

Adherence of Cement-Sand Mortar in Masonry Stacks with the Addition of Lime or Interior Adhesive, Cajamarca, Peru

Walter Isaac, Chuquiruna Quispe ¹; Joan Jean Pierre, Mendoza Vasquez ²; Miguel Angel, Mosqueira Moreno Dr. ³

¹Universidad Privada del Norte (UPN) Cajamarca, Perú. n00201187@upn.pe

²Universidad Privada del Norte (UPN) Cajamarca, Perú. n00218802@upn.pe

³Universidad Privada del Norte (UPN) Cajamarca, Perú. miguel.mosqueira@upn.pe

Abstract– Masonry is the most used construction technique in buildings, with one of the most frequent failures being the lack of adherence between its units. Therefore, this research evaluated the influence of adding lime or gray interior adhesive on the adherence of the mortar. The objective of this investigation was to determine how much these materials influence the adherence property between mortar and brick, in an economical way with significant (Integral) improvement in the Cajamarca region or under similar conditions. For this purpose, adherence tests were conducted on mortar with a 1:4 ratio of cement and sand, adding different proportions (1/8, 1/4, 1/2, 3/4) of lime or interior adhesive, creating 4 stacks of three units for each experiment, with a total of 90 stacks. The results indicated that both additions provided more adherence in all samples compared to the standard sample, with the 3/4 lime sample improving by more than 90.68% compared to the standard sample, and the maximum improvement for the adhesive was in the 1/8 interior adhesive sample with 45.57%. These findings suggested that adding lime or interior adhesive could be an effective strategy to enhance the adherence property in semi-industrial masonry mortars with a 1:4 ratio, with lime being the most effective addition.

Keywords– Mortar, lime, interior adhesive, adhesion property.

Adherencia del Mortero Cemento Arena en pilas de Albañilería al Adicionar Cal o Pegamento para Interiores Cajamarca, Perú

Walter Isaac, Chuquiruna Quispe ¹; Joan Jean Pierre, Mendoza Vasquez ²; Miguel Angel, Mosqueira Moreno Dr. ³

¹Universidad Privada del Norte (UPN) Cajamarca, Perú. n00201187@upn.pe

²Universidad Privada del Norte (UPN) Cajamarca, Perú. n00218802@upn.pe

³Universidad Privada del Norte (UPN) Cajamarca, Perú. miguel.mosqueira@ upn.pe

Resumen– La albañilería es una técnica de construcción más usada en las edificaciones, siendo una de las fallas más comunes la falta de adherencia entre sus unidades por lo que en esta investigación se ha evaluado la influencia de la adición de cal o pegamento para interiores gris en la adherencia del mortero. Esta indagación tuvo como objetivo determinar en cuánto influye, la adición de estos materiales, en la propiedad de la adherencia entre el mortero y el ladrillo, de una manera económica con una mejora significativa (Integral) en la región de Cajamarca o en condiciones similares. Para ello se realizaron ensayos de adherencia en el mortero de proporción de 1:4 de cemento y arena, con adición de diferentes proporciones (1/8, 1/4, 1/2, 3/4) de cal o pegamento para interiores realizando 4 pilas de tres unidades por cada experimento, con un total de 90 pilas. Los resultados indicaron que las dos adiciones proporcionaron más adherencia en todas las muestras con respecto a la muestra patrón, siendo la muestra de 3/4 de la cal la que mejora en más del 90.68 % con respecto a la muestra patrón y con respecto al pegamento la mejora máxima fue con la muestra de 1/8 de pegamento para interiores con un 45.57%. Estos hallazgos sugirieron que la adición de cal o de pegamento para interiores puede ser una estrategia efectiva para mejorar la propiedad de adherencia en los morteros de albañilería semiindustrial de proporción 1:4, siendo la cal la adición más efectiva.

Palabras clave-- mortero, cal, pegamento para interiores, propiedad de adherencia

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo se basa en la tesis “Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024”, la cual se encuentra en el repositorio de la Universidad Privada del Norte de la sede en Cajamarca [1].

Esta investigación se centró en el estudio de la adherencia que tiene el mortero, de proporción 1:4 con respecto al cemento y arena gruesa, con el ladrillo King Kong 18 huecos en la albañilería semi industrial; donde es una propiedad entre materiales que no se ha investigado tanto, como si se ha estudiado su efecto en la resistencia comprensión y cortante.

El motivo de este estudio es conocer la adherencia del mortero convencional y el ladrillo de 18 huecos, y determinar la variación que tiene la misma al adicionarle cal o pegamento para interiores gris. Esta propuesta toma en cuenta estos

aditivos para mejorar las propiedades mecánicas del concreto [1].

La ciudad de Cajamarca - Perú ha sufrido transformaciones importantes en su crecimiento económico además de su cantidad de habitantes en los últimos años. Esto ha implicado que se requieran mejores infraestructuras para vivir y satisfacer sus necesidades. Una de las alternativas más empleadas son las construcciones de albañilería, que consiste en unidades de albañilería unidas con mortero [2].

La calidad de los materiales, la mezcla con otros componentes y el método de construcción han avanzado en las edificaciones de albañilería a nivel mundial. Esto se ha debido a que los eventos sísmicos son eventos muy desastrosos, pero se comprobó que los edificios de albañilería resistieron de manera más efectiva con algunas mejoras constructivas [3].

Hay que señalar que la cal es el conglomerante que el ser humano ha empleado desde épocas antiguas que se obtiene de la calcinación de rocas carbonatadas. Los morteros de cal han recuperado importancia en la actualidad, debido a que se necesita restaurar y rehabilitar antiguas edificaciones monumentales con los materiales originales [4].

En la Norma peruana E 0.70 se establecen las proporciones de cal necesarias para su uso en la construcción, ya que es un material normado y ampliamente utilizado. Sin embargo, existen otras adiciones que pueden mejorar la adherencia del mortero convencional. Entre estas, se encuentra el pegamento para interiores gris, el cual ha sido implementado en la práctica por algunos maestros de obra con el objetivo de mejorar la calidad de la adherencia en las uniones. Este material es valorado por su capacidad para incrementar la cohesión de las mezclas, ofreciendo un acabado más uniforme y resistente. Su uso contribuye a mejorar la fijación del mortero a los ladrillos o superficies, optimizando los resultados en términos de durabilidad y calidad del trabajo en la construcción [5].

Ante la situación del país, resulta importante buscar alternativas económicas y prácticas que permitan mejorar la propiedad de adherencia del mortero y unidad de albañilería. Una de las alternativas para mejorar las propiedades de los morteros es la incorporación de la Cal al mortero convencional ha evidenciado tener un efecto positivo, incrementando tanto la resistencia a la compresión como a la tracción. Además, la Cal

mejora la trabajabilidad y la plasticidad del mortero, facilitando su aplicación y reduciendo las fisuras [1].

Mejorar la adherencia entre las unidades y el mortero en la construcción de albañilería es fundamental para aumentar la resistencia estructural de las edificaciones ante las fuerzas sísmicas, más importante aún ya que la ciudad de Cajamarca esta en alto riesgo sísmico. Una mejora en la adherencia significa que el mortero y los ladrillos trabajarán de manera más integrada, lo que permite que la estructura distribuya de manera más uniforme las fuerzas a las que está sometida.

Durante un sismo, las fuerzas sísmicas son principalmente horizontales y pueden provocar desplazamientos y fallas en las uniones de la albañilería si estas no son lo suficientemente fuertes. Al mejorar la adherencia, las uniones entre el mortero y los ladrillos resisten mejor estos esfuerzos horizontales, reduciendo el riesgo de que se produzcan grietas o que las unidades se separen. Esto contribuye a una mayor estabilidad y seguridad de la edificación, ya que puede absorber y disipar mejor la energía generada por los movimientos sísmicos, disminuyendo los daños estructurales y protegiendo a los ocupantes [5].

En esta investigación se buscó determinar otra forma de cómo mejorar la adherencia del mortero convencional a las unidades de albañilería. Este enfoque abarca tanto aspectos técnicos como económicos, con el objetivo de encontrar soluciones que permitan aumentar la calidad y eficiencia del mortero [1].

II. MARCO DE REFERENCIA

La normativa en relación con el mortero para esta investigación es la siguiente:

- Nch 167 Construcción de ladrillos – Cerámicos – Ensayos [6].

En cuanto al mortero es un material de construcción compuesto de cemento, arena y agua. Utilizado para unir ladrillos, bloques y piedras en la construcción de estructuras.

A. Definiciones Esenciales

Este apartado introduce y aclara diversos términos vinculados con el mortero y otros materiales relacionados con este contexto.

- Cemento: Es un conglomerante producido mediante una combinación de caliza y arcilla, siendo una sustancia en polvo que, al mezclarse con agua en cantidades adecuadas, genera una pasta sólida con la capacidad de endurecer a gran medida en condiciones acuáticas como por ejemplo al aire, formando compuestos muy estables [7].

- Agregados: Componentes fundamentales del concreto, tienen un origen dual. Por un lado, la naturaleza, a través de procesos de meteorización y erosión, proporciona agregados naturales como la arena y la grava. Por otro, la industria de la construcción, mediante la trituración mecánica de rocas, obtiene agregados de granulometría controlada. Esta combinación de fuentes naturales y artificiales garantiza la disponibilidad y diversidad de agregados para satisfacer las demandas de la construcción moderna [8].
- Cal: un material milenario con múltiples usos en la construcción se produce a partir de la cocción de roca caliza y aporta propiedades únicas a las mezclas de mortero [1].
- Pegamento para cerámicos para interiores gris: Es un adhesivo especializado diseñado para garantizar una adhesión óptima en materiales de construcción en interiores. Se presenta en forma de polvo que, al mezclarse con agua, forma una pasta de alta adherencia [1].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales, equipos, personal:

En el año 2024, en el distrito de Cajamarca, Perú, se llevó a cabo una investigación en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, ubicado en la sede de esta ciudad. Para la elaboración de las pilas que formaron parte del estudio, se emplearon diversos materiales de construcción cuidadosamente seleccionados. Entre ellos, se utilizó cal de obra, en presentaciones de 20 kilogramos; arena adquirida en latas, elegida para cumplir con las normativas correspondientes; pegamento para interiores de color gris, disponible en presentaciones de 25 kilogramos; ladrillos de fabricación semiindustrial; cemento Portland Tipo 1, y agua potable.

El análisis y los ensayos realizados durante la investigación se apoyaron en equipos especializados y materiales del laboratorio. Entre ellos figuraron una máquina de compresión, balanzas de precisión, un vernier para mediciones exactas, una computadora portátil para el registro y procesamiento de datos, así como diversas herramientas manuales que complementaron las actividades experimentales.

B. Muestras en estudio:

La elección de las muestras se realiza mediante un método de muestreo no probabilístico intencional, pero elaborando más especímenes que los indicados en la normativa para mejorar el nivel de confiabilidad de los resultados, se desarrollaron 10

pilas por cada dosificación de mortero: la dosificación de control, junto con las dosificaciones de prueba 1:1/8, 1:1/4, 1:1/2, 1:3/4 adicionando cal o el pegamento gris para interiores. Lo que suma un total de 90 pilas.

TABLA I
POBLACIÓN Y MUESTRA

Proporción	X1: Adicionando cal	X2: Adicionando pegamento para interiores gris	TOTAL
1 - 1/8	10 pilas	10 pilas	20 pilas
1 - 1/4	10 pilas	10 pilas	20 pilas
1 - 1/2	10 pilas	10 pilas	20 pilas
1 - 3/4	10 pilas	10 pilas	20 pilas
Sin Adición		10 pilas	10 pilas
		Total	90 pilas

Fuente: "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024" [1].

C. Técnicas e instrumentos de recopilación de información:

El instrumento que se usó para la recolección de datos en investigación fueron las de observación y protocolos establecidos por el laboratorio de la Universidad y otros protocolos diseñados a partir de la normativa a usar.

Se usará las normativas respectivas para cada uno de los ensayos, donde se encuentran:

- NTP 399.613 - 339.604 Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería [9] [10].
- NTP 399.613. Alabeo de la unidad de albañilería [9].
- NTP 399.604 399.613 Absorción de la unidad de albañilería [9] [10].
- NTP 399.613 - 399.604 Variación dimensional de la unidad de albañilería [9] [10].
- Nch 167 Construcción de ladrillos – Cerámicos – Ensayos [6].

D. Técnicas e instrumentos de análisis de información:

Se realizó el análisis de los datos con el software Excel para así verificar si se cumplió o no el objetivo del estudio. Obteniéndose las tablas y figuras que se muestran en el apartado de resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Análisis granulométrico mediante tamizado en seco de la arena gruesa

TABLA II
RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO.

Malla	Abertura	P.R.	% RP	% RA	% que pasa
Nº4	4,76	0	0	0	100
Nº8	2,5	56.7	2.84	2.84	97.2
Nº16	1.25	572.1	28.69	31.53	68.5
Nº30	0,63	533.7	26.76	58.3	41.7
Nº50	0,315	504.2	25.28	83.58	16.4
Nº100	0,16	256.5	12.86	96.44	3.6
Nº200	0,08	58.4	2.93	99.37	0.6
Cazoleta	0	12.5	0.63	100	0
Total		1994.1			

Fuente: "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024" [1].

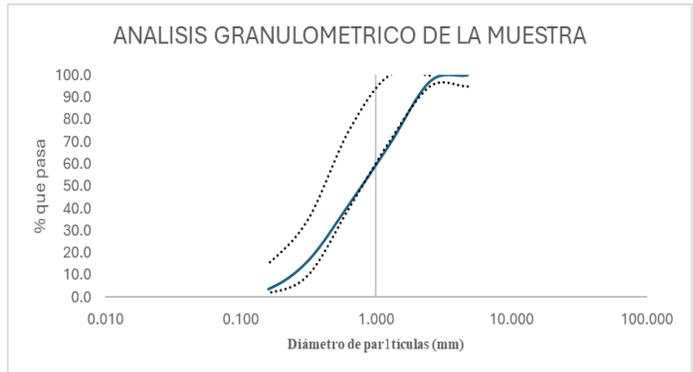


Fig. 1 Curva granulométrica del agregado [1].

Podemos verificar en la tabla II y Fig. que la arena usada para el mortero cumplió con la calidad requerida según la normativa peruana E.070 Albañilería [5].

TABLA III
RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA DE LA MUESTRA PATRÓN

ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA	ADHERENCIA kgf/cm2	ADHERENCIA Mpa
PILA 1	2268	3.984	0.391
PILA 2	2694	4.839	0.475
PILA 3	2371	4.156	0.408
PILA 4	2694	4.688	0.460
PILA 5	2286	3.901	0.383
PILA 6	2520	4.488	0.440
PILA 7	2185	3.878	0.380
PILA 8	2105	3.757	0.369
PILA 9	2329	4.253	0.417
PILA 10	2464	4.482	0.440
promedio	2391.6	4.243	0.416

Fuente: "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024" [1].

El promedio de la muestra patrón que consiste en tres ladrillos unidos con mortero sin aditivo tiene una resistencia a la adherencia de 0.4162 Mpa, para hallar la adherencia, se dividió la carga máxima entre las áreas que soportaron la carga, como lo indica la normativa. Además, el coeficiente de variabilidad es del 8.72%, situándose dentro del rango aceptable del 10%. Esto refleja una baja variación de los datos, garantizando que los datos son consistentes en relación con la media.

TABLA IV

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA DE LA MUESTRA 1-1/8 DE CAL

ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA	ADHERENCIA kgf/cm ²	ADHERENCIA Mpa
PILA 11	2541	4.592	0.450
PILA 12	2353	4.139	0.406
PILA 13	2458	4.405	0.432
PILA 14	2230	3.816	0.374
PILA 15	2468	4.198	0.412
PILA 16	2736	4.930	0.484
PILA 17	2233	4.027	0.395
PILA 18	2559	4.589	0.450
PILA 19	2392	4.235	0.415
PILA 20	2454	4.422	0.434
Promedio	2442.4	4.335	0.425

Fuente: "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024" [1].

Los valores de adherencia de la muestra con adición de 1/8 de cal tienen una resistencia medida de 0.425 MPa, con un máximo de 0.484 MPa y un mínimo de 0.374 MPa. Además, el coeficiente de variabilidad es del 7.41%, situándose dentro del rango aceptable del 10%. Esto refleja una baja variación de los datos, garantizando que los datos son consistentes en relación con la media. Siendo esta muestra del aditivo con cal la que menos varío con respecto a la muestra patrón.

TABLA V

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA DE LA MUESTRA 1-3/4 DE CAL.

ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA	ADHERENCIA kgf/cm ²	ADHERENCIA Mpa
PILA 41	4643	8.766	0.860
PILA 42	4801	8.646	0.848
PILA 43	4532	8.403	0.824
PILA 44	4364	8.251	0.809
PILA 45	4430	8.039	0.789
PILA 46	4096	7.472	0.733
PILA 47	4129	7.474	0.733
PILA 48	4293	7.974	0.782
PILA 49	4549	8.219	0.806
PILA 50	4450	7.652	0.751
Promedio	4428.7	8.089	0.794

Fuente: "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024" [1].

Los valores de adherencia de la muestra con adición de 3/4 de cal tienen una media de 0.794 MPa, con un máximo de 0.856

MPa y un mínimo de 0.733 MPa. Además, el coeficiente de variabilidad es del 5.64%, situándose dentro del rango aceptable del 10%. Esto refleja una baja variación de los datos, garantizando que los datos son consistentes en relación con la media. Siendo esta muestra del aditivo con cal la que más varío con respecto a la muestra patrón.

TABLA VI

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA DE LA MUESTRA 1-1/4 DE PEGAMENTO DE INTERIORES GRIS

ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA	ADHERENCIA kgf/cm ²	ADHERENCIA Mpa
PILA 61	3096	5.731	0.562
PILA 62	2886	5.301	0.520
PILA 63	3842	7.244	0.711
PILA 64	3290	6.032	0.592
PILA 65	3207	5.595	0.549
PILA 66	3355	6.432	0.631
PILA 67	3122	5.706	0.560
PILA 68	3543	6.668	0.654
PILA 69	3449	6.621	0.650
PILA 70	3492	6.429	0.631
Promedio	3328.2	6.176	0.606

Fuente: "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024" [1].

Los valores de adherencia de la muestra con adición de 1/4 de cal tienen una media de 0.535 MPa, con un máximo de 0.558 MPa y un mínimo de 0.478 MPa. Además, el coeficiente de variabilidad es del 5.31%, situándose dentro del rango aceptable del 10%. Esto refleja una baja variación de los datos, garantizando que los datos son consistentes en relación con la media. Siendo esta muestra del aditivo con pegamento para interiores gris la que más varío con respecto a la muestra patrón.

TABLA VII

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA DE LA MUESTRA 1-3/4 DE PEGAMENTO DE INTERIORES GRIS

ESPECIMEN	CARGA MÁXIMA	ADHERENCIA kgf/cm ²	ADHERENCIA mpa
PILA 81	3245	5.912	0.580
PILA 82	2684	4.853	0.476
PILA 83	3027	5.616	0.551
PILA 84	3095	5.585	0.548
PILA 85	3002	5.156	0.506
PILA 86	3137	5.916	0.580
PILA 87	3077	5.535	0.543
PILA 88	3428	6.348	0.623
PILA 89	3027	5.717	0.561
PILA 90	3023	5.479	0.537
Promedio	3074.5	5.612	0.550

Fuente: "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024" [1].

Los valores de adherencia de la muestra con adición de 3/4 de pegamento para interiores gris tienen una media de 0.551 MPa, con un máximo de 0.623 MPa y un mínimo de 0.476 MPa. Además, el coeficiente de variabilidad es del 7.38%, situándose dentro del rango aceptable del 10%. Esto refleja una baja variación de los datos, garantizando que los datos son consistentes en relación con la media. Siendo esta muestra del aditivo con pegamento para interiores gris la que menos varío con respecto a la muestra patrón.

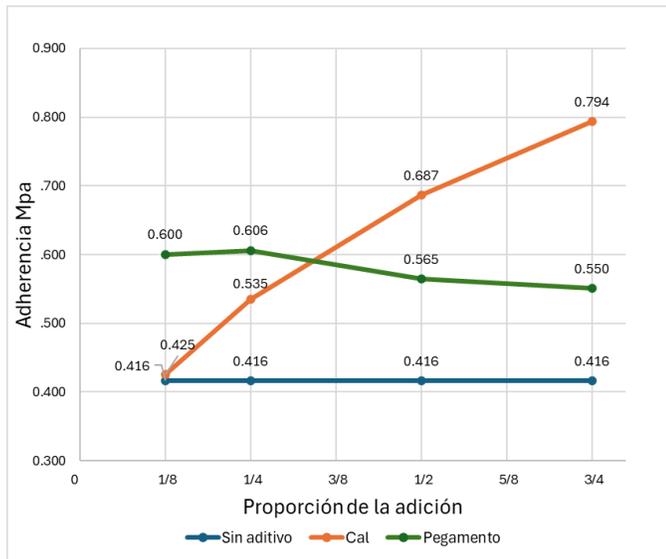


Fig. 2 Resumen del promedio de los resultados

Aquí podemos ver el resumen de los resultados obtenidos con respecto a los ensayos realizados a la resistencia de la adherencia, donde la muestra patrón obtuvo el menor valor, mientras que la adición de cal en proporción 3/4 logró el mayor valor, casi duplicando al de la primera.

TABLA VIII
COMPARATIVA ENTRE EL AUMENTO DEL PRECIO Y LA ADHERENCIA

	Precio de mortero	
	% de aumento del costo	Adherencia (%)
Sin aditivo	100%	100%
Cal (3/4)	144%	191%
Pegamento (1/8)	117%	146%

Cuando añadimos cal, el precio aumenta a 144% con respecto al precio inicial, mientras que la adherencia se incrementa significativamente a 191%. Por otro lado, al usar pegamento, el precio aumenta a 117% con respecto al precio inicial y la adherencia a 146%. Los precios que se usaron fueron los encontrados en la ciudad de Cajamarca.

Las implicaciones técnicas de este estudio, desde la perspectiva de la ingeniería estructural, se relacionan directamente con la calidad de la adherencia entre el mortero modificado y las unidades de ladrillo. Una buena adherencia es fundamental para garantizar la transmisión eficiente de esfuerzos en elementos de albañilería, lo que influye en la estabilidad, resistencia y durabilidad de los muros. La incorporación de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones podría modificar no solo el comportamiento mecánico del mortero, sino también su compatibilidad con los ladrillos, afectando potencialmente la vida útil de la estructura. Además, consideramos que la adherencia es una propiedad fundamental en la albañilería confinada, dado que permite que se comporte de forma monolítica

VI. CONCLUSIONES

- La incorporación de cal al mortero convencional evidenció una mejora notable en la adherencia entre el mortero y el ladrillo, mostrando una mayor resistencia comparada con el mortero sin aditivos. En particular, la inclusión de 1/8 de cal aumentó la resistencia en un 2.18% (0.425 MPa), mientras que con 1/4 de cal, el incremento fue del 28.58% (0.535 MPa). Al añadir 1/2 de cal, la resistencia se incrementó en un 64.99% (0.687 MPa), y con 3/4 de cal, se logró la mayor resistencia, mejorando un 90.68% (0.794 MPa). Estos resultados indican que la cal es un aditivo muy eficaz para mejorar la adherencia del mortero al ladrillo, y que su efectividad aumenta con mayores proporciones.
- La adición de pegamento para interiores gris como aditivo también mejoró la adherencia en comparación con el mortero sin aditivos. Con 1/8 de pegamento, la mejora alcanzó un 44.23% (0.600 MPa), y con 1/4, fue del 45.57% (0.605 MPa). No obstante, a partir de esta cantidad, la resistencia comenzó a disminuir. La mezcla con 1/2 de pegamento presentó una mejora del 35.66% (0.565 MPa), y con 3/4, la mejora fue del 32.27% (0.550 MPa). Esto indica que, aunque el pegamento para interiores gris mejora la adherencia, su efectividad es mayor cuando se utiliza en bajas proporciones.
- El análisis realizado permitió concluir que la adherencia del mortero se ve considerablemente influenciada por la adición de cal o pegamento para cerámica de interiores gris. La cal, en distintas proporciones, mostró una mejora progresiva en la adherencia, alcanzando incrementos de hasta un 90.68% con una proporción de 3/4 comparado con el mortero sin aditivos. Por otro lado, el pegamento para cerámica de interiores gris también mejoró la adherencia, aunque de manera más moderada, logrando mejoras de hasta un 45.57% con 1/4 de adición.

- La adición de cal al mortero incrementa su adherencia hasta un 91%, mientras que el pegamento la aumenta hasta un 46%. Sin embargo, este incremento en la adherencia se corresponde con un aumento en el precio del mortero del 44% para la cal y del 17% para el pegamento. Por lo tanto, la cal ofrece una mayor mejora en la adherencia, pero a un costo significativamente mayor que el pegamento. Si la adherencia es el factor más importante, la cal podría ser la opción más rentable a pesar del mayor aumento de costo. Si el costo es el factor más importante, el pegamento es más preferible.

[10] Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, "Norma Técnica Peruana NTP 399.604: Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto," 3ª ed., Lima, Perú, 2002.

REFERENCES

- [1] W. I. Chuquiruna Quispe y J. J. P. Mendoza Vásquez, "Influencia de la adición de cal o pegamento para interiores en diferentes proporciones al mortero 1:4, en la adherencia de una pila de 3 unidades, Cajamarca 2024," Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, 2024.
- [2] V. M. Vargas Salazar, "Influencia del tipo de mortero y espesor de junta en la resistencia a compresión diagonal de muretes fabricados con albañilería semi industrial de Cajamarca," Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4604/Tesis%20V%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [3] P. J. Castro Huamán, "Evaluación de la capacidad máxima de la albañilería confinada, con ladrillos artesanales de arcilla y de concreto, en el distrito de Cutervo, 2021," Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2023. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6080>
- [4] J. García Cuadrado, "Elaboración de morteros de cal y bastardos para albañilería fabricados con áridos siderúrgicos," Tesis de licenciatura, Universidad de Burgos, 2017. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10259/5174>
- [5] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, "Norma técnica E.0.70: Albañilería," SENCICO, 2006. [Online]. Available: <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view>
- [6] Instituto Nacional de Normalización, "Norma Chilena Oficial NCh 167: Construcción de ladrillos – Cerámicos - Ensayos," Chile, 2001. [Online]. Available: <https://www.cesmec.cl/medios/DIC/normas/NCh167Of2001.pdf>
- [7] Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, "Norma Técnica Peruana NTP 334.090: Cementos. Cementos Portland adicionados. Requisitos," 5ª ed., Lima, Perú, 2013.
- [8] Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, "Norma Técnica Peruana NTP 400.037: Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto," 3ª ed., Lima, Perú, 2014.
- [9] Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, "Norma Técnica Peruana NTP 399.613: Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto," 1ª ed., Lima, Perú, 2005.