5), 1-6 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.56726/irjmets347900>

ISSN: 2582-5208

REVIEW paper on making of bagasse ash bricks compare to conventional fly ash bricks por SHENDE, Sayal [et al]. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science* [en línea]. Vol.1 n°1, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.56726/irjmets35615>

ISSN: 2582-5208

RESEARCH on Damage Characteristics of Brick Masonry under Explosion Load por Jifeng, Wei [et al]. *Shock and Vibration* [en línea]. Vol. 2021 n°1: 1-11, 2021. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2021/5519231>

ISSN: 1875-9203

SISAL fiber modified construction waste recycled brick as building material: Properties, performance and applications por TANG, Lei [et al]. *Structures* [en línea]. 2022, 46, 927–935 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.istruc.2022.10.126>

ISSN: 2352-0124

SUGAR Cane Bagasse Ash as an Eco-Friendly Alternative Fillers in Ultra-High Performance Concrete por HUANG, Ping [et al]. *SSRN Electronic Journal* [en línea]. Vol. 1 n°1: 1-28, 2022 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4216114>

ISSN: 1556-5068

SUSTAINABLE Development and Performance Assessment of Clay-Based Geopolymer Bricks Incorporating Fly Ash and Sugarcane Bagasse Ash por YASEEN, Noor [et al]. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. Vol. 34 n°4, 2022 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0004159](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0004159)

ISSN: 1943-5533

TJARONGE, M. W. y CARONGE Muhammad. Physico-mechanical and thermal performances of eco-friendly fired clay bricks incorporating palm oil fuel ash. *Materialia* [en línea]. Vol. 7 n°1: 1-7, 2021 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mtla.2021.101130>

ISSN: 2589-1529

USE of wood sawdust ash as effective raw material for clay bricks por MEHTA, Vikas [et al]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. Vol. 1110 n°1, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1110/1/012081>

ISSN: 1755-1315

USAGE of poly-styrofoam and bagasse ash in light weight brick por PAL, Shivanshu [et al]. *IJNRD* [en línea]. Vol. 8 n°7: 1-14, 2023 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://bitly.ws/33cAj>

ISSN: 2456-4184

UTILIZATION of natural sisal fibers to manufacture eco-friendly ultra-high performance concrete with low autogenous shrinkage por REN, Guosheng [et al]. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Vol. 332 n°1, 2022 [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130105>

ISSN: 0959-6526

ZHANG, Xixi, CHENG, Jianwei y SHI, Congling. Damage assessment for underground brick seal under explosion impact load. *Arabian Journal of Geosciences* [en línea]. Vol. 14 n°5: 1-14, 2021. [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-021-06681-8>

ISSN: 1866-7538