

Artículo de Investigación

Incidencia de ceniza de eucalipto en propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales

Incidence of eucalyptus ashes on the mechanical properties of mortar used for setting handmade bricks

Jheremy Estrada¹, Javier Reynoso¹

¹Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 15487;

jreynosoos@ucvvirtual.edu.pe

*Correspondencia: cestradape@ucvvirtual.edu.pe

Citación: Estrada, J. & Reynoso, J., (2024). Incidencia de ceniza de eucalipto en propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales. *Novasinerгия*. 7(1). 122-135.

<https://doi.org/10.37135/ns.01.13.07>

Recibido: 24 julio 2023

Aceptado: 24 noviembre 2023

Publicado: 10 enero 2024

Novasinerгия
ISSN: 2631-2654

Resumen: La investigación buscó determinar la incidencia de la ceniza de eucalipto en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales, por lo cual se utilizó la metodología de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. La población estuvo constituida por muestras que 36 son en cubos, 36 son rectangulares, 4 muretes y 4 prismas de mortero, a las cuales se les realizó los ensayos en laboratorio tanto a la muestra patrón como a las con adiciones con porcentajes de 1%, 3% y 5% de ceniza de eucalipto. Los resultados con el 1% de adición tuvo notable mejoría, ya que presentó superioridad en cuanto a las otras adiciones en todos los ensayos realizados, finalmente se concluyó que la adición de la ceniza de eucalipto influyó de manera positiva en las propiedades mecánicas del mortero.

Palabras clave: Ceniza de Eucalipto, Mortero, Propiedades mecánicas.

Abstract: *The research aimed to determine the incidence of eucalyptus ash on the mechanical properties of the mortar used to set handmade bricks, for which a quantitative quasi-experimental approach methodology with an applied type and an explanatory level was used. The population consisted of 36 cube samples, 36 rectangular samples, 4 walls and 4 prisms of mortar, which were tested in the laboratory both for the standard sample and for those with additions with percentages of 1%, 3% and 5% of eucalyptus ash. The results with the 1% addition showed a notable improvement, since it was superior to the other additions in all the tests carried out. Finally, it was concluded that the addition of eucalyptus ash had a positive influence on the mechanical properties of the mortar.*

Keywords: *Eucalyptus ash, Mortar, Mechanical properties.*



Copyright: 2024 derechos otorgados por los autores a Novasinerгия.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC).
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

El cemento es el principal componente al fabricar concreto y/o mortero, esto hace que su producción y la elaboración aumente, mientras mayor sea su demanda también mayor será la contaminación que se realizará en su proceso de fabricación, la producción de cemento aumento un 2% con respecto al año 2019, con alrededor de 1,264.000 toneladas vendidas para el mes de octubre según el reporte de la asociación de productores de cemento (Meneses y Ramírez, 2021), en la investigación se buscó reducir el uso del cemento reemplazándolo con ceniza de eucalipto para poder mejorar el mortero y reducir la contaminación ambiental que se produce al elaborarlo, por otro lado, Paricaguán y Muñoz (2019), la fabricación del mortero con materiales de la naturaleza hace que se reduzca la cantidad de materiales primas extraídos para así conservar los recursos no renovables.

Los distintos porcentajes de sustitución mejoran las propiedades como la resistencia del mortero, buena compactación, durabilidad, además se reduce el uso de combustible fósil y la formación de las materias primas (Goncalves, Soares y Paula, 2021), de esa manera para el proyecto de investigación se reemplazó el cemento en distintos porcentajes por la ceniza de eucalipto dado que hay mejoras en sus propiedades.

Asimismo, Ferreira et al (2020) emplearon fue de tipo experimental donde aplicó ceniza de madera de eucalipto de 1.46% y obtuvo que la ceniza de eucalipto tiene mayores resultados en todas las propiedades evaluadas, pero principalmente en la durabilidad y densidad, por otra parte Ogunwemino, Olaide, y Familusi, (2019) evaluó el uso de cenizas de almendras de eucalipto como sustitución del cemento en las propiedades mecánicas y físicas del mortero empleando aplicó ceniza de almendra de eucalipto en porcentajes desde 10% hasta 50%, tuvo mejores resultados con la adición de 10% (267.98 kg/cm²) de ceniza en la resistencia a la compresión, se puede tener en cuenta que al usar porcentajes menores los resultados son mejores a la muestra patrón.

De acuerdo con Silva, Lara, Silva, Provis y Bezerra (2022) mencionan que los niveles de resistencia mecánica de los morteros producidos con las cenizas de eucalipto son compatibles o superiores a los morteros producidos para evaluar la resistencia a la compresión del cemento Portland comercial. La ceniza de eucalipto no necesita activación alcalina, la cual hace que tenga mejores niveles de resistencia a la compresión, pero tiene mayor absorción de agua; en la investigación se buscó reducir el uso del cemento reemplazándolo con ceniza de eucalipto para poder mejorar el mortero y reducir la contaminación ambiental que se produce al elaborarlo, por otro lado, Batista y Martins (2021) analizaron las propiedades de la ceniza de eucalipto para evaluar su impacto en la producción de morteros con niveles bajos de consumo de cemento, donde se usó muestras con reemplazo de 10, 20 y 30% como sustitución de masa de cemento, como resultados la ceniza de eucalipto el límite de uso es un 10% de la sustitución del cemento, a partir del cual se produce una clara mejora en las propiedades físicas - mecánicas del mortero estas mejoras pueden variar de acuerdo a los porcentajes empleados en cada investigación.

Finalmente, se utilizaron ceniza de madera de eucalipto en un rango del 0 al 6% en reemplazo del cemento con relación al peso del suelo, donde obtuvieron que al añadir un 5% de cemento y un 1% de ceniza de gomero azul mostraron que la resistencia a la

compresión es superior a la muestra patrón (Dabou, Kanali y Abiero, 2021), por consiguiente se planteó como problema general: ¿Cuál es la incidencia de la ceniza de eucalipto en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales? y como los objetivos específicos: “Verificar la incidencia de la adición de ceniza de eucalipto en la resistencia a la compresión del mortero”, “Evaluar el efecto de la adición de ceniza de eucalipto en la resistencia a la flexión del mortero”, “Comprobar la ocurrencia de la adición de la ceniza de eucalipto en la compresión en muretes con morteros” y “Demostrar la consecuencia de la adición de la ceniza de eucalipto en la compresión en prismas con morteros”, asimismo, la ejecución del estudio contempla como justificación práctica en dar a conocer un mortero con mejores propiedades agregando un aditivo orgánico y así brindar una mejor resistencia para construcciones futuras que beneficien a la seguridad de la población. finalmente se planteó como objetivo general: “Determinar la incidencia de la ceniza de eucalipto en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales” y como los objetivos específicos: “Verificar la incidencia de la adición de ceniza de eucalipto en la resistencia a la compresión del mortero”, “Evaluar el efecto de la adición de ceniza de eucalipto en la resistencia a la flexión del mortero”, “Comprobar la ocurrencia de la adición de la ceniza de eucalipto en la compresión en muretes con morteros” y “Demostrar la consecuencia de la adición de la ceniza de eucalipto en la compresión en prismas con morteros”.

2. Metodología

La investigación es de tipo aplicada ya que se exploró conocimientos utilizando de manera directa el problema conectado con la teoría y realidad, por otra parte, el diseño es de tipo cuasiexperimental que se utiliza una variable independiente para poder determinar su efecto en variables independientes (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La población del presente estudio estuvo constituida por muestras de las cuales 36 son cubos, 36 son rectangulares, 4 muretes y 4 prismas de mortero con la adición de ceniza de eucalipto con porcentajes de 1%, 3% y 5%, empleando toda la población debido a que la muestra es censal.

Asimismo, se empleó el programa estadístico SPSS donde se evaluó la prueba de normalidad, dentro de la normalidad se empleó la prueba de Shapiro Wilk donde se evalúa a muestras menores de $n < 50$ para obtener si los resultados son paramétricos o no paramétricos, consiguientemente se empleó el método de Anova para realizar la contrastación de las hipótesis planteadas para rechazar o aceptar las hipótesis alternativa o nula.

2.1. *Diseño de experimentos*

Se realizó 4 ensayos: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a compresión diagonal en muretes y resistencia a compresión axial en prismas al mortero patrón y con adición de ceniza.

2.2. Materiales

Ceniza de eucalipto: Se consiguió las hojas de eucalipto en el departamento de Pasco-Provincia de Pasco – Distrito de Chaupimarca - Localidad de Pallanchacra, requeridos en la investigación que se llevó a cabo los ensayos necesarios (véase figura 1).



Figura 1: Ubicación de la hoja de eucalipto

Resistencia a la compresión: Máximo esfuerzo que resiste un material bajo una carga de hundimiento., para efectuar este ensayo se cubren las dos caras horizontales de los ladrillos con mortero. (Soto y Sánchez, 2017).

Resistencia a la flexión: Una probeta de forma rectangular es flexionada utilizando una forma de tres o cuatro puntos de aplicación de la carga. (Arias y Becerra, 2017).

Resistencia a la compresión diagonal en muretes: Prueba en la que consiste emplear presión en una de las diagonales de un muro de dimensiones cuadrangulares, se produce esfuerzos de compresión a lo largo de la diagonal en la cual se aplica un peso. (Sánchez, 2016).

Resistencia a la compresión axial en prismas: Compuestos por dos o más hiladas de unidades completas asentadas una encima de la otra con el uso del mortero. (Vásquez, 2018).

Cada ensayo fue realizado en laboratorios acreditados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) en la ciudad de Lima, siguiendo las Normas Técnicas Peruanas (NTP), asimismo se realizó los respectivos porcentajes de ceniza de eucalipto para cada ensayo.

Tabla 1: Ensayos evaluados en laboratorio

Porcentajes	Resistencias ensayadas	NTP
0% C. E	R. a la Compresión	334.051:2022
1% C. E	R. a la Flexión	334.120:2023
3% C. E	R. a la Compresión Diagonal en Muretes	399.621 2004
5% C. E	R. a la Compresión Axial en Prismas	399.605:2018

3. Resultados

3.1. Propiedades físicas

Se tiene las propiedades físicas de la muestra ensayas en el laboratorio.

Tabla 2: Propiedades Físicas de la muestra

Propiedades Físicas	
Módulo de Fineza	3.050
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1.469
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1.650
Peso Especifico	2.60
Contenido de Humedad (%)	2.00
Porcentaje de Absorción (%)	1.75

3.2. Ensayo de Resistencia a la Compresión

De acuerdo a la norma NTP 334.051 se realizó el ensayo obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 3: Ensayo a la compresión a los 28 días

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión
0%	225.67
1%	238.33
3%	227.00
5%	218.67

Se visualizó en la tabla 3 la mayor resistencia a los 28 días se alcanza en la muestra con 1% (238.33 kg/cm²) de adición de ceniza de eucalipto con relación a la muestra patrón (225.67 kg/cm²).

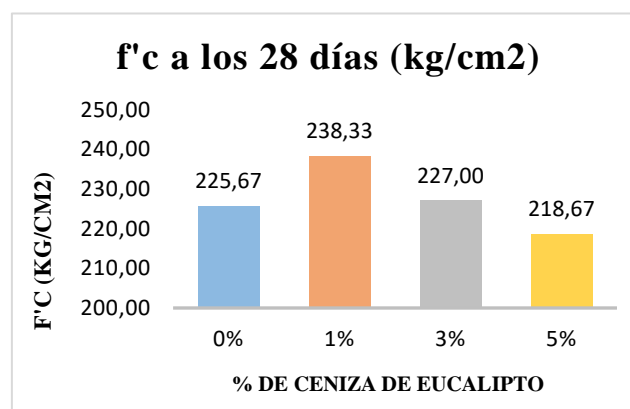


Figura 2: Resultados de las Resistencias a la compresión obtenidas a los 28 días

Se obtuvo que la muestra con 1% de adición de ceniza de eucalipto tiene una resistencia mayor a la muestra patrón superándolo en un 5.61% en resistencia (ver figura 2).

3.2.1. *Ensayo de Resistencia a la Flexión*

De acuerdo a la norma NTP 334.120 se realizó el ensayo obteniendo así los siguientes resultados:

Tabla 4: Ensayo a la flexión a los 28 días

Porcentaje de adición	P _{máx} (kN)	P _{máx} (kg)	Resistencia a la compresión V'm (kg/cm ²)
	55.00	5605.00	6.73
0%	57.00	5814.00	6.93
0%	61.00	6222.00	7.56
1%	60.00	6115.00	7.43
1%	65.00	6630.00	7.93
1%	71.00	7242.00	8.66

El módulo de rotura de la muestra con 1% (73.65 kg/cm²) y 3% (67.49 kg/cm²) de adición superan a la muestra patrón (64.14 kg/cm²) a la edad de 28 días, sin embargo, la muestra con 1% es mayor (ver tabla 4).

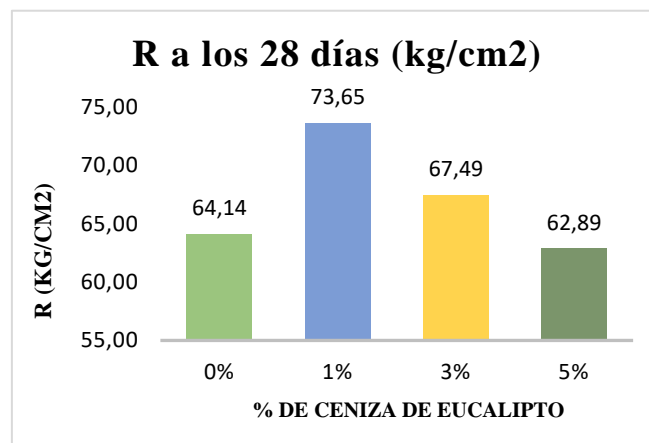


Figura 3: Resultados de Resistencias a la flexión obtenidas a los 28 días

Hay 2 especímenes superiores al patrón a los 28 días, sin embargo, la muestra con 1% es mayor a las demás, además de que supera en un 14.82% a la muestra patrón (ver figura 3).

3.2.2. *Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal en muretes*

De acuerdo a la norma NTP 399.621 se realizó el ensayo obteniendo así los siguientes resultados:

Tabla 5: Ensayo a la Compresión Diagonal a los 28 días

Vigas	Longitud entre apoyos (cm)	Pu (Kgf)	R (Kg/cm2)
Natural	16.00	186	64.14
1% Ceniza	16.10	219	73.65
3% Ceniza	16.20	199	67.49
5% Ceniza	16.10	187	62.89
		Promedio	67.04
		σ	4.81
		Promedio - σ	62.23

La resistencia a la compresión en muretes en las 3 muestras con aditivos fue mayores a las muestras patrones realizadas a los 28 días, siendo la más resistente de 8.66 kg/cm2 (ver tabla 5).

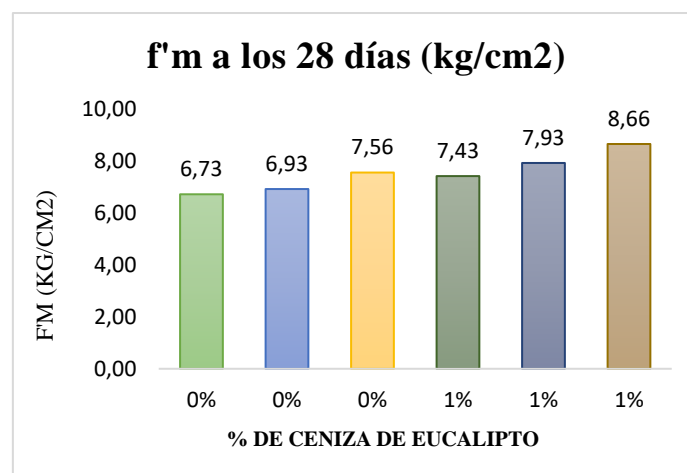


Figura 4: Resultados de Resistencias a la compresión en muretes obtenidas a los 28 días.

Todos los especímenes son superiores al patrón a los 28 días, teniendo así un promedio de resistencia en la muestra patrón de 7.07 kg/cm2 y en la adición del 1% de 8.01 kg/cm2, teniendo una superioridad de 13.30% (ver figura 4).

3.2.3. Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial en prismas

De acuerdo a la norma NTP 339.605 se realizó el ensayo obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 6: Ensayo a la compresión Axial a los 28 días

Porcentaje de adición	Pmáx (kN)	Pmáx (kg)	Rest. a la compresión a los 28 días f'm (kg/cm2)
0%	98.00	9988.00	42.46
0%	62.00	9377.00	40.63
0%	96.00	9784.00	40.91
1%	138.00	14065.00	59.78
1%	125.00	12740.00	53.38
1%	130.00	13250.00	55.95

La resistencia a la compresión en prismas con 1% de adición tiene una resistencia máxima de 55.95 kg/cm² superando a la muestra patrón con una resistencia máxima de 42.46 kg/cm² a los 28 días (ver tabla 6).

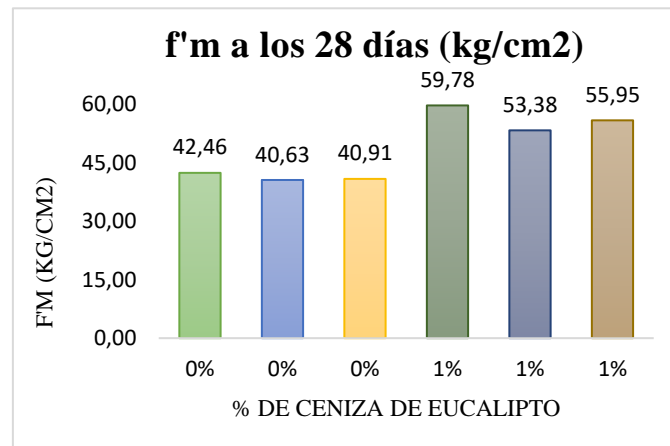


Figura 5: Resultados de Resistencias a la compresión en prismas obtenidas a los 28 días.

Los especímenes con adición son superiores al patrón a los 28 días, teniendo así un promedio de resistencia en la muestra patrón de 41.33 kg/cm² y en la adición del 1% de 56.37 kg/cm², teniendo una superioridad de 36.39% (ver figura 5).

3.3. Interpretación de Resultados mediante SPSS

Para realizar la interpretación se utilizó el programa SPSS, donde se empleó la prueba de normalidad, Shapiro – Wilks para determinar si la distribución si es normal o no y se realizó el método de ANOVA donde se evaluó si se acepta o rechaza la hipótesis nula (H0) o la hipótesis alterna (H1).

3.3.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión

Se realizó la prueba de normalidad de datos en los ensayos con adiciones de 1%, 3%, 5% y la muestra patrón para determinar si es mayor a $\alpha = 0.05$

Tabla 7: Prueba de Normalidad de datos en resistencia a la compresión

Adición ceniza de Eucalipto		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	Muestra patrón	,832	3	,194
	Adición al 1%	,993	3	,843
	Adición al 3%	1,000	3	1,000
	Adición al 5%	,923	3	,463

Para la investigación en la hipótesis 01 se tuvo una normalidad de p-valor = 0.194 siendo mayor a $\alpha = 0.05$, esto indica que la distribución es normal, por lo tanto, se puede realizar el ANOVA.

En el método ANOVA, se determinó si se acepta la hipótesis alterna (H1): La ceniza de eucalipto incide significativamente en la resistencia a la compresión del mortero o la

hipótesis nula (H0): La ceniza de eucalipto no incide significativamente en la resistencia a la compresión del mortero.

Tabla 8: Método de ANOVA

Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	596,917	3	198,972	17,686	,001
Dentro de grupos	90,000	8	11,250		
Total	686,917	11			

La significancia es de $0,001 < 0,05$. Si la probabilidad conseguida P-valor $< \alpha = 0,05$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H0), por ello se acepta la hipótesis alterna (H1), finalmente se señala que la ceniza de eucalipto si incide significativamente en la resistencia a la compresión.

3.3.2. Ensayo de Resistencia a la Flexión

Se realizó la prueba de normalidad de datos en los ensayos con adiciones de 1%, 3%, 5% y la muestra patrón para determinar si es mayor a $\alpha = 0,05$.

Tabla 9: Prueba de Normalidad de datos en resistencia a la flexión

Adición ceniza de Eucalipto		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión	Muestra patrón	1,000	3	,993
	Adición al 1%	,950	3	,570
	Adición al 3%	,941	3	,533
	Adición al 5%	,993	3	,845

Para la investigación en la hipótesis 02 se tuvo una normalidad de p-valor = 0.533 siendo mayor a $\alpha = 0,05$, esto indica que la distribución es normal, por lo tanto, se puede realizar el ANOVA.

En el método ANOVA, se determinó si se acepta la hipótesis alterna (H1): La ceniza de eucalipto t incide significativamente en la resistencia a la flexión del mortero o la hipótesis nula (H0): La ceniza de eucalipto no incide significativamente en la resistencia a la flexión del mortero.

Tabla 10: Método de ANOVA

Resistencia a la flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	228,005	3	76,002	1,014	,436
Dentro de grupos	599,715	8	74,964		
Total	827,720	11			

La significancia es de $0,436 > 0,05$. Si la probabilidad conseguida P-valor $> \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0), por ello se rechaza la hipótesis alterna (H1), finalmente se dice que la ceniza de eucalipto no incide significativamente en la resistencia a la flexión.

3.3.3. *Ensayo de Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes*

Se realizó la prueba de normalidad de datos en los ensayos con la adición de 1% y la muestra patrón para determinar si es mayor a $\alpha = 0.05$.

Tabla 11: Prueba de Normalidad de datos en resistencia a la compresión en muretes

Adición ceniza de Eucalipto		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión en muretes	Muestra patrón	,918	3	,445
	Adición al 1%	,988	3	,795

Para la investigación en la hipótesis 03 se tuvo una normalidad de p-valor = 0.445 siendo mayor a $\alpha = 0.05$, esto indica que la distribución es normal, por lo tanto, se puede realizar el ANOVA.

En el método ANOVA, se determinó si se acepta la hipótesis alterna (H1): La ceniza de eucalipto incide significativamente a la resistencia a la compresión en muretes con mortero o la hipótesis nula (H0): La ceniza de eucalipto no incide significativamente a la resistencia a la compresión en muretes con mortero.

Tabla 12: Método de ANOVA

Resistencia a la compresión en muretes					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,307	1	1,307	4,583	,099
Dentro de grupos	1,141	4	,285		
Total	2,447	5			

La significancia es de $0,099 > 0,05$. Si la probabilidad conseguida P-valor $> \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0), por ello se rechaza la hipótesis alterna, finalmente se señala que la ceniza de eucalipto no incide significativamente a la resistencia a la compresión en muretes con mortero.

3.3.4. *Ensayo de Resistencia a la Compresión Axial en Prismas*

Se realizó la prueba de normalidad de datos en los ensayos con la adición de 1% y la muestra patrón para determinar si es mayor a $\alpha = 0.05$.

Tabla 13: Prueba de Normalidad de datos en resistencia a la compresión en prismas

Adición ceniza de Eucalipto		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión en prismas	Muestra patrón	,862	3	,272
	Adición al 1%	,987	3	,784

Para la investigación en la hipótesis 04 se tuvo una normalidad de p-valor = 0.272 siendo mayor a $\alpha = 0.05$, esto indica que la distribución es normal, por lo tanto, se puede realizar el ANOVA.

En el método ANOVA, se determinó si se acepta la hipótesis alterna (H1): La ceniza de eucalipto incide significativamente a la resistencia a la compresión en prismas con mortero o la hipótesis nula (H0): La ceniza de eucalipto no incide significativamente a la resistencia a la compresión en prismas con mortero.

Tabla 14: Método de ANOVA

Resistencia a la compresión en prismas					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	339,152	1	339,152	59,794	,002
Dentro de grupos	22,688	4	5,672		
Total	361,840	5			

La significancia es de $0,002 < 0,05$. Si la probabilidad conseguida P-valor $< \alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H0), por ello se acepta la hipótesis alterna, entonces se dice que la ceniza de eucalipto sí incide significativamente a la resistencia a la compresión en prismas con mortero.

4. Discusión

El presente trabajo tuvo como objetivo general determinar la incidencia de la ceniza de eucalipto en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales; según los resultados obtenidos en los ensayos respectivos, presentan relación con Ferreira et al (2020) en su artículo científico titulado "Desechos agrícolas de materiales lignocelulósicos en compuestos de cemento", con el 1.46% de ceniza de eucalipto obtuvieron resultados referentes a las propiedades mecánicas, por lo que la resistencia a la compresión fue de 95.14 kg/cm² siendo mayor a las demás adiciones, por otro lado en la presente investigación se tiene un resultado de 238.33 kg/cm² mayor al resto en ambas investigaciones se realizó la prueba de Tukey con una significancia de 0.000 y 0.001 respectivamente siendo menor al 0.05, estadísticamente ambos resultados presentan una mejora significativa en la resistencia a la compresión.

Batista y Martins (2021) en su artículo científico titulado obtuvieron resultados en relación a la resistencia a la flexión del mortero, por lo que la muestra patrón fue de 13.26 kg/cm² y con sus adiciones (10%, 20% y 30%) consiguieron valores de manera decreciente donde la mejor resistencia a los 28 días fue de 14.28 kg/cm² de la adición de 10% demostrando que con una adición del 10% se tiene mejores resultados, en la presente investigación con

adiciones (1%, 3% y 5%) se observó que la resistencia a la flexión a 28 días es de forma decreciente obteniendo mejor resultado con el 1% siendo de 73.65 kg/cm² siendo superior a la patrón con una resistencia de 64.14 kg/cm², asimismo se tuvo coincidencia ya que a menor porcentaje mayor es la resistencia que se alcanza.

Asimismo, Goncalves, Soares y Paula (2021) en su artículo científico consiguieron resultados relacionado a la resistencia a la compresión diagonal con mortero con adiciones del 15% y 30% de ceniza, donde se obtuvo resultados a los 14 días de 8.87 kg/cm² (15%) y 5.91 kg/cm² (30%) y a los 28 días de 11.83 kg/cm² (15%) y 4.89 kg/cm² (30%) superando así solo el 15% a la muestra patrón en ambas edades demostrando que con un menor porcentaje aumenta la resistencia, además que con el 30% a los 28 días la resistencia disminuye respecto a los 14 días, estas variaciones también se encontraron en la presente investigación donde a los 28 días con 1% de adición se obtuvo 8.01 kg/cm² y en la muestra patrón de 7.07 kg/cm² teniendo así que a mayor porcentaje la resistencia disminuye, finalmente Dabou, Kanali y Abiero (2021) en su artículo lograron resultados en la resistencia a la compresión axial con mortero usando adiciones de 1% al 6% se observó que todos los resultados superan a la muestra patrón, sin embargo, el espécimen que tiene mayor resistencia es con adición del 1% (33.34 kg/cm²) notando disminución al aumentar el porcentaje de adición, asimismo en la presente investigación se tiene resultados de manera decreciente al aumentar el porcentaje y obteniendo mejor resistencia con el 1% (56.37 kg/cm²) de adición de ceniza, corroborando así la similitud en ambas investigaciones.

5. Conclusiones

Respecto al objetivo general, La adición de la ceniza de eucalipto en porcentajes de 1%, 3% y 5% en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales incide significativamente y de manera positiva para obtener mejores resistencias, siendo el más significativo la adición de 1%, al incrementar progresivamente la resistencia a la compresión y flexión. Respecto a la resistencia a la compresión con los porcentajes de 3% y 5% se obtiene resultados positivos, pero no son estadísticamente significativos como lo es el del 1% que si tiene una significancia estadística de 0.001 menor al 0.05, el cual muestra una resistencia a la compresión de 238.33 kg/cm² superando a la muestra patrón 225.67 kg/cm² siendo mejor en un 5.61%. Respecto la resistencia a la flexión con las adiciones de 1% (73.65 kg/cm²) y 3% (67.49 kg/cm²) tuvieron un efecto positivo respecto a la muestra patrón (64.14 kg/cm²), sin embargo, con la adición del 5% la resistencia es menor al patrón, por lo tanto, al aumentar los porcentajes también disminuye la resistencia, finalmente mediante el estadístico se tuvo una significancia de 0.436 el cual determinó que los resultados dados no tienen efecto relativamente positivo. Respecto la adición del 1% se obtuvo una resistencia en muretes de 8.01 kg/cm² superando a la muestra patrón 7.07 kg/cm² en un 13.30% a los 28 días, sin embargo, a pesar de tener una resistencia mejor estadísticamente no es tan significativa, ya que es mayor al p-valor de 0.05 para poder ser reemplazo parcialmente del cemento, finalmente en relación a la resistencia a la compresión en prismas se tiene resultados con el 1% de adición de 56.37 kg/cm² respecto a la muestra patrón 41.33 kg/cm² teniendo notablemente una mejoraría del 36.39% a los 28 días, además de tener una relevancia mayor a la muestra sin adición, donde

estadísticamente nos muestra una significancia de 0.002 siendo menor al p-valor, induciendo así que con la adición si incide significativamente.

Contribuciones de los autores

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://casrai.org/credit/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Estrada, J.	Reynoso, J.
Conceptualización		
Análisis formal		
Investigación		
Metodología		
Recursos		
Validación		
Redacción – revisión y edición		

Conflicto de Interés

Los autores declaran haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la preparación de este documento; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, Asimismo, estamos de acuerdo con la versión editada final de esta publicación.

Referencias

- Arias, S. y Becerra, J. (2017). *Análisis de la resistencia a compresión y a flexión en morteros elaborados congeando polímeros a base de ceniza volante y meta caolín activados alcalinamente* (tesis de pregrado). Universidad la Gran Colombia, Bogotá, Colombia.
- Batista, W. y Martins, H. (2021). Characterization of different biomass ashes as supplementary cementitious material to produce coating mortar. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125869>
- Dabou, B., Kanali, C. y Abiero, Z. (2021). Structural Performance of Laterite soil Stabilised with Cement and Blue Gum (Eucalyptus Globulus) Wood Ash for Use as a Road base Material. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 69(9), 257/264. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I9P231>
- Ferreira, P., Farinassi, R., Bedin, D., Lobo, J., Cecchin, D. y Barbari, M. (2020). Agricultural Residues of Lignocellulosic Materials in Cement Composites. *Applied Sciences*, 10(22). <https://doi.org/10.3390/app10228019>
- Goncalves, C., Soares, A., y Paula, H. (2021). Caracterización y viabilidad del uso de cenizas de biomasa vegetal en mortero. *ALCONPAT*, 11(2), 1-16. <https://doi.org/10.21041/ra.v11i2.484>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: MCGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Calidad. (2022). *CEMENTOS. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Método de ensayo*. (NTP 334.051:2022).

- Instituto Nacional de Calidad. (2023). *CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico* (NTP 334.120:2023).
- Instituto Nacional de Calidad. (2004). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería* (NTP 399.621 2004).
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.* (NTP 399.605:2018).
- Meneses, E. y Ramírez, Y. (diciembre de 2021) Materiales esenciales en franca recuperación. *Perú Construye*. Recuperado de: <http://peruconstruye.net/ED74/index.php?pag=28>
- Ogunwemino, I. O., Olaide, L. O., y Familusi A. O., (2019). Evaluation of eucalyptus kernel as partial replacement for coarse aggregate in concrete. *Journal of New Trends in Civil Engineering* , 1(2), 1-4.
- Paricaguán, B. y Muñoz, J. (2019). Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. *INGENIERÍA UC*, 26(2). 202-212.
- Sánchez, M. (2016). Comparación de la resistencia mecánica de pilas sometidas a compresión axial y muretes sometidos a compresión diagonal con y sin tarrajeo, utilizando unidades de albañilería fabricados en las ladrilleras de San Jerónimo Cusco entre los años 2014 al 2015. Tesis [Para obtener el título de Ingeniero Civil]. Universidad Alas Peruanas, Cusco.
- Silva, T., Lara, L., Silva, G., Provis, J. y Bezerra, A. (2022). Alkali-activated materials produced using high-calcium, high-carbon biomass ash. *Cement and Concrete Composites*, 132, 104646. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104646>.
- Soto, G. y Sánchez, L. (2017). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo rafón producido en Quimistán, Chamelecón y Florida, Honduras. *INNOVARE*, 6(1), 97-116. <https://doi.org/10.5377/innovare.v6i1.4948>
- Vásquez, P. (2018). Efecto de la esbeltez en la compresión axial en pilas de albañilería, Trujillo, La Libertad, 2018. (tesis de grado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.