

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de los ladrillos de king kong de concreto elaboradas con aditivo plastificante en Abancay-Apurímac, 2024

Asesor:

Dr. Soto Palomino, Wilfredo

Autor:

Miranda Aroni, Wilson

Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac - Perú

2025

Acta de sustentación



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 010

En la ciudad de Abancay año 2025 en el mes de febrero día miércoles del 12 siendo las 11:00 am, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0121-2025-EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 03 de febrero del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel
Dictaminante :	Ing. Gamarra Mota, Rubén
Replicante :	Ph.D. Vásquez Ramírez, Abbon Alex

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de los ladrillos de king kong de concreto elaboradas con aditivo plastificante en Abancay-Apurimac. 2024

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: Miranda Aroni, Wilson

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Miranda Aroni, Wilson	Aprobado

Siendo las 12:36 del mediodía concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel

Dictaminante: Ing. Gamarra Mota, Rubén

Replicante: Ph.D. Vásquez Ramírez, Abbon Alex

Abancay 19 de febrero del 2025

* Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 309.

(*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.
(**) 9 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.

Reporte de similitud

Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de los ladrillos de king kong de concreto elaboradas con aditivo plastificante en Abancay-Apurímac, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	22%	4%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	3%
3	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	3%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	Miranda Aroni Wilson
Tipo de Documento de Identidad	DNI
Número de Documento de Identidad	46072991
URL ORCID	https://orcid.org/0009-0001-2373-1696
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	Soto Palomino Wilfredo
Tipo de Documento de Identidad	DNI
Número de Documento de Identidad	41934951
ORCID	https://orcid.org/0000-0001-5926-8077
Datos de la investigación	
Facultad	Ingeniería
Escuela Profesional	Ingeniería civil
Línea de Investigación	Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	Marzo del 2023 al diciembre del 2023
Fuente de financiamiento	Propia
Porcentaje de similitud	24%
URL de OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford# 2.01.01

Dedicatoria

A mis padres y hermano por su amor y apoyo constante e incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y perseverancia.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres por su amor y apoyo incondicional, a mi asesor de tesis Dr. Wilfredo Soto Palomino, por su valiosa orientación y paciencia, a mis amigos y compañeros por su constante ánimo y compañía, y a todos mis profesores y a la Universidad por proporcionar los recursos y el conocimiento necesario para la realización de esta tesis. A todos ustedes, gracias por ser parte esencial de este logro.

Resumen

El objetivo de la tesis es el análisis comparativo de la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto tipo king kong elaborados con aditivo plastificante en la ciudad de Abancay, Apurímac, durante el año 2024. La metodología de la investigación es aplicada nivel de la investigación descriptivo y correlacional, diseño experimenta, enfoque cuantitativo; El estudio se enfoca en evaluar cómo la incorporación de un aditivo plastificante afecta las propiedades mecánicas y físicas de estos ladrillos con una dosificación del 5%, 10% y 15%, da un resultado de los parámetros cuantitativos de esfuerzo a la compresión promedio de $f'c = 216\text{kg/cm}^2$, $f'c = 216.70\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 217.49\text{kg/cm}^2$, con el objetivo de mejorar la calidad de los materiales de construcción utilizados en la región. Se realizaron pruebas experimentales para determinar la influencia del aditivo en la resistencia a la compresión de los ladrillos, con resultados que muestran variaciones significativas en las propiedades estructurales según el porcentaje de aditivo utilizado. En conclusión de esta investigación proporcionan información valiosa para optimizar los materiales de construcción, contribuyendo a la seguridad y eficiencia de las edificaciones en zonas sísmicas y climáticas particulares.

Palabras clave: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, aditivo plastificante, alabeo, calidad del material.

Abstract

The objective of the thesis is the comparative analysis of the compressive strength of king kong type concrete bricks made with a plasticizer additive in the city of Abancay, Apurímac, during the year 2024. The research methodology is applied level of descriptive and correlational research, experimental design, quantitative approach; The study focuses on evaluating how the incorporation of a plasticizing additive affects the mechanical and physical properties of these bricks with a dosage of 5%, 10% and 15%, giving a result of the quantitative parameters of average compressive stress of $f_c = 216\text{kg/cm}^2$, $f_c = 216.70\text{kg/cm}^2$ and $f_c = 217.49\text{kg/cm}^2$, with the aim of improving the quality of the construction materials used in the region. Experimental tests were carried out to determine the influence of the additive on the compressive strength of the bricks, with results that show significant variations in structural properties depending on the percentage of additive used. In conclusion, this research provides valuable information to optimize construction materials, contributing to the safety and efficiency of buildings in particular seismic and climatic zones.

Keywords: compression resistance, flexural resistance, plasticizing additive, warping, material quality.

Índice

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice.	ix
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xvi
Índice de anexos	xviii
I. Introducción	19
II. Planteamiento del problema	21
2.1. Descripción y formulación del problema	23
2.1.1. Problema general	23
2.1.2. Problemas específicos.....	24
2.2. Objetivos.....	24
2.2.1. Objetivo general	24
2.2.2. Objetivos específicos.....	24

2.3. Justificación e importancia	24
2.4. Hipótesis	26
2.4.1 Hipótesis general	26
2.4.2 Hipótesis específicas.....	26
2.5. Variables.....	26
III. Marco Teórico	29
3.1. Antecedentes.....	29
3.2. Bases teóricas	36
3.3. Definición de términos	45
IV. Metodología	47
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	47
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	48
4.3. Población y muestra	48
4.4. Instrumentos	49
4.5. Procedimientos	49
4.6. Análisis de datos.....	50
4.7. Consideraciones éticas.....	50
V. Resultados y discusión.....	52
5.1. Propiedades físicas	52
VI. Conclusiones	90
VII. Recomendaciones.....	91

VIII. Referencias.....	92
IX. Anexos	98

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de Variables	27
Tabla 2. Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable alabeo de los ladrillos de king kong de concreto elaboradas con aditivo plastificante.....	52
Tabla 3. Resultados de la prueba de alabeo de la cara superior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	53
Tabla 4. Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara superior convexidad lado izquierdo (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	55
Tabla 5. Resultados de la prueba de alabeo de la cara superior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	56
Tabla 6. Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara superior convexidad lado derecho (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	58
Tabla 7. Resultados de la prueba de alabeo de la cara superior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	58
Tabla 8. Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara superior concavidad centro (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	60

Tabla 9. Resultados de la prueba de alabeo de la cara inferior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	61
Tabla 10. Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado izquierdo (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	63
Tabla 11. Resultados de la prueba de alabeo de la cara inferior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	63
Tabla 12. Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado derecho (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	65
Tabla 13. Resultados de la prueba de alabeo de la cara inferior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	66
Tabla 14. Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara inferior concavidad centro (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante.....	68
Tabla 15. Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable absorción.....	68
Tabla 15. Resultados de la prueba de absorción (%) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	69
Tabla 17. Análisis de varianza de los promedio de absorción (%) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	71

Tabla 18. Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable variación dimensional	71
Tabla 19. Resultados de la prueba de variación dimensional longitud (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	72
Tabla 20. Análisis de varianza de los promedio de variación dimensional longitud (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	74
Tabla 21. Análisis de Tukey de los promedio de variación dimensional longitud (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	75
Tabla 22. Resultados de la prueba de variación dimensional altura (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	76
Tabla 23. Análisis de varianza de los promedio de variación dimensional altura (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	78
Tabla 24. Resultados de la prueba de variación dimensional ancho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	78
Tabla 25. Análisis de varianza de los promedio de variación dimensional ancho (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	80
Tabla 26. Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable resistencia a la compresión	81
Tabla 27. Resultados de la prueba de la Resistencia a la compresión (kg/cm ²) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	82

Tabla 28. Análisis de varianza de los promedio de la Resistencia a la compresión (kg/cm²) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante..... 84

Tabla 29. Análisis de Tukey de los promedio de la Resistencia a la compresión (kg/cm²) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante 85

Índice de figuras

Figura 1. Promedio de alabeo de la cara superior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	55
Figura 2. Promedio de alabeo de la cara superior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	57
Figura 3. Promedio de alabeo de la cara superior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	60
Figura 4. Promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	62
Figura 5. Promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	65
Figura 6. Promedio de alabeo de la cara inferior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	67
Figura 7. Promedio de absorción (%) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	70
Figura 8. Promedio de variación dimensional longitud (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	74
Figura 9. Promedio de variación dimensional altura (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	77
Figura 10. Promedio de variación dimensional ancho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante	80

Figura 11. Promedio de la resistencia a la compresión (kg/cm²) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante 84

Índice de anexos

Anexo 01. Matriz de consistencia	99
Anexo 02. Panel fotográfico	101
Anexo 03. Análisis de laboratorio, Resistencia a la compresión, alabeo, absorción y variación dimensional	113

I. Introducción

La construcción es un sector fundamental en el desarrollo de infraestructuras, donde la calidad de los materiales empleados es crucial para garantizar la seguridad y durabilidad de las edificaciones. En la región de Apurímac, los ladrillos de concreto tipo king kong son ampliamente utilizados debido a su resistencia y adaptabilidad a las condiciones climáticas y sísmicas locales. Sin embargo, existe una creciente necesidad de mejorar las propiedades mecánicas de estos ladrillos para optimizar su rendimiento estructural y, al mismo tiempo, reducir costos y minimizar el impacto ambiental asociado a su fabricación.

En respuesta a esta necesidad, la incorporación de aditivos plastificantes en la fabricación de ladrillos de concreto ha emergido como una solución prometedora. Estos aditivos tienen el potencial de mejorar la resistencia a la compresión de los ladrillos, una característica clave que determina su capacidad para soportar cargas y mantener la integridad estructural. No obstante, es necesario realizar un análisis comparativo para evaluar el impacto de diferentes porcentajes de aditivo en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

El objetivo principal de esta investigación es analizar cómo la incorporación de aditivos plastificantes influye en la resistencia a la compresión de los ladrillos king kong de concreto, fabricados en Abancay durante el año 2024. Para ello, se llevaron a cabo pruebas experimentales con distintas dosificaciones de aditivo, buscando identificar la mezcla óptima que maximice la resistencia sin comprometer la viabilidad económica del proceso de producción.

Los resultados de este estudio no solo contribuirán al conocimiento teórico sobre el comportamiento de materiales de construcción modificados con aditivos, sino que también

proporcionarán recomendaciones prácticas para mejorar la calidad de las edificaciones en la región. Esto es especialmente relevante en áreas con condiciones sísmicas y climáticas particulares como Abancay, donde la optimización de los materiales de construcción es crucial para garantizar la seguridad de las estructuras.

Siguiendo las pautas de la Universidad Tecnológica de los Andes, la tesis se organizó en capítulos que abordan de manera ordenada y coherente como se describe a continuación:

- Capítulo I, presenta la introducción del estudio, donde se expone el contexto general de la investigación y su relevancia.
- Capítulo II, desarrolla el planteamiento, descripción y formulación del problema, así como los objetivos, la justificación, hipótesis y variables de estudio.
- Capítulo III, comprende el marco teórico, incluyendo los antecedentes, las bases teóricas y la definición de términos fundamentales que sustentan la investigación.
- Capítulo IV, detalla la metodología, especificando el tipo y nivel de estudio, el ámbito temporal y espacial, la población y muestra, los instrumentos y procedimientos de recolección de datos, el análisis estadístico empleado y las consideraciones éticas correspondientes.
- Capítulo V, presenta los resultados y la discusión, exponiendo los hallazgos obtenidos y su análisis comparativo con las pruebas realizadas y la teoría revisada. Además, se incluyen los instrumentos de recolección de datos y otros documentos relevantes.
- Capítulo VI, expone las recomendaciones formuladas a partir de los resultados del estudio.
- Capítulo VIII, incluye las referencias bibliográficas, elaboradas conforme a las normas de citación establecidas por la universidad
- Capítulo IX, presenta los anexos que complementan la información y evidencian los procedimientos realizados durante la investigación.

II. Planteamiento del problema

En el ámbito internacional se identificó un problema en Colombia que la problemática radicaba en la abundante generación de desechos de ladrillos en las obras de construcción, provocados por mala manipulación, demoliciones y otros factores, los cuales no son gestionados adecuadamente, representando una amenaza significativa para el medio ambiente. Estos residuos, al ser dispuestos incorrectamente, contribuyen a la degradación ambiental y afectan negativamente las cuencas hidrográficas debido a la extracción continua de agregados pétreos de las canteras. Además, la falta de alternativas sostenibles para la reutilización de estos materiales contribuye al incremento de escombros y al desperdicio de recursos naturales. Por tanto, se plantea la necesidad de buscar soluciones que no solo mitiguen el impacto ambiental, sino que también optimicen los recursos existentes, como la utilización del ladrillo triturado como agregado en la elaboración de concreto, aprovechando sus propiedades resistentes y reduciendo la dependencia de materiales provenientes de canteras (Unda y Poveda, 2023)

Zamora (2022) indicó que en Ecuador la problemática se centraba en la falta de alternativas sostenibles en la construcción, donde el uso predominante del hormigón tradicional generaba un alto costo económico y un impacto ambiental significativo debido a la extracción continua de agregados naturales de las canteras. A medida que aumentaba la demanda de materiales de construcción, también crecía la preocupación por el agotamiento de estos recursos y la acumulación de residuos de construcción, particularmente de hormigón y ladrillos desechados. Ante esta situación, surgió la necesidad de explorar y evaluar opciones más sostenibles, como el uso de hormigón reciclado, para determinar si podría ofrecer un desempeño comparable al hormigón tradicional en términos de resistencia a la

compresión, además de representar una opción más económica y ambientalmente responsable.

Dentro del ámbito nacional la problemática identificada en Huancayo. Existía la necesidad de determinar si el análisis de causa raíz (ACR) podría ofrecer un desempeño adecuado, especialmente en términos de consistencia del mortero en estado fresco y resistencia a la compresión, frente a los morteros tradicionales. Ante la creciente preocupación por la sostenibilidad en la construcción y la reducción de residuos, se hacía indispensable explorar la viabilidad del uso de materiales reciclados en aplicaciones específicas de la construcción, como los muros de albañilería confinada para muros no portantes (Pomalaza, 2022).

Según, Duran (2022) en Ayacucho se identificó una problemática que impulsó esta investigación se centraba en la incertidumbre sobre el comportamiento estructural de viviendas multifamiliares construidas con ladrillos king kong Industrial en comparación con aquellos construidos con ladrillos artesanales macizos, especialmente ante eventos sísmicos. No se tenía claridad sobre cómo las diferencias en las propiedades físicas y mecánicas de estos dos tipos de ladrillos influían en la resistencia y estabilidad de las edificaciones. Ante la necesidad de garantizar la seguridad estructural en zonas sísmicas, era fundamental realizar un análisis comparativo que permitiera determinar cuál de estos materiales proporcionaba un mejor desempeño estructural, especialmente en edificaciones de varios niveles.

La problemática que motivó esta investigación residió en la necesidad de evaluar y comparar la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto tipo king kong elaborados con la incorporación de un aditivo plastificante en la localidad de Abancay, Apurímac, durante el año 2024, la industria de la construcción enfrenta el desafío de producir

materiales estructurales que cumplan con los estándares de resistencia y durabilidad, mientras se optimizan los costos de producción. Entre estos materiales, los ladrillos de concreto tipo king kong desempeñan un papel fundamental debido a su uso extendido en edificaciones locales. Sin embargo, existe una creciente incertidumbre sobre cómo incorporar aditivos plastificantes podría impactar no solo la resistencia a la compresión de estos ladrillos, sino también su costo de producción.

Aunque los aditivos plastificantes prometen mejorar propiedades mecánicas y facilitar el proceso de fabricación al reducir el contenido de agua, no se cuenta con estudios locales específicos que analicen su efectividad bajo las condiciones sísmicas y climáticas particulares de Abancay. Además, la falta de información técnica confiable genera dudas sobre la relación costo-beneficio de emplear estos aditivos en la fabricación de ladrillos de concreto tipo king kong.

Esta situación evidencia la necesidad de realizar un análisis técnico que permita determinar si la incorporación de aditivos plastificantes no solo mejora o mantiene la resistencia a la compresión de los ladrillos, sino también si puede contribuir a optimizar los costos de producción. Esto resulta crucial para fomentar la construcción de edificaciones más seguras, eficientes y accesibles en términos económicos, atendiendo a las demandas y necesidades del sector de la construcción local.

2.1. Descripción y formulación del problema

2.1.1. Problema general

- ¿De qué manera influye el aditivo plastificante a las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024?

2.1.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera influye el aditivo plastificante a las propiedades físicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024?
- ¿De qué manera influye el aditivo plastificante a las propiedades mecánicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

- Determinar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024

2.2.2. Objetivos específicos

- Analizar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades físicas de los ladrillos de king kong concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024
- Analizar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades mecánicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024

2.3. Justificación e importancia

La elección de investigar el "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de los ladrillos de king kong de concreto elaboradas con aditivo plastificante en Abancay, Apurímac, 2024" está arraigada en la relevancia directa que tiene para la comunidad local. Al centrarse en Abancay, se busca abordar desafíos específicos en el ámbito de la construcción que enfrenta esta región. La inclusión del aditivo plastificante en la elaboración de los ladrillos de concreto señala un intento de innovar en las prácticas constructivas locales, buscando mejorar la calidad de las estructuras y, al mismo tiempo, reducir costos asociados con posibles reparaciones frecuentes.

Esta tesis trasciende las consideraciones meramente técnicas al integrar factores económicos, fundamentales en el contexto actual de sostenibilidad. La evaluación de cómo los aditivos plastificantes impactan la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto tipo king kong, diseñados para soportar cargas estructurales, resulta esencial para garantizar edificaciones seguras y eficientes.

Desde una perspectiva económica, la mejora en la resistencia de estos ladrillos con la adición de aditivos podría optimizar el diseño estructural y permitir la construcción de edificaciones seguras y eficientes a un menor costo. Ladrillos king kong con mayor resistencia y precios competitivos beneficiarían directamente a la industria de la construcción, permitiendo acceder a materiales de alta calidad sin un aumento significativo en los costos de producción. Esto podría fomentar el desarrollo de viviendas más accesibles para la población y contribuir al crecimiento de proyectos de infraestructura local.

Al adoptar un enfoque integral, el estudio no solo aborda la problemática inmediata de Abancay, una región con exigencias sísmicas y climáticas particulares, sino que también genera conocimiento valioso para la industria de la construcción a nivel regional y nacional. Esta investigación aporta una base sólida para la toma de decisiones informadas en la selección de materiales de construcción, promoviendo prácticas constructivas más sostenibles, eficaces y adaptadas a las condiciones locales.

En última instancia, este análisis representa un avance significativo hacia el desarrollo de soluciones innovadoras que fortalezcan la seguridad estructural y la eficiencia en la construcción, permitiendo que más comunidades accedan a materiales asequibles y de alta calidad.

2.4. Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

- Existe influencia del aditivo plastificante en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024

2.4.2 Hipótesis específicas

- Existe influencia del aditivo plastificante en las propiedades físicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024
- Existe influencia del aditivo plastificante en las propiedades mecánicas de los ladrillos king kong de concreto elaborados en Abancay, Apurímac, 2024.

2.5. Variables

Variable independiente: Aditivo plastificante

Variable dependiente: Resistencia a la compresión de ladrillos de King Kong de concreto

Tabla 1

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Aditivo plastificante	El aditivo plastificante es un componente químico que se añade al concreto para mejorar su trabajabilidad, reducir el contenido de agua necesario y aumentar la resistencia a la compresión. Su función es mejorar la capacidad de los materiales de construcción para soportar cargas y facilitar su manipulación sin alterar otras propiedades físicas como el alabeo o la absorción.	Dosis empleada de plastificante	5% 10% 15%	(%)	Razón	Ficha de recolección de datos
Variable dependiente:	La resistencia a la compresión es la capacidad que tiene un ladrillo de concreto para soportar fuerzas aplicadas sobre su superficie sin fracturarse. Es una de las propiedades mecánicas más importantes, ya que determina la		• Alabeo • Compresión axial de la unidad	mm kg/cm ² %	Razón Razón Razón	

Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto	capacidad estructural del material en aplicaciones de construcción	Propiedades físicas	• Succión de la unidad			Ficha de recolección de datos
			• Densidad natural de la unidad de concreto	g/cm ³	Razón	
			• Ensayo de compresión axial de pilas y corte en muretes de Albañilería semi industrial	kg/cm ²	Razón	

Nota. La tabla muestra la relación entre el aditivo plastificante y la resistencia a la compresión de ladrillos de concreto. Elaboración Propia.

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

Lloor (2023) en su investigación sobre el área de la construcción, especialmente en la edificación de viviendas en la costa o en la sierra, a menudo es necesario utilizar materiales propios de cada región. En la costa, por ejemplo, se emplean ladrillos de arcilla o bloques de piedra pómez para levantar paredes. Sin embargo, ambos materiales presentan inconvenientes. Los ladrillos de arcilla a veces no están bien quemados o no alcanzan la dureza adecuada, mientras que los bloques de piedra pómez, aunque son livianos, tienden a ser frágiles y susceptibles a la ruptura. Además, en zonas costeras, la exposición a la sal puede descomponer los bloques de piedra pómez, debilitándolos. En contraste, el bloque muro ofrece ventajas significativas sobre ambos materiales, ya que es más resistente y liviano gracias a su composición, lo que facilita su manejo. Este tipo de bloque no se rompe fácilmente durante el transporte y, después de un período de curado de unos 30 días, alcanza la dureza necesaria para ser utilizado en distintas regiones de Ecuador, tanto en la sierra como en la costa. Además, el bloque muro se destaca por su mayor tamaño y por la facilidad que ofrece para la instalación de tuberías internas, lo que se traduce en ahorro de tiempo y recursos.

Unda y Poveda (2023) en su estudio propuso una alternativa para el uso de desechos de ladrillos comúnmente generados en las obras, ya sea por mala manipulación, demoliciones u otras causas. Estos residuos son abundantes y representan una amenaza para el medio ambiente debido a su inadecuada disposición. Además, al utilizar ladrillos triturados como agregado, se reduce la extracción de agregados pétreos de canteras, lo cual contribuye a minimizar el impacto en las cuencas hidrográficas. Por lo tanto, se sugiere una solución que aprovecha las propiedades de resistencia del ladrillo triturado, usándolo como

agregado en la producción de concreto. Para ello, se emplearon tres tipos de ladrillos—el ladrillo #4, adoquín y ladrillo estructural—en tres porcentajes distintos de reemplazo del agregado grueso: 5%, 10% y 15%. También se utilizó un aditivo retardante y reductor de agua. Se realizaron ensayos de laboratorio para caracterizar los agregados y determinar la resistencia a la compresión y flexión de cada tipo de concreto modificado, comparándolos luego con los valores de un concreto convencional sin reemplazo de agregado grueso. Los resultados mostraron que el ladrillo estructural ofreció el mejor desempeño al utilizar el aditivo, mientras que el ladrillo #4 mostró resultados favorables con un 10% de reemplazo del agregado grueso.

Mamani (2023) en su estudio tuvo como objetivo un estudio descriptivo sobre las características de la cerámica utilizada en ladrillos, modificada mediante la incorporación de carbonato de litio. Se llevaron a cabo pruebas de caracterización en muestras de arcilla utilizadas para la fabricación de ladrillos, variando la composición de carbonato de litio producido en Bolivia, así como la arcilla de la región de Aranjuez en la ciudad de La Paz y la temperatura de cocción aplicada. En una primera fase, las muestras caracterizadas fueron enviadas a la Universidad de Kioto en Japón para un análisis cristalográfico, cuyos resultados indicaron que el carbonato de litio y la temperatura de cocción mejoran la angulosidad y densidad de los cristales. En una segunda fase, se realizó un diseño experimental en el cual se evaluó la resistencia a la compresión de las muestras caracterizadas, utilizando como variables independientes el contenido de carbonato de litio y la temperatura de cocción. Los resultados mostraron una mejora en la resistencia a la compresión, superando los valores establecidos por la Normativa Boliviana.

Ospina (2023) en su estudio tuvo como objetivo analizar la reutilización de madera proveniente de residuos de construcción (RCD) como agregado fino en el concreto,

evaluando reemplazos del 2%, 7% y 15% en volumen del agregado fino para determinar el comportamiento mecánico del concreto con la adición de aserrín en comparación con el concreto patrón. Partiendo de un concreto con una resistencia de 210 kg/cm², se llevaron a cabo ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días, identificando que el porcentaje óptimo de madera (aserrín) era del 2%, lo que mejoró la resistencia en un 11% respecto al concreto patrón (164 kg/cm²). A partir de estos resultados, se propuso un ladrillo macizo para realizar ensayos de absorción. Inicialmente, se fabricaron 9 muestras de ladrillos: 3 con un 2% de la mezcla, 3 con la misma mezcla más un impermeabilizante (Sika 1), y otras 3 con un inclusor de aire (Airtoc-D). Los resultados mostraron que la mayor absorción se presentó en los ladrillos con la mezcla al 7% durante los primeros 7 días, mientras que los ladrillos con impermeabilizante tuvieron la menor absorción, alcanzando solo el 2%. Estos resultados dieron inicio al ensayo ASTM para medir la velocidad de absorción del concreto propuesto, considerando la madera (aserrín) como agregado fino. Se observó una mayor absorción en la primera fase del ensayo, alcanzando de 0 a 4.42 mm en 17.5 s^{1/2}, y una segunda fase más estable, llegando a 7.9 mm/s^{1/2} en un tiempo de 17.3 a 657.3 s^{1/2}. Como conclusión, se determinó que el concreto con un 2% de adición de madera mejoraba la resistencia a la compresión en un 2%, lo que lo hacía adecuado para la fabricación de ladrillos de mampostería no estructural, aptos tanto para interiores como para exteriores, debido a su baja absorción en comparación con los ladrillos de arcilla comúnmente utilizados en el país.

Rincón y Sánchez (2022) en este trabajo de investigación se llevó a cabo un análisis bibliométrico que proporcionó un enfoque estadístico sobre los antecedentes históricos del concreto, permitiendo identificar los autores, artículos, revistas, países, y otros parámetros importantes en los que se han realizado estudios sobre este material, así como aquellos que han sido los más relevantes. Además, se diseñaron experimentos teniendo en cuenta las

tendencias en el uso de aditivos para mejorar las propiedades del concreto en aplicaciones para adoquines. Para ello, se propusieron varias dosificaciones en adoquines utilizando aditivos de arcilla del noroccidente colombiano y residuos de ceniza de horno como sustitutos del concreto, con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, y abordar problemas relacionados con los costos del material y los impactos ambientales asociados a la producción industrial del concreto.

Cabanillas y Calderon (2023) en su estudio sobre los ladrillos de concreto tradicional utilizados en la construcción mostraron una menor variación en su resistencia a la compresión en comparación con los ladrillos de concreto que emplearon aditivos plastificantes y acelerantes. Esta investigación tuvo como propósito comparar la variación en la resistencia a la compresión entre los ladrillos de concreto tradicional y aquellos que fueron fabricados con la incorporación de aditivos plastificantes y acelerantes en Cajamarca durante el año 2022. Se empleó una metodología experimental y aplicada, con una muestra de 110 unidades, lo que superó las especificaciones de la Norma Técnica 399.604. Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión a los 21 y 28 días, en promedio, aplicada a 6 muestras de ladrillos de concreto patrón con un 2% y 4% de aditivos plastificantes y acelerantes, fue mayor cuando se añadió un 4% de aditivo acelerante, alcanzando 249.40 kg/cm^2 y 259.68 kg/cm^2 a los 21 y 28 días, respectivamente. Se concluyó que la mayor variación en la resistencia a la compresión fue del 23.06 % en los ladrillos a los que se les añadió un 4% de aditivo acelerante después de 28 días de curado.

Cuevas y Champi (2020) en su investigación se analizaron las propiedades físicas (alabeo, absorción, variación dimensional, succión y conductividad térmica) y las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) de bloques de albañilería de 12 cm x 24 cm x 15 cm, que fueron fabricados con concreto liviano compuesto de agua, cemento,

arena fina y confitillo. Se añadieron diferentes porcentajes de perlas de poliestireno expandido (clase 10) en proporciones de 10%, 15%, 20% y un adicional de 50%, con base en el volumen del agregado fino (arena y confitillo). Este estudio se basó en la investigación del Dr. Ing. Javier Arrieta Freyre, quien sugirió una mezcla de 70% arena y 30% confitillo. A partir de los ensayos realizados a los agregados, se utilizó una dosificación de 1: 4.7: 2.3 para cemento, arena y confitillo. La fabricación de los bloques fue realizada de manera manual, empleando un molde metálico y siguiendo las recomendaciones de la norma técnica peruana (NTP. E070) respecto a los ensayos de las unidades de albañilería. Los ensayos que se llevaron a cabo en los agregados y bloques incluyeron análisis granulométrico, peso unitario, peso específico, absorción, alabeo, variación dimensional, succión, conductividad térmica y resistencia a la compresión, conforme a las normas técnicas peruanas (NTP 400.022, Agregados – 2013, NTP 399.613, Unidades de Albañilería – 2005, NTP 399.604, Unidades de Albañilería – 2005) y (ASTM C177-13) para la conductividad térmica. En total, se ensayaron 240 bloques de albañilería. Los resultados obtenidos fueron comparados con las hipótesis planteadas mediante un análisis comparativo, tomando como referencia un bloque de albañilería sin adición de perlas de poliestireno expandido, obteniendo resultados favorables en algunas de las propiedades físicas evaluadas.

Ayala y Dante (2020) en su investigación tuvo como objetivo, “Diseño y elaboración de concreto ligero utilizando aditivo espumante aplicado a unidades de albañilería de tipo no estructural” tuvo como objetivo ofrecer una alternativa para la construcción de muros de albañilería no estructural mediante bloques de concreto ligero. Los ensayos necesarios se realizaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM-UNI). El aditivo utilizado, un espumante, generaba espuma durante el mezclado, resultando en una mezcla más fluida y

menos densa. El tiempo de mezclado se mantuvo constante, ya que cualquier variación afectaba la cantidad de espuma y la densidad del concreto ligero. El diseño se basó en la guía ACI 523.3R, que proporcionó las directrices para la dosificación de cemento, arena, agua y aditivo. Se elaboraron cubos de concreto ligero de 10 cm por lado y se ensayó su resistencia a la compresión, seleccionando el diseño que cumplía con la resistencia mínima para bloques de uso no estructural según la NTP 399.600. Con este diseño se fabricaron los bloques, estudiando sus propiedades de resistencia a la compresión, densidad, absorción, contenido de vacíos y humedad según la Norma Técnica Peruana. Se construyeron pilas y muretes para evaluar la resistencia a la compresión de prisma y diagonal de los muros. Los ensayos mostraron que los bloques de concreto ligero superaron en un 21% la resistencia mínima establecida por la NTP 399.600, y alcanzaron el 89% del valor máximo permitido en absorción por la NTP 399.602. Además, los bloques presentaron mejores propiedades térmicas que los muros convencionales de ladrillo king kong, según estudios previos. Un análisis de costos reveló que los muros de concreto ligero eran un 31% más económicos y un 42% más livianos por m² en comparación con los muros de ladrillo king kong. El sistema de muros de concreto ligero, por tanto, resultó ser una alternativa viable debido a su menor peso, mayor economía y mejores propiedades térmicas y acústicas, además de reducir la carga muerta en edificaciones, lo que disminuye la fuerza sísmica en caso de un evento telúrico.

Sánchez (2023) llevó a cabo un estudio con el propósito de identificar los parámetros de diseño necesarios para desarrollar concreto ligero estructural mediante el uso de un aditivo surfactante. La metodología empleada fue de tipo experimental y prospectiva, considerando la selección de agregados de baja densidad y la disminución de la relación agua-cemento para alcanzar una resistencia a la compresión superior a 175 kg/cm². El

proceso incluyó pruebas de laboratorio y la elaboración de 15 mezclas experimentales con diferentes proporciones de aditivo y relaciones agua-cemento. El análisis de datos se realizó utilizando herramientas como estadística descriptiva, pruebas de normalidad y el análisis estadístico ANOVA, complementado con el uso de la metodología de Superficie de Respuesta para determinar los parámetros óptimos. Los resultados mostraron que la combinación ideal se alcanzó con una relación agua-cemento de 0.44 y una dosificación del aditivo del 1%, logrando un peso específico de 1828.72 kg/m^3 y una resistencia a la compresión de 232.835 kg/cm^2 . Este resultado se obtuvo gracias a la interacción de los factores analizados. La investigación concluyó que era posible obtener concreto estructural con una resistencia superior a 175 kg/cm^2 y un peso menor a 1850 kg/m^3 . Además, destacó la utilidad de la metodología de Superficie de Respuesta para identificar diferentes combinaciones de variables independientes y optimizar el diseño de mezclas. En síntesis, este trabajo aportó nuevos conocimientos sobre el empleo de aditivos surfactantes en la producción de concreto ligero estructural y presentó una guía metodológica valiosa para definir parámetros de diseño en este ámbito.

Galvez (2024) llevó a cabo un estudio de factibilidad del concreto celular espumoso como unidad de albañilería en la ciudad de Huancayo. Se planteó el problema: ¿Cuál es el resultado del estudio de factibilidad del concreto celular espumoso como unidad de albañilería en la ciudad de Huancayo? El objetivo fue determinar dicho resultado. La metodología empleada incluyó el método científico, con un enfoque aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. La investigación concluyó que el estudio de factibilidad del concreto celular espumoso como unidad de albañilería en Huancayo resultó ser viable. Además, se recomendó que, para futuras investigaciones, se consideren otros tipos de

factibilidad, como la comercial, ambiental, política y legal, entre otras; así como la evaluación de otras propiedades del concreto celular que no fueron incluidas en este estudio.

A nivel regional y local se realizó una búsqueda exhaustiva de antecedentes a nivel regional y local, pero no se encontró información relevante para el estudio en cuestión. Por lo tanto, se procedió a realizar la investigación sin contar con antecedentes previos en la región o localidad específica.

3.2. Bases teóricas

Concreto

El concreto es un material de construcción ampliamente utilizado debido a su resistencia y versatilidad. Se compone principalmente de una mezcla de cemento, agregados (arena y grava), agua y, en algunos casos, aditivos que mejoran sus propiedades. Su proceso de endurecimiento ocurre mediante una reacción química denominada hidratación, en la cual el cemento se combina con el agua para formar una estructura sólida y resistente (Mehta Monteiro, 2014).

El concreto se distingue por su capacidad de soportar cargas de compresión, lo que lo hace ideal para la construcción de estructuras como puentes, edificios y carreteras. Su durabilidad y adaptabilidad han permitido que sea un elemento clave en la ingeniería civil moderna (Neville, 2012).

Módulo de elasticidad del concreto: Es un parámetro que mide la capacidad del material para resistir deformaciones cuando se le aplica una carga. En términos simples, indica qué tan rígido es el concreto y cómo responde ante esfuerzos sin sufrir cambios permanentes en su estructura.

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c}$$

Ec: Representa el módulo de elasticidad en megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi).

f'c: Es la resistencia del concreto a los 28 días de edad.

Uso de Aditivos Plastificantes en el Concreto

Los aditivos plastificantes son sustancias químicas que optimizan la trabajabilidad del concreto sin afectar sus propiedades mecánicas. Su empleo reduce la cantidad de agua en la mezcla, mejorando la cohesión y reduciendo la porosidad del material (Mehta y Monteiro, 2014).

Según la normativa ASTM C494, los aditivos plastificantes pueden ser de baja, media y alta reducción de agua. Su inclusión en la mezcla permite mejorar la distribución de los agregados y la densidad del concreto, lo que repercute positivamente en su resistencia (Mindess, Young, y Darwin, 2016).

Importancia de la Resistencia a la Compresión en el Concreto

La resistencia a la compresión es una característica crucial del concreto, ya que determina su capacidad de carga antes de la falla estructural. Entre los factores que influyen en esta propiedad se encuentran la relación agua/cemento, la granulometría de los agregados, la presencia de aditivos y el proceso de curado (Neville, 2012).

El procedimiento para evaluar esta resistencia está regulado por la norma ASTM C39, que establece ensayos en probetas cilíndricas. En el caso de los ladrillos de concreto tipo King Kong, las pruebas de resistencia deben cumplir con la norma NTP 399.604 (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2020).

Características de los Ladrillos de Concreto Tipo King Kong

Los ladrillos de concreto tipo King Kong son unidades prefabricadas utilizadas en la construcción de muros portantes y no portantes. Su composición incluye cemento, agregados y, en algunos casos, aditivos que mejoran sus propiedades mecánicas y físicas (Powers, 2017).

Estos ladrillos destacan por su durabilidad y resistencia estructural. De acuerdo con la norma NTP 399.613, deben cumplir con estándares específicos de resistencia a la compresión para su uso en muros estructurales, por lo que la inclusión de aditivos plastificantes puede optimizar su desempeño (INACAL, 2020).

Efecto de los Aditivos Plastificantes en la Resistencia a la Compresión

El uso de aditivos plastificantes mejora la trabajabilidad del concreto y reduce la cantidad de agua en la mezcla, lo que permite una mayor compactación y una menor presencia de vacíos, contribuyendo al incremento de la resistencia mecánica (Taylor, 2018).

Estudios recientes indican que los plastificantes de alto rango pueden mejorar la resistencia a la compresión en un 10-20 %, dependiendo de la dosificación y el tipo de agregado utilizado (Gambhir, 2013). Sin embargo, una dosificación inadecuada podría provocar segregación de la mezcla y afectar su resistencia final.

Resistencia a la compresión de los ladrillos de king kong

Chimbo (2017) La resistencia a la compresión de los ladrillos es una medida crucial en la construcción, evaluando la capacidad del material para resistir fuerzas de compresión que podrían reducir su tamaño. Expresada en unidades de presión, como megapascales o libras por pulgada cuadrada, esta propiedad es esencial para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas con ladrillos. Los ladrillos densos y bien

compactados tienden a exhibir una mayor resistencia a la compresión, siendo un factor fundamental considerado por ingenieros y arquitectos al diseñar edificaciones para asegurar que los materiales utilizados puedan soportar las cargas previstas sin sufrir fallos estructurales.

La resistencia a la compresión de los ladrillos se refiere a su capacidad para resistir fuerzas aplicadas en dirección vertical a lo largo de su eje principal. Expresada en términos de presión, como megapascales o libras por pulgada cuadrada, esta propiedad es fundamental en construcción, ya que determina la capacidad del ladrillo para soportar cargas verticales, como el peso de una estructura. Ladrillos con mayor resistencia a la compresión son preferibles en aplicaciones donde se requiere una mayor capacidad de carga. La información sobre esta propiedad suele encontrarse en las especificaciones técnicas del fabricante y es crucial tenerla en cuenta durante el diseño y la construcción para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura, mencionado por (Urbina, 2016).

Mori (2021) la resistencia a la compresión de los ladrillos es una medida que evalúa la capacidad de un ladrillo para resistir fuerzas aplicadas en dirección vertical a lo largo de su eje principal. Se expresa en términos de presión, comúnmente en megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). Esta propiedad es esencial en la construcción, ya que indica la carga máxima que el ladrillo puede soportar antes de sufrir deformación o falla bajo compresión. En términos prácticos, la resistencia a la compresión determina la idoneidad del ladrillo para distintas aplicaciones constructivas, siendo especialmente importante en la seguridad y estabilidad de las estructuras donde se utilicen.

Composición de los ladrillos king kong

Los ladrillos king kong están compuestos principalmente de arcilla, un material que, tras ser extraído y procesado, es moldeado en forma de ladrillo y luego sometido a un proceso de cocción a temperaturas que superan los 1000°C. Durante este proceso de cocción, la arcilla sufre transformaciones físicas y químicas que le confieren una alta resistencia y durabilidad. La exposición a estas temperaturas provoca una vitrificación parcial del material, lo que endurece significativamente los ladrillos, haciéndolos menos propensos a deformaciones, fracturas y desgaste por la intemperie. Además, la estructura interna se compacta, mejorando su capacidad para soportar cargas pesadas, lo que los convierte en un material ideal para la construcción de muros de carga y estructuras de gran envergadura. Este proceso también ayuda a reducir la porosidad de los ladrillos, limitando su capacidad de absorción de agua y aumentando su resistencia frente a factores climáticos, garantizando que el ladrillo mantenga sus propiedades mecánicas a lo largo del tiempo (Valer y Santa Cruz, 2023)

Resistencia mecánica.

Una de las principales características de los ladrillos king kong es su alta resistencia a la compresión, lo que los convierte en una opción ideal para su uso en estructuras que requieren un soporte robusto, como muros de carga y otras construcciones que deben soportar grandes pesos. Esta resistencia se refiere a la capacidad del ladrillo para soportar fuerzas que lo comprimen sin fracturarse o deformarse, lo que garantiza la estabilidad estructural de los edificios en los que se utiliza. En términos específicos, la resistencia mínima a la compresión de los ladrillos king kong varía entre 150 y 250 kg/cm², lo que los posiciona muy por encima de los ladrillos convencionales en cuanto a su capacidad de soportar cargas pesadas. Esta propiedad los hace especialmente adecuados para proyectos

de construcción de gran envergadura, donde la seguridad y la durabilidad son prioridades (Hacha Salazar, 2020)

Según, Lenes et al. (2020) la capacidad de absorción de agua en los ladrillos king kong es un factor crucial que se controla estrictamente durante su proceso de fabricación. Este control es esencial para garantizar que los ladrillos no absorban cantidades excesivas de humedad, ya que un alto nivel de absorción podría comprometer su integridad estructural y debilitarlos con el tiempo. La arcilla utilizada en la fabricación de estos ladrillos se trata y se cuece de manera que se minimice su porosidad, lo que reduce la cantidad de agua que pueden retener. Un ladrillo king kong de calidad presenta una absorción de agua inferior al 10%, lo que asegura su resistencia frente a factores climáticos adversos, como la lluvia o la humedad constante, y prolonga su durabilidad en diversas condiciones ambientales. Esta baja absorción también contribuye a mantener la estabilidad de las estructuras en las que se emplean, evitando que se deterioren con el paso del tiempo debido a la acción del agua.

Los ladrillos king kong cumplen con estrictas normativas internacionales que regulan la resistencia, durabilidad y calidad de los materiales de construcción, garantizando su aptitud para proyectos estructurales exigentes. Estas normativas establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los ladrillos en cuanto a resistencia mecánica, absorción de agua, y comportamiento ante factores climáticos y cargas estructurales. En Perú, los ladrillos king kong están regulados por la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613, que especifica los estándares de fabricación y los parámetros técnicos que deben observarse para asegurar su calidad. Esta normativa define, entre otros aspectos, la resistencia a la compresión mínima, los límites de absorción de agua, y las características físicas y dimensionales que deben cumplir los ladrillos para ser considerados aptos para la construcción de muros de carga y otras estructuras de alto rendimiento. El cumplimiento de estas normativas asegura que los

ladrillos king kong ofrezcan seguridad, durabilidad y estabilidad en edificaciones tanto residenciales como comerciales (Quispe y Tisnado, 2024).

Los ladrillos king kong ofrecen importantes ventajas constructivas debido a su mayor tamaño, lo que reduce la cantidad de piezas necesarias por metro cuadrado en comparación con ladrillos más pequeños, optimizando tanto el tiempo como el costo de construcción. Al requerir menos piezas y juntas de mortero, se acelera la instalación y se mejora la cohesión estructural. Además, su alta resistencia permite la construcción de estructuras más altas y robustas sin la necesidad de refuerzos adicionales, lo que los convierte en una opción ideal para proyectos de gran envergadura como edificios de varios pisos y muros de carga, reduciendo los costos asociados a refuerzos estructurales y garantizando estabilidad y seguridad a largo plazo (Guevara y Garcia, 2024).

Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería

Según, Lapa (2020) la resistencia a la compresión es la propiedad mecánica fundamental en las unidades de albañilería, ya que define su capacidad para soportar cargas verticales aplicadas sobre ellas sin que se produzca un colapso estructural. Esta propiedad se mide en unidades de presión, como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) o megapascuales (MPa), y depende directamente del material de fabricación y del proceso utilizado. Los valores más altos de resistencia a la compresión indican una mayor capacidad de la unidad para soportar grandes pesos y esfuerzos sin deformarse ni ceder, lo que es crucial en la construcción de muros de carga y estructuras sometidas a tensiones significativas. Esta característica garantiza la estabilidad y seguridad de la construcción a lo largo del tiempo, especialmente en edificaciones que deben soportar cargas pesadas.

La densidad de una unidad de albañilería es un factor clave que influye tanto en su resistencia mecánica como en sus propiedades de aislamiento térmico y acústico. Una mayor

densidad, o peso específico, generalmente indica que la unidad es más robusta y duradera, lo que le permite soportar mayores cargas sin deformarse o fracturarse. Sin embargo, este incremento en la densidad también puede dificultar su manejo durante la construcción, debido al mayor peso de las piezas, y puede incrementar la carga sobre los cimientos de la estructura, lo que requiere un diseño adecuado para soportar este peso adicional. Además, las unidades con mayor densidad suelen ofrecer una menor capacidad de aislamiento térmico y acústico en comparación con aquellas de menor densidad, lo que puede influir en la eficiencia energética y el confort de los edificios (Chavez, 2022)

Conductividad Térmica:

Como indica, Cuevas y Champi (2020) la conductividad térmica es una propiedad fundamental en los materiales de construcción, ya que mide la capacidad de un material para transferir calor a través de su estructura. Un valor bajo de conductividad térmica significa que el material actúa como un buen aislante térmico, impidiendo que el calor fluya fácilmente entre el interior y el exterior de un edificio. Los ladrillos cerámicos, por ejemplo, tienen una baja conductividad térmica, lo que los convierte en excelentes aislantes que ayudan a mantener las temperaturas internas estables, reduciendo la necesidad de calefacción o refrigeración. Esto contribuye significativamente a la eficiencia energética de las construcciones, haciendo que los edificios sean más sostenibles y económicos en términos de consumo energético. En climas extremos, la baja conductividad térmica de las unidades de albañilería puede mejorar el confort térmico de los ocupantes, minimizando la pérdida de calor en invierno y el sobrecalentamiento en verano.

Resistencia a la Flexión:

Aunque la resistencia a la flexión no es la propiedad más relevante en las unidades de albañilería comparada con la resistencia a la compresión, desempeña un papel importante

en ciertas aplicaciones estructurales. La resistencia a la flexión mide la capacidad de un material para soportar tensiones laterales o fuerzas de tracción antes de fracturarse. Esta propiedad permite que las unidades de albañilería absorban cierto grado de deformación sin romperse, lo que es útil en situaciones en las que la estructura está sometida a movimientos laterales, como en terremotos o vientos fuertes. En estos casos, una mayor resistencia a la flexión otorga elasticidad y flexibilidad al sistema de construcción, lo que mejora la capacidad de la estructura para absorber y disipar fuerzas sin colapsar. En proyectos donde las fuerzas no solo son verticales sino también laterales, esta propiedad se convierte en un factor importante para garantizar la seguridad estructural (Gonzales y Ly Delgado, 2023)

Durabilidad:

La durabilidad es una de las características más esenciales de las unidades de albañilería, ya que determina la vida útil de una estructura frente a las condiciones ambientales y el desgaste natural. Un material duradero debe resistir la acción de factores como la lluvia, el viento, los cambios extremos de temperatura, la radiación solar y la acción de contaminantes atmosféricos sin perder sus propiedades físicas ni mecánicas. Esto implica que la unidad de albañilería debe mantener su resistencia a la compresión, flexión y su baja absorción de agua a lo largo del tiempo. Además, la durabilidad también implica la capacidad del material para resistir ataques químicos, como la acción de sales en el entorno o la exposición a ambientes ácidos, que podrían deteriorar la superficie del ladrillo o su cohesión interna. La durabilidad de los materiales de albañilería no solo asegura la estabilidad y seguridad de la construcción, sino que también reduce los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo. Un material duradero también debe conservar su apariencia estética, evitando el deterioro visual causado por la intemperie, lo que es crucial para proyectos arquitectónicos donde la estética tiene un valor destacado (Cubas Díaz, 2024).

3.3. Definición de términos

Alabeo: El alabeo en estructuras de mampostería puede derivarse del peso de los elementos constructivos, lo que propicia la formación de juntas de mayor espesor. Este fenómeno puede afectar la adherencia de la lechada, ya que los espacios irregulares favorecen la aparición de vacíos en las áreas más afectadas por la deformación. Además, cuando los equipos están sometidos a flexión, estas irregularidades pueden contribuir al deterioro de la estructura (González y Ramírez, 2019).

Resistencia a la compresión (fb): Se refiere a la capacidad de un material para soportar cargas aplicadas sobre su superficie sin experimentar fallas estructurales. Esta propiedad se expresa como la relación entre la carga aplicada y el área sobre la cual actúa. En materiales sólidos, se considera la superficie total, mientras que, en aquellos con cavidades internas, se emplea el área efectiva para su cálculo (Martínez y Rodríguez, 2021).

Absorción de agua (A) Succión (S): En materiales granulares son factores clave para mantener niveles adecuados de humedad. Para garantizar un desempeño óptimo, estos materiales deben presentar una succión de entre 10 y 20 g/200 cm² en un lapso de dos minutos antes de su colocación. Un nivel de absorción excesivo, generalmente asociado a una alta porosidad, puede comprometer la resistencia y durabilidad del material en el tiempo (Fernández y López, 2020).

Resistencia a la tracción por flexión (f): Esta prueba evalúa la resistencia a la tracción, un indicador clave de la calidad de un componente. El término "efervescente" se refiere a un polvo blanco seco, resultado de la cristalización de ciertas sales solubles en agua, formado sobre superficies húmedas o por la evaporación de líquidos, según lo establece la Norma Técnica E.070.

Cemento: se considera material inorgánico, que sus componentes se encuentran divididos que con la acción del agua empieza a fraguar, a través de procesos de hidratación, que produce el endurecimiento para una óptima resistencia (Vásquez, 2012)

Capilaridad: La capilaridad es la elevación o la depresión de un líquido cuando está sometido a un sólido (Jiménez, 2005)

Humedad: La humedad se define como la cantidad de agua presente en el aire, cuyo contenido está relacionado con el vapor de agua existente en la atmósfera. La concentración de este vapor varía en función de la temperatura a la que está expuesto (Jiménez, 2005)

Impermeabilidad: Se conoce como impermeabilidad a la resistencia del ingreso de un líquido a una superficie como el agua de lluvia, pero no al vapor de agua, también puede ser un cerramiento conformado por varias capas (Jiménez, 2020)

Permeabilidad: Es el vapor o líquido que pasa a través de una superficie cuando la diferencia de presión de vapor o líquido entre alrededor de la unidad (Jiménez, 2020)

Porosidad: Define como porosidad a los espacios, huecos o poros que cada material posee en su estructura interna expresándose, así como la relación que hay en el volumen que tiene un objeto con respecto al volumen que ocupan los poros $n = v_p/v_t$ (Jiménez, 2005)

La Succión (S): En la mampostería influye directamente en la adherencia entre el ladrillo y el mortero. Se ha identificado que los ladrillos tipo King Kong con 18 perforaciones y alta succión no logran una fijación adecuada con el mortero, lo que provoca desprendimientos parciales. Esta condición facilita la infiltración de agua, generando una adhesión desigual y reduciendo la estabilidad estructural del muro (Gómez y Ramírez, 2019).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación.

El tipo de investigación es aplicada porque cuyo objetivo principal es la resolución de problemas prácticos y concretos a través de la utilización de conocimientos teóricos y científicos. A diferencia de la investigación básica, que busca ampliar el conocimiento general sobre un fenómeno sin una aplicación inmediata, la investigación aplicada se enfoca en obtener soluciones directas que puedan ser implementadas en contextos reales (Hernández y Mendoza, 2020).

Nivel de investigación

El nivel de investigación es “descriptivo - correlacional” porque según Hernández y Mendoza (2020) “su objetivo es analizar el nivel de relación o grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables dentro de un contexto específico”, así como abordar la problemática relacionada con la resistencia a la compresión de los ladrillos king kong.

Diseño de investigación.

El diseño de la investigación es de tipo experimental, lo que permitió manipular las variables independientes para observar su efecto sobre las dependientes. En este caso, se ajustaron los componentes de la mezcla de concreto, modificando tanto el peso de los agregados como el costo de las muestras analizadas (Ñaupas et al., 2018)

4.2. Ámbito temporal y espacial

El ámbito temporal de esta investigación se sitúa en el año 2024, período durante el cual se llevaron a cabo los experimentos y análisis comparativos de la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto tipo king kong elaborados con aditivo plastificante en la ciudad de Abancay, Apurímac. Este marco temporal es clave para contextualizar los resultados obtenidos, dado que las condiciones específicas de producción y las tecnologías disponibles en ese año pueden influir en las propiedades mecánicas de los ladrillos estudiados. La elección del año 2024 permite asegurar que los datos reflejan la realidad actual del proceso constructivo en la región, considerando posibles avances en materiales y técnicas de construcción que podrían haber surgido en ese periodo.

El ámbito espacial de esta investigación se circunscribe a la ciudad de Abancay, en la región de Apurímac, Perú. Esta ubicación geográfica es significativa debido a sus condiciones climáticas y sísmicas particulares, las cuales pueden influir en el comportamiento de los materiales de construcción, como los ladrillos de concreto tipo king kong. Abancay, siendo una zona de crecimiento urbano y con características topográficas y ambientales específicas, representa un contexto relevante para el estudio de la resistencia a la compresión de ladrillos elaborados con aditivo plastificante. Los resultados obtenidos en esta localidad proporcionan datos valiosos y aplicables a las prácticas constructivas de la región, contribuyendo al desarrollo de edificaciones más seguras y adaptadas a las condiciones locales.

4.3. Población y muestra

La población se refiere al conjunto total de individuos, objetos, eventos o elementos que comparten características comunes y que son de interés para un estudio de investigación.

La población es el grupo al cual se pretende generalizar los resultados de una investigación. Es importante definir claramente la población para asegurar que los hallazgos sean relevantes y aplicables al grupo en cuestión (Pastor, 2019)

La población se refiere al conjunto de unidades en análisis, en este caso, las mezclas asfálticas cuyas propiedades se desean evaluar. Para esta investigación, la población está constituida por 120 unidades de ladrillos king kong.

Condori (2020) indica que es un subconjunto representativo de la población total que se selecciona para un estudio de investigación. Este subconjunto debe reflejar las características principales de la población de manera que los resultados obtenidos a partir de la muestra puedan generalizarse a toda la población.

La muestra es una parte representativa de la población y para su obtención se aplica una fórmula para cada tipo de estudio en particular. Para este estudio como la variable es cuantitativa y la muestra utilizada fue muestra por conveniencia

4.4. Instrumentos

El instrumento que se utilizó es la ficha de recolección de datos, los cuales contendrán de manera detallada los datos que arrojen las mejoras del objeto de estudio, antes y después del análisis comparativo ladrillo king kong tradicionales y utilizando aditivos (Martínez, 2022).

4.5. Procedimientos

Para aplicar el instrumento en mi tesis experimental, primero definí y justifiqué la elección del instrumento en relación con los objetivos de mi investigación. Luego, diseñaré o adaptaré el instrumento y lo validaré si es necesario. Seleccionaré una muestra

representativa de la población y, si corresponde, capacitaré a los aplicadores para asegurar la consistencia en la recolección de datos. Planificaré detalladamente el cronograma de aplicación, asegurando la disponibilidad de recursos, y procederé con la recolección de datos, documentando cualquier incidente. Analizaré los datos utilizando métodos adecuados y reflexionaré sobre la efectividad del proceso, incorporando los resultados en el reporte final de mi tesis, para garantizar la validez y confiabilidad de los hallazgos.

4.6. Análisis de datos

Para el análisis de datos en mi tesis experimental sobre la resistencia a la compresión de los ladrillos de king kong de concreto con aditivo plastificante en Abancay, organicé los datos en tablas y realicé un análisis descriptivo calculando medidas de tendencia central y dispersión para ambos grupos (con y sin aditivo). Luego, apliqué una prueba de normalidad para determinar si los datos siguen o no una distribución normal, lo que guio a la elección de la prueba ANOVA. Interpreté los resultados para determinar si existe una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre los dos grupos, y con base en ello, extraeré conclusiones sobre la efectividad del aditivo, contextualizando los hallazgos en el entorno de Abancay, Apurímac.

4.7. Consideraciones éticas

En mi tesis experimental sobre la resistencia a la compresión de los ladrillos de king kong de concreto elaborados con aditivo plastificante en Abancay, Apurímac, tomé en cuenta diversas consideraciones éticas para garantizar la integridad y responsabilidad del proceso de investigación. Me aseguraré de que todos los materiales y procedimientos empleados cumplan con las normativas de seguridad y calidad, minimizando cualquier riesgo para el medio ambiente o las personas involucradas en la fabricación y ensayo de los ladrillos. Además, respetaré la propiedad intelectual al citar adecuadamente todas las

fuentes de información y tecnologías utilizadas, y me comprometeré a reportar los resultados de manera transparente y honesta, evitando cualquier tipo de manipulación de datos. También consideraré el impacto social y económico de los hallazgos, buscando que los resultados de mi investigación beneficien a la comunidad local, especialmente a los sectores involucrados en la construcción, sin generar perjuicios. Finalmente, si durante el proceso de investigación surgen problemas o situaciones inesperadas, actuaré con responsabilidad, comunicándolos de manera oportuna a mi asesor y a las autoridades pertinentes, asegurando la ética y la rigurosidad científica en todo momento.

V. Resultados y discusión

5.1. Propiedades físicas

- Alabeo

Tabla 2

Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable alabeo de los ladrillos de king kong de concreto elaboradas con aditivo plastificante

Variable	Tratamiento	Normalidad (p-valor)	Homogeneidad de Varianza (p-valor)
Cara superior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante recomendado	0.031	0.629
Cara superior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante al 05%	0.399	0.629
Cara superior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante al 10%	0.551	0.629
Cara superior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante al 15%	0.487	0.629
Cara superior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante recomendado	0.213	0.076
Cara superior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante al 05%	0.439	0.076
Cara superior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante al 10%	0.344	0.076
Cara superior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante al 15%	0.087	0.076
Cara superior concavidad Centro	Aditivo plastificante recomendado	0.001	0.397
Cara superior concavidad Centro	Aditivo plastificante al 05%	0.063	0.397
Cara superior concavidad Centro	Aditivo plastificante al 10%	0.001	0.397
Cara superior concavidad Centro	Aditivo plastificante al 15%	0.431	0.397
Cara inferior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante recomendado	0.165	0.734
Cara inferior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante al 05%	0.361	0.734
Cara inferior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante al 10%	0.858	0.734
Cara inferior convexidad lado izquierdo	Aditivo plastificante al 15%	0.216	0.734
Cara inferior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante recomendado	0.264	0.259

Cara inferior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante al 05%	0.093	0.259
Cara inferior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante al 10%	0.087	0.259
Cara inferior convexidad lado derecho	Aditivo plastificante al 15%	0.449	0.259
Cara inferior Concavidad Centro	Aditivo plastificante recomendado	0.061	0.222
Cara inferior Concavidad Centro	Aditivo plastificante al 05%	0.579	0.222
Cara inferior Concavidad Centro	Aditivo plastificante al 10%	0.235	0.222
Cara inferior Concavidad Centro	Aditivo plastificante al 15%	0.961	0.222

Nota. La tabla muestra la prueba de normalidad de la variable alabeo con el tratamiento de aditivo plastificante al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (2) muestra los resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable alabeo, en ella se muestra que en cuanto a la Normalidad, varias de las variables en diferentes tratamientos no cumplen con la normalidad, particularmente en "cara superior convexidad lado izquierdo" para el tratamiento con el aditivo recomendado y "cara superior concavidad centro" para los tratamientos al recomendado y 10%, sin embargo el resto de las variables si tiene una distribución normal. En cuanto a la homogeneidad de varianza: Todos los p-valores son mayores a 0.05, excepto "cara superior convexidad lado derecho", lo que indica que no se rechaza la hipótesis de homogeneidad de varianza en la mayoría de los casos.

- **Cara superior convexidad lado izquierdo (mm)**

Tabla 3

Resultados de la prueba de alabeo de la cara superior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Cara superior. Convexidad lado izquierdo (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
---	-----------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

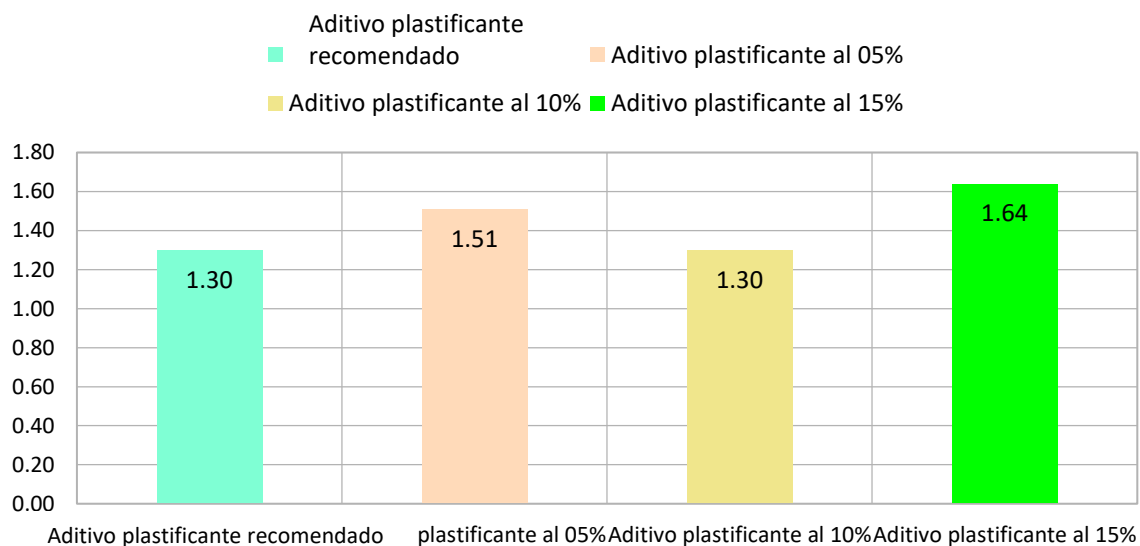
R1	1.00	1.50	1.00	1.50
R2	0.90	2.00	1.00	1.20
R3	1.00	1.70	1.00	1.00
R4	1.50	2.00	1.20	2.00
R5	2.00	1.50	1.30	1.50
R6	2.40	1.20	1.40	2.00
R7	1.10	1.00	1.50	2.10
R8	0.80	0.90	2.00	2.30
R9	1.10	1.50	1.10	1.00
R10	1.20	1.80	1.50	1.80
Suma	13.00	15.10	13.00	16.40
Promedio	1.30	1.51	1.30	1.64
Desviación estándar	0.519	0.384	0.316	0.470

Nota. La tabla muestra la prueba de alabeo de la cara superior de los ladrillos de king kong de concreto con 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (3) muestra revela que el promedio del alabeo aumenta ligeramente a medida que se incrementa el porcentaje de aditivo plastificante. Específicamente, se observa que el alabeo promedio es de 1.30 mm tanto para el aditivo recomendado como para el 10% de aditivo, mientras que para el 5% se incrementa a 1.51 mm, y alcanza su valor máximo de 1.64 mm con un 15% de aditivo. Esto sugiere que la inclusión del aditivo plastificante tiende a aumentar la convexidad en los ladrillos, especialmente con un mayor porcentaje de aditivo. La desviación estándar más baja se presenta en el 10% de aditivo (0.316), lo que indica mayor consistencia en los resultados para esta concentración.

Figura 1

Promedio de alabeo de la cara superior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura muestra la comparación del alabeo de los ladrillos de king kong de concreto mediante el gráfico de barras. Elaboración propia.

Tabla 4

Análisis de varianza de los promedios de alabeo de la cara superior convexidad lado izquierdo (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	0.84	3	0.28	1.52	0.226	2.87	NS
Error	6.63	36	0.18				
Total	7.47	39					

Nota. La tabla muestra el análisis de varianza realizado para comparar los grupos de tratamiento en relación con la variable de estudio. Elaboración propia.

La tabla (4) muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 1.52, que es menor que el valor crítico de F de 2.87, y el valor P es 0.226, lo cual es mayor que el nivel de significancia del 5%. Esto indica que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto estadísticamente significativo en el alabeo de la cara superior convexa izquierda de los ladrillos. Por lo tanto, se concluye que las diferencias observadas en los promedios de alabeo no son lo suficientemente grandes como para rechazar la hipótesis nula, sugiriendo que los distintos niveles de aditivo plastificante no alteran significativamente el alabeo en esta dimensión.

- **Cara superior convexidad lado derecho (mm)**

Tabla 5

Resultados de la prueba de alabeo de la cara superior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

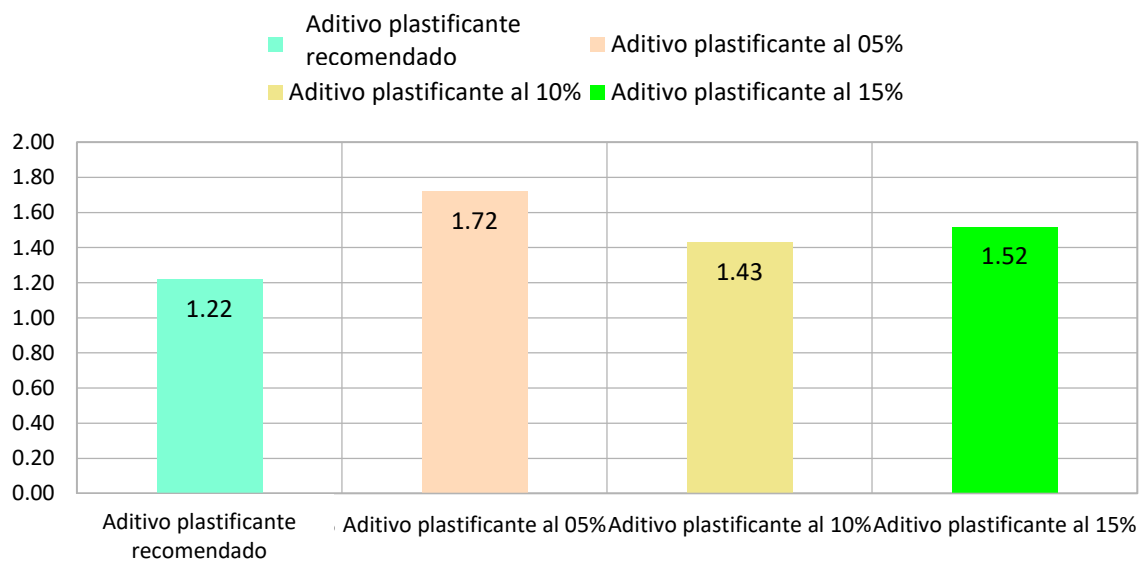
Cara superior convexidad (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	0.90	2.00	1.30	1.20
R2	1.10	2.70	1.30	1.30
R3	2.00	2.00	1.20	1.70
R4	1.00	1.30	1.50	1.30
R5	1.50	1.40	1.50	1.20
R6	2.00	1.50	1.50	1.90
R7	1.20	1.40	1.70	1.80
R8	0.50	1.00	1.60	2.00
R9	1.00	1.90	1.40	1.10
R10	1.00	2.00	1.30	1.70
Suma	12.20	17.20	14.30	15.20
Promedio	1.22	1.72	1.43	1.52
Desviación estándar.	0.480	0.492	0.157	0.333

Nota. La tabla muestra la prueba de alabeo de la convexidad del lado derecho con los diferentes tratamientos del aditivo plastificante. Elaboración propia.

La tabla (5) muestra que el promedio del alabeo varía conforme se incrementa el porcentaje de aditivo. El alabeo promedio es de 1.22 mm con el aditivo recomendado, aumentando significativamente a 1.72 mm con el 5%, lo que indica que el mayor alabeo ocurre en este nivel de aditivo. Posteriormente, el promedio disminuye ligeramente a 1.43 mm con el 10% y a 1.52 mm con el 15% de aditivo, lo que sugiere que después de un cierto punto, el aumento en la cantidad de aditivo no sigue incrementando de manera proporcional el alabeo, sino que más bien lo estabiliza. La desviación estándar más baja se observa con el 10% de aditivo (0.157), lo que implica una mayor uniformidad en los resultados de esa concentración en comparación con las otras.

Figura 2

Promedio de alabeo de la cara superior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura muestra el gráfico estadístico sobre el promedio de alabeo de la cara superior de los ladrillos de king kong de concreto. Elaboración propia.

Tabla 6

Análisis de varianza de los promedios de alabeo de la cara superior convexidad lado derecho (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	1.29	3	0.43	2.83	0.052	2.87	
Error	5.47	36	0.15				
Total	6.76	39					

Nota. La tabla muestra el análisis de varianza para comparar los grupos de tratamiento con diferentes porcentajes de aditivo plastificante. Elaboración propia.

La tabla (6) indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos al nivel de significancia del 5%. El valor de F calculado es 2.83, que es muy cercano al valor crítico de F de 2.87, y el valor P es 0.052, ligeramente superior al nivel de significancia de 0.05. Aunque el resultado está muy cerca de ser significativo, no alcanza el umbral necesario para rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante tienen un efecto marginal, pero no estadísticamente significativo, en el alabeo de la cara superior convexa derecha de los ladrillos.

- **Cara superior concavidad centro (mm)**

Tabla 7

Resultados de la prueba de alabeo de la cara superior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Cara superior Concavidad Centro (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	0.50	0.80	0.60	0.90
R2	2.00	0.50	0.50	0.30
R3	9.00	0.80	0.50	0.60

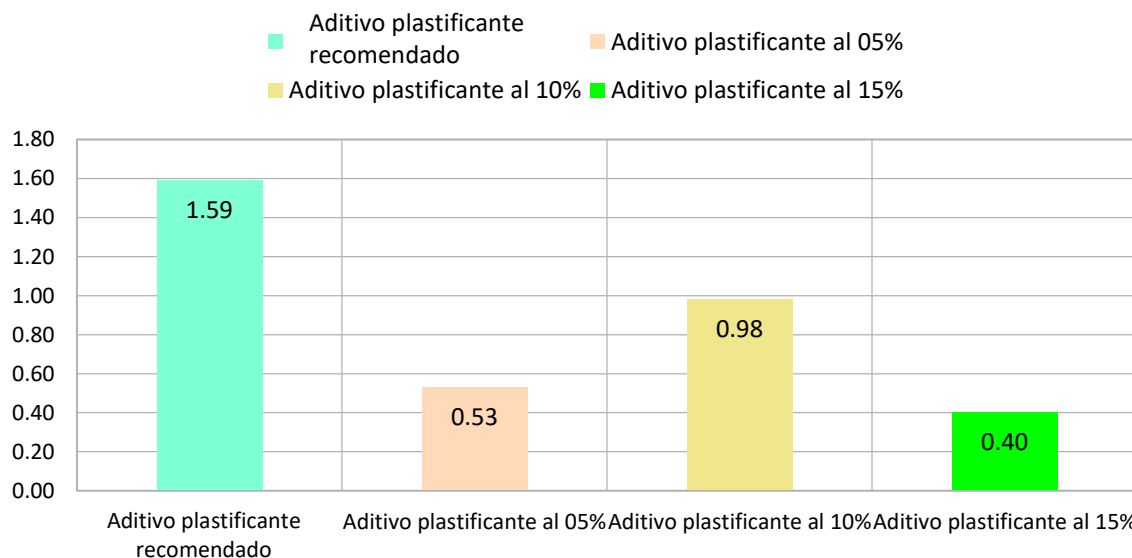
R4	0.50	0.50	0.80	0.50
R5	0.60	0.60	0.60	0.20
R6	0.40	0.90	0.70	0.15
R7	0.10	0.10	0.10	0.50
R8	1.00	0.10	0.70	0.20
R9	0.80	0.50	0.30	0.10
R10	1.00	0.50	5.00	0.55
Suma	15.90	5.30	9.80	4.00
Promedio	1.59	0.53	0.98	0.40
Desviación estándar.	2.654	0.271	1.427	0.253

Nota. La tabla muestra los resultados de la prueba de alabeo de diez muestras de ladrillo de king kong de concreto elaborados con aditivo plastificante. Elaboración propia.

La tabla (7) muestra una clara disminución en el promedio del alabeo a medida que se incrementa el porcentaje de aditivo. Sin aditivo, el promedio es significativamente más alto, alcanzando 1.59 mm, lo que indica una mayor concavidad. Con un 5% de aditivo, el promedio disminuye drásticamente a 0.53 mm, y continúa reduciéndose a 0.98 mm con un 10% y a 0.40 mm con un 15% de aditivo. Esto sugiere que la adición de plastificante reduce la concavidad central de los ladrillos, mejorando así su planitud. Además, la desviación estándar más alta (2.654) se presenta en el aditivo recomendado, indicando una mayor variabilidad en los resultados, mientras que las desviaciones estándar más bajas se observan con el 5% y 15% de aditivo, lo que implica una mayor consistencia en esos porcentajes.

Figura 3

Promedio de alabeo de la cara superior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura muestra el gráfico estadístico el promedio del alabeo de la cara superior de los ladrillos de king kong de concreto. Elaboración propia.

Tabla 8

Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara superior concavidad centro (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	8.67	3	2.89	1.25	0.305	2.87	
Error	82.96	36	2.30				
Total	91.63	39					

Nota. La tabla muestra el análisis de varianza para comparar los grupos de tratamiento de la variable y de los promedios del alabeo. Elaboración propia.

La tabla (8) muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 1.25, que es menor que el valor crítico de F de 2.87,

y el valor P es 0.305, mucho mayor que el nivel de significancia del 5%. Esto indica que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto significativo en la concavidad central de la cara superior de los ladrillos. Por lo tanto, las diferencias observadas en los promedios de alabeo no son lo suficientemente grandes como para rechazar la hipótesis nula, sugiriendo que el aditivo plastificante no influye de manera significativa en esta característica específica del alabeo.

- **Cara inferior convexidad lado izquierdo (mm)**

Tabla 9

Resultados de la prueba de alabeo de la cara inferior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Cara inferior Convexidad lado izquierdo (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	1.20	1.10	1.90	1.10
R2	1.10	1.60	1.00	0.90
R3	1.30	1.00	1.20	1.00
R4	1.10	1.20	1.30	1.20
R5	1.60	2.00	1.90	1.50
R6	2.00	2.10	2.10	1.00
R7	2.60	1.00	1.70	1.60
R8	0.50	0.90	1.50	1.50
R9	1.00	1.50	1.60	1.60
R10	1.00	1.90	1.00	1.80
Suma	13.40	14.30	15.20	13.20
Promedio	1.34	1.43	1.52	1.32
Desviación estándar	0.593	0.452	0.388	0.316

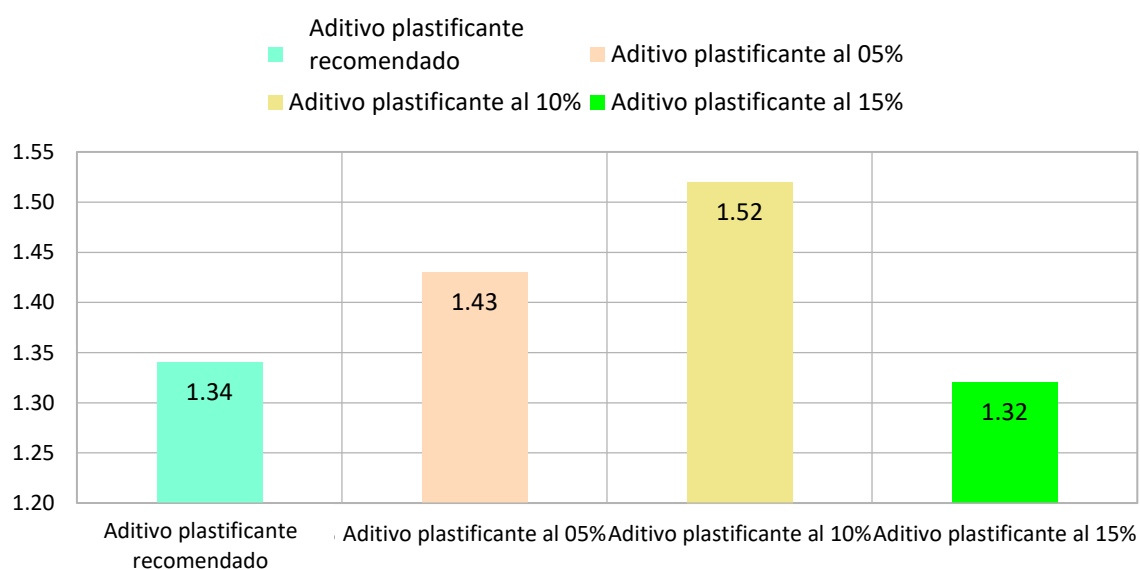
Nota. La tabla presenta los resultados obtenidos en la prueba de alabeo en la cara inferior del ladrillo king kong. Elaboración propia.

La tabla (9) indica que el alabeo promedio varía de manera ligera con la adición del aditivo. El alabeo promedio más bajo se observa con el 15% de aditivo plastificante,

alcanzando 1.32 mm, seguido por el aditivo recomendado con 1.34 mm, lo que sugiere que la adición de plastificante en esta cantidad tiene un efecto mínimo en la reducción de la convexidad. Los promedios de alabeo para el 5% y 10% son ligeramente superiores, con 1.43 mm y 1.52 mm respectivamente, indicando un aumento moderado en la convexidad con estos porcentajes. La desviación estándar más baja se presenta en el 15% de aditivo (0.316), lo que sugiere una mayor consistencia en los resultados obtenidos en ese nivel de aditivo.

Figura 4

Promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado izquierdo (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura presenta los resultados del promedio del alabeo de la cara inferior del ladrillo king kong con los diferentes porcentajes de aditivo. Elaboración propia.

Tabla 10

Análisis de varianza de los promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado izquierdo (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	0.25	3	0.08	0.42	0.741	2.87	
Error	7.26	36	0.20				
Total	7.51	39					

Nota. La tabla presenta los resultados del análisis de varianza del alabeo con diferentes porcentajes de aditivo. Elaboración propia

La tabla (10) revela que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 0.42, que es mucho menor que el valor crítico de F de 2.87, y el valor P es 0.741, considerablemente mayor que el nivel de significancia del 5%. Esto indica que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto significativo en la convexidad de la cara inferior izquierda de los ladrillos. En consecuencia, se concluye que las diferencias observadas en los promedios de alabeo no son lo suficientemente grandes como para rechazar la hipótesis nula, sugiriendo que el aditivo plastificante no influye de manera significativa en esta dimensión del alabeo.

- **Cara inferior convexidad lado derecho (mm)**

Tabla 11

Resultados de la prueba de alabeo de la cara inferior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Cara inferior convexidad lado derecho (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	1.20	1.80	2.50	1.40

R2	1.20	1.40	1.30	2.10
R3	1.90	1.00	1.50	1.20
R4	2.00	1.50	1.20	2.00
R5	2.00	1.60	1.50	2.50
R6	2.50	1.50	2.00	1.70
R7	2.00	1.60	1.50	1.50
R8	0.20	1.20	1.70	1.30
R9	1.20	3.00	1.70	1.40
R10	1.20	2.00	1.50	1.88
Suma	15.40	16.60	16.40	16.98
Promedio	1.54	1.66	1.64	1.70
Desviación estándar	0.662	0.548	0.375	0.415

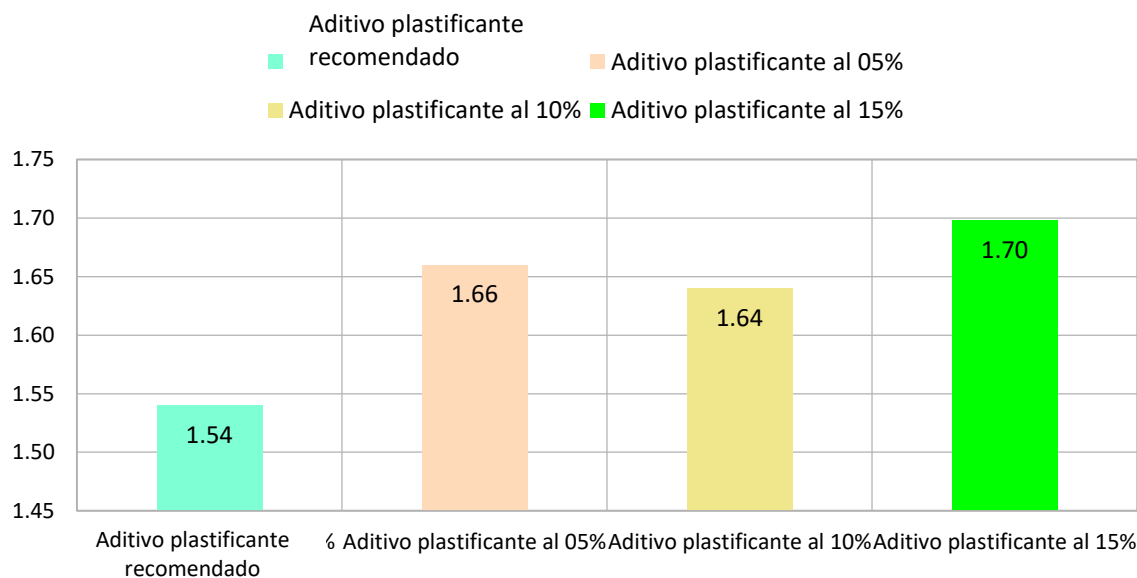
Nota. La tabla presenta los resultados de de la prueba del alabeo de la cara inferior

convexidad del lado derecho utilizando el aditivo al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (11) muestra un ligero incremento en el alabeo promedio conforme se incrementa el porcentaje de aditivo. Sin aditivo, el promedio es de 1.54 mm, mientras que con un 5% y 10% de aditivo plastificante, los promedios son de 1.66 mm y 1.64 mm, respectivamente. El alabeo promedio más alto se observa con un 15% de aditivo, alcanzando 1.70 mm, lo que sugiere que el incremento en la cantidad de aditivo está asociado con un leve aumento en la convexidad. La desviación estándar más baja se encuentra con el 10% de aditivo (0.375), indicando que en este nivel los resultados son más consistentes, mientras que la desviación estándar más alta se observa en el aditivo recomendado (0.662), lo que sugiere mayor variabilidad en los resultados sin aditivo.

Figura 5

Promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado derecho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura presenta el promedio de alabeo de la cara inferior del ladrillo king kong de concreto elaborado con aditivo plastificante. Elaboración propia.

Tabla 12

Análisis de varianza del promedio de alabeo de la cara inferior convexidad lado derecho (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	0.14	3	0.05	0.17	0.914	2.87	
Error	9.46	36	0.26				
Total	9.60	39					

Nota. La tabla presenta el análisis de varianza del promedio de la cara inferior del ladrillo king kong de concreto. Elaboración propia.

La tabla (12) muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 0.17, que es mucho menor que el valor crítico de F

de 2.87, y el valor P es 0.914, significativamente mayor que el nivel de significancia del 5%. Esto indica que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto significativo en la convexidad de la cara inferior derecha de los ladrillos. Por lo tanto, las diferencias observadas en los promedios de alabeo no son lo suficientemente grandes como para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que el aditivo plastificante no influye de manera significativa en esta característica del alabeo.

- **Cara inferior concavidad centro (mm)**

Tabla 13

Resultados de la prueba de alabeo de la cara inferior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Cara inferior concavidad Centro (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	0.60	0.60	1.20	0.70
R2	0.80	0.50	1.00	1.00
R3	0.50	0.50	0.90	0.40
R4	0.50	0.80	0.20	0.90
R5	0.70	0.30	0.30	1.10
R6	0.40	1.00	0.10	0.60
R7	0.50	1.10	0.30	0.30
R8	0.50	0.80	0.10	0.10
R9	0.90	0.20	0.60	0.10
R10	1.00	0.90	0.50	0.80
Suma	6.40	6.70	5.20	6.00
Promedio	0.64	0.67	0.52	0.60
Desviación estándar	0.201	0.298	0.394	0.362

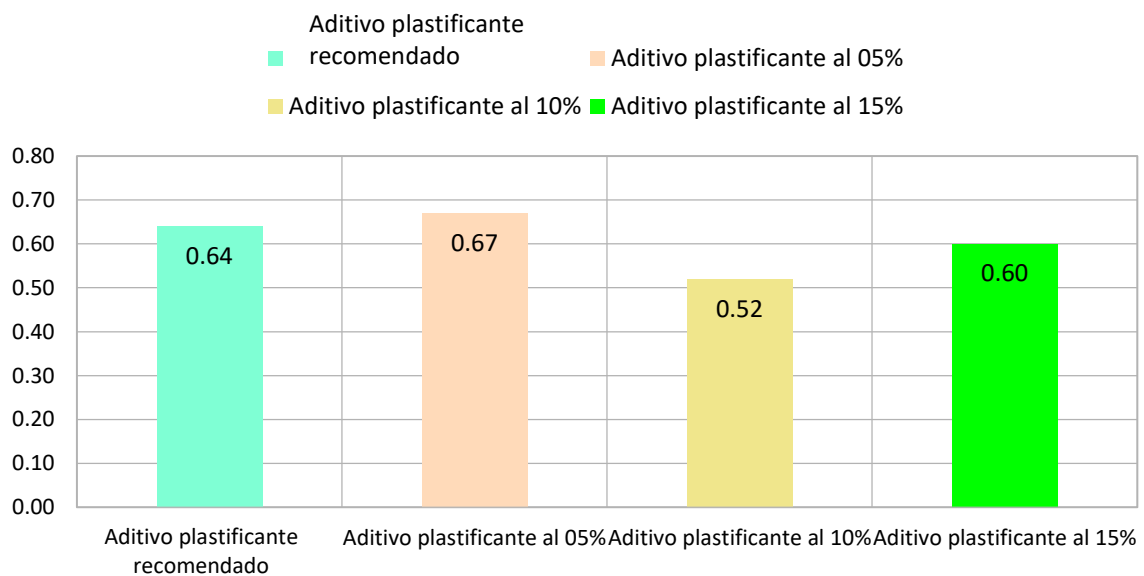
Nota. La tabla muestra la prueba de alabeo de la cara inferior de los ladrillos de king kong

de concreto con aditivo plastificante al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (13) muestra que el alabeo promedio es relativamente consistente y bajo en todos los porcentajes de aditivo. Sin aditivo, el promedio es de 0.64 mm, mientras que con un 5% de aditivo aumenta ligeramente a 0.67 mm. Con un 10% de aditivo, el promedio desciende a 0.52 mm, lo que representa el valor más bajo, y con un 15% de aditivo se incrementa nuevamente a 0.60 mm. Esto sugiere que la adición de aditivo plastificante tiene un impacto mínimo en la concavidad central de la cara inferior de los ladrillos. Las desviaciones estándar indican una mayor variabilidad con el 10% y 15% de aditivo (0.394 y 0.362, respectivamente), en comparación con el aditivo recomendado y 5% de aditivo, que presentan menores variabilidades (0.201 y 0.298).

Figura 6

Promedio de alabeo de la cara inferior concavidad centro (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura presenta el promedio de alabeo de la cara inferior de la concavidad centro con aditivos al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

Tabla 14

Análisis de varianza de los promedios de alabeo de la cara inferior concavidad centro (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	0.13	3	0.04	0.41	0.749	2.87	
Error	3.74	36	0.10				
Total	3.87	39					

Nota. La tabla presenta el análisis de varianza para comparar los promedios del alabeo de la cara inferior concavidad centro con diferentes porcentajes de aditivo. Elaboración propia.

La tabla (14) indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 0.41, que es considerablemente menor que el valor crítico de F de 2.87, y el valor P es 0.749, muy superior al nivel de significancia del 5%. Esto sugiere que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto significativo en la concavidad central de la cara inferior de los ladrillos. En consecuencia, las diferencias observadas en los promedios de alabeo no son lo suficientemente relevantes como para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que el aditivo plastificante no influye significativamente en esta característica del alabeo.

- **Absorción (%)**

Tabla 15

Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable absorción

Variable	Tratamiento	Normalidad (p-valor)	Homogeneidad de Varianza (p-valor)
Absorción	Aditivo plastificante recomendado	0.606	0.102
Absorción	Aditivo plastificante al 05%	0.594	0.102

Absorción	Aditivo plastificante al 10%	0.178	0.102
Absorción	Aditivo plastificante al 15%	0.658	0.102

Nota. La tabla muestra los resultados de la aplicación de la prueba de normalidad de la variable absorción de los ladrillos de king kong de concreto. Elaboración propia.

La tabla (15) de resultados muestra que, para la variable absorción, todos los tratamientos con aditivo plastificante (al recomendado, 5%, 10%, y 15%) cumplen con la suposición de normalidad, dado que los p-valores obtenidos en la prueba de Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov son mayores a 0.05. Asimismo, la prueba de homogeneidad de varianza de Levene arroja un p-valor de 0.102 para todos los tratamientos, lo que indica que no se rechaza la hipótesis de homogeneidad de varianza entre los grupos, sugiriendo que las varianzas son homogéneas.

Tabla 16

Resultados de la prueba de absorción (%) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Absorción (%)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	5.34	5.88	5.85	6.03
R2	5.33	4.31	5.86	5.99
R3	5.59	5.27	5.34	4.31
R4	5.55	5.15	5.44	5.44
R5	5.16	4.40	5.38	4.90
Suma	26.97	25.01	27.87	26.67
Promedio	5.394	5.002	5.574	5.334
Desviación estándar	0.176	0.653	0.259	0.735

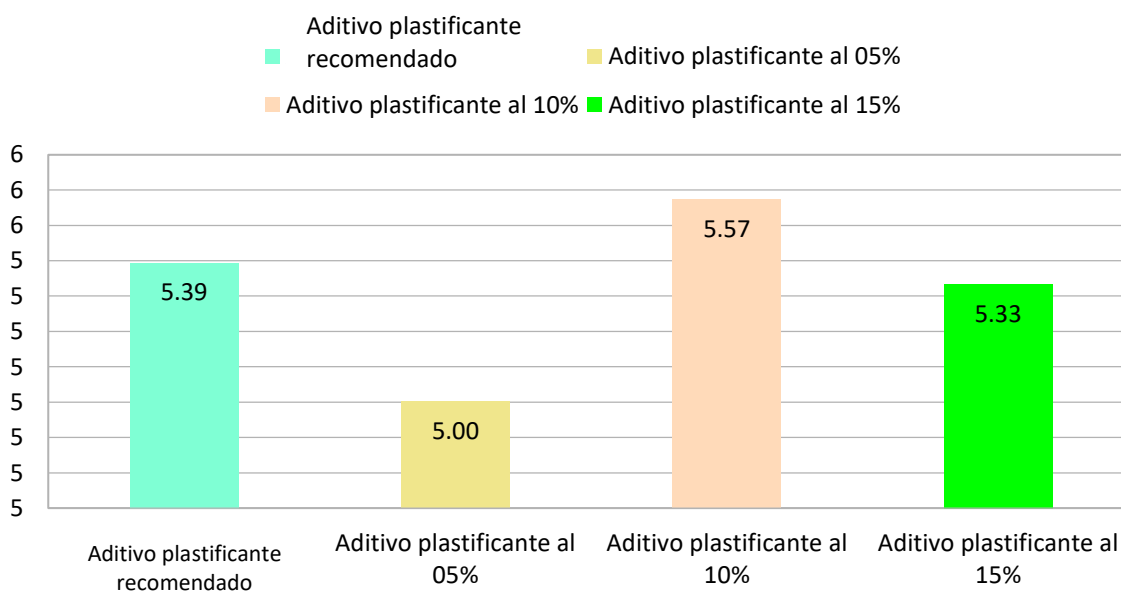
Nota. La tabla presenta la prueba de absorción al incluir el 5%, 10% y 15% del aditivo

plastificante en los ladrillos de king kong de concreto. Elaboración propia.

La tabla (16) muestra variaciones en la absorción de agua dependiendo del porcentaje de aditivo utilizado. El promedio de absorción más bajo se observa con un 5% de aditivo plastificante (5.002%), mientras que el promedio más alto se encuentra con un 10% de aditivo (5.574%). Los resultados indican que la adición de plastificante afecta la capacidad de absorción de los ladrillos, con un aumento notable en la absorción al alcanzar el 10% de aditivo. Sin embargo, al incrementar el aditivo al 15%, la absorción disminuye ligeramente a 5.334%, lo que sugiere que hay un punto de saturación donde el aumento del aditivo ya no incrementa la absorción significativamente. Las desviaciones estándar varían, siendo más alta en el 15% (0.735) y más baja en el aditivo recomendado (0.176), lo que indica que la variabilidad en los resultados es mayor con concentraciones más altas de aditivo.

Figura 7

Promedio de absorción (%) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura presenta el promedio de la prueba de absorción de los ladrillos de king kong de concreto al incluir el 5%, 10% y 15% de aditivo plastificante. Elaboración propia.

Tabla 17

Análisis de varianza del promedio de absorción (%) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	0.86	3	0.29	1.07	0.389	3.24	
Error	4.26	16	0.27				
Total	5.12	19					

Nota. La tabla presenta el análisis de varianza de la absorción al utilizar el aditivo

plastificante al 55, 10% y 15% en ladrillos de king kong de concreto. Elaboración propia.

La tabla (17) que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 1.07, que es menor que el valor crítico de F de 3.24, y el valor P es 0.389, superior al nivel de significancia del 5%. Esto indica que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto significativo en la capacidad de absorción de los ladrillos. Por lo tanto, las diferencias observadas en los promedios de absorción no son lo suficientemente grandes como para rechazar la hipótesis nula, sugiriendo que el aditivo plastificante no influye significativamente en la absorción de agua en los ladrillos.

- **Variación dimensional**

Tabla 18

Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable variación dimensional

Variable	Tratamiento	Normalidad (p-valor)	Homogeneidad de Varianza (p-valor)
Longitud	Aditivo plastificante recomendado	0.409	0.319
Longitud	Aditivo plastificante al 05%	0.445	0.319

Longitud	Aditivo plastificante al 10%	0.383	0.319
Longitud	Aditivo plastificante al 15%	0.086	0.319
Altura	Aditivo plastificante recomendado	0.424	0.791
Altura	Aditivo plastificante al 05%	0.010	0.791
Altura	Aditivo plastificante al 10%	0.630	0.791
Altura	Aditivo plastificante al 15%	0.689	0.791
Ancho	Aditivo plastificante recomendado	0.025	0.378
Ancho	Aditivo plastificante al 05%	0.001	0.378
Ancho	Aditivo plastificante al 10%	0.124	0.378
Ancho	Aditivo plastificante al 15%	0.694	0.378

Nota. La tabla presenta la prueba de normalidad de la variación dimensional de los king

kong de concreto de la variable variación dimensional. Elaboración propia.

La tabla (18) de resultados muestra que, para la variable "Longitud," todos los tratamientos con aditivo plastificante (recomendado, 5%, 10% y 15%) cumplen con la normalidad, excepto el tratamiento al 15%, que se encuentra cerca del umbral (p -valor = 0.086). Para la variable "Altura," los tratamientos al recomendado, 10% y 15% cumplen con la normalidad, mientras que el tratamiento al 5% no cumple (p -valor = 0.010). En cuanto a la variable "Ancho," los tratamientos al 10% y 15% cumplen con la normalidad, pero los tratamientos al recomendado y 5% no cumplen (p -valores = 0.025 y 0.001, respectivamente). Por otro lado, la prueba de homogeneidad de varianza de Levene muestra que las varianzas son homogéneas en todos los casos, ya que todos los p -valores son mayores a 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis de homogeneidad de varianza entre los grupos.

- **Variación dimensional longitud (mm)**

Tabla 19

Resultados de la prueba de variación dimensional longitud (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Variación dimensional longitud (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	239.20	240.10	237.80	240.10

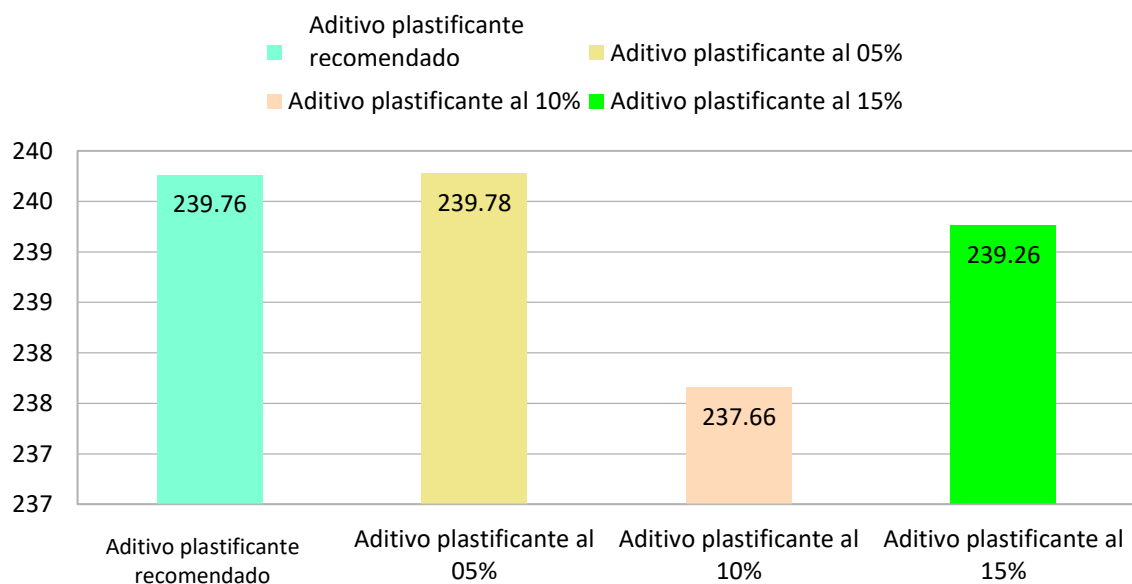
R2	239.60	239.90	235.50	237.90
R3	239.90	239.30	238.20	238.30
R4	240.00	240.00	239.30	239.90
R5	240.10	239.60	237.50	240.10
Suma	1198.8	1198.9	1188.3	1196.3
Promedio	239.76	239.78	237.66	239.26
Desviación estándar	0.365	0.327	1.387	1.071

Nota. La tabla presenta la prueba de variación dimensional de los ladrillos de king kong de concreto al incorporar el 5%, 10% y 15% de aditivo plastificante. Elaboración propia.

La tabla (19) muestra que el promedio de la longitud es bastante consistente entre los diferentes porcentajes de aditivo. Sin aditivo y con un 5% de aditivo, los promedios son casi idénticos, con 239.76 mm y 239.78 mm respectivamente. Con un 10% de aditivo, el promedio disminuye ligeramente a 237.66 mm, lo que indica una pequeña reducción en la longitud. Finalmente, con un 15% de aditivo, el promedio vuelve a acercarse al valor original, alcanzando 239.26 mm. Esto sugiere que la inclusión del aditivo plastificante tiene un efecto mínimo sobre la variación dimensional en la longitud de los ladrillos, aunque el 10% de aditivo muestra una mayor reducción en la longitud. Las desviaciones estándar indican que la mayor variabilidad se encuentra con el 10% (1.387), mientras que las menores variabilidades se observan en el aditivo recomendado y 5% de aditivo (0.365 y 0.327, respectivamente), lo que sugiere una mayor consistencia en los resultados con estas concentraciones más bajas de aditivo.

Figura 8

Promedio de variación dimensional longitud (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura presenta el promedio de variación dimensional de la longitud de los ladrillos de king kong de concreto al incorporar el 5%, 10% y 15% del aditivo plastificante. Elaboración propia.

Tabla 20

Análisis de varianza de los promedio de variación dimensional longitud (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	14.98	3	4.99	6.03	0.006	3.24	
Error	13.24	16	0.83				
Total	28.23	19					

Nota. La tabla presenta la varianza de la variación dimensional de los ladrillos de king kong de concreto elaborados con aditivo plastificante. Elaboración propia.

La tabla (20) revela que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 6.03, que es mayor que el valor crítico de F de 3.24, y el valor P es 0.006, lo cual es menor que el nivel de significancia del 5%. Esto indica que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante tienen un efecto significativo en la longitud de los ladrillos. Por lo tanto, las diferencias observadas en los promedios de longitud son lo suficientemente grandes como para rechazar la hipótesis nula, sugiriendo que el aditivo plastificante influye significativamente en la variación dimensional de la longitud de los ladrillos.

Tabla 21

Análisis de Tukey de los promedios de variación dimensional longitud (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Tratamiento	Promedio	Grupo
Aditivo plastificante recomendado	239.760	B
Aditivo plastificante al 05%	239.780	B
Aditivo plastificante al 10%	237.660	A
Aditivo plastificante al 15%	239.260	AB

Nota. La tabla presenta el análisis de Tukey utilizando aditivo plastificante al 5%, 10% y 15% en ladrillos de king kong de concreto. Elaboración propia.

La tabla (21) muestra que existen diferencias significativas entre algunos tratamientos. Según el análisis, los ladrillos con 10% de aditivo plastificante (237.660 mm) forman un grupo separado (A), lo que indica que su longitud es significativamente menor en comparación con los ladrillos sin aditivo (239.760 mm) y con 5% de aditivo (239.780 mm), que forman parte del grupo B. Los ladrillos con 15% de aditivo (239.260 mm) pertenecen al grupo AB, lo que sugiere que su longitud es intermedia y no difiere significativamente de los otros tratamientos. La Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613 indica que la longitud

estándar para ladrillos king kong debe estar en un rango de 239 mm a 241 mm, en este contexto: Los tratamientos con el recomendado, 5%, y 15% de aditivo plastificante, cuyos promedios de longitud son 239.760 mm, 239.780 mm, y 239.260 mm respectivamente, se encuentran dentro del rango especificado por la NTP, mientras que el tratamiento con 10% de aditivo plastificante, con un promedio de longitud de 237.660 mm, está fuera del rango permitido, lo que sugiere que este nivel de aditivo afecta negativamente la conformidad del ladrillo con la norma.

- **Variación dimensional altura (mm)**

Tabla 22

Resultados de la prueba de variación dimensional altura (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Variación dimensional altura (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	99.09	99.47	96.20	97.47
R2	99.44	95.12	100.08	97.12
R3	97.77	99.14	99.14	100.14
R4	100.75	99.09	99.95	101.59
R5	99.11	100.20	98.43	99.20
Suma	496.16	493.02	493.8	495.52
Variación dimensional altura (mm)	99.232	98.604	98.76	99.104
Desviación estándar	1.063	1.997	1.578	1.862

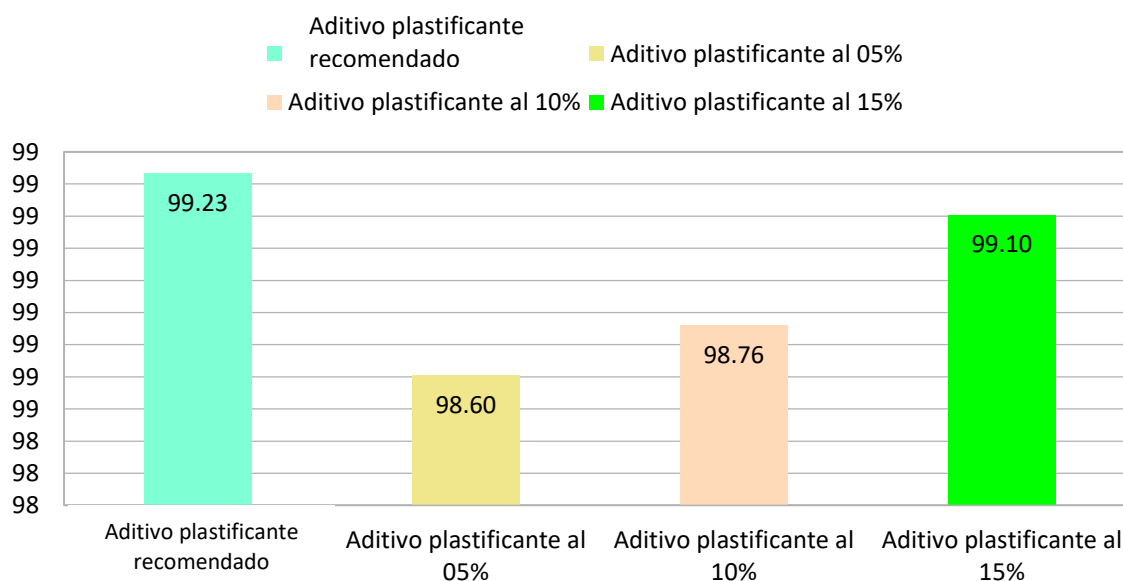
Nota. La tabla muestra la prueba de variación dimensional de la altura de 05 ladrillos de concreto tipo king kong a los cuales se les agregó aditivo plastificante. Elaboración propia.

La tabla (22) muestra que los promedios de altura son relativamente consistentes, con pequeñas variaciones entre los diferentes porcentajes de aditivo. El promedio más alto se encuentra en los ladrillos sin aditivo, con 99.232 mm, mientras que con un 5% de aditivo,

el promedio disminuye ligeramente a 98.604 mm, y con un 10% de aditivo, el promedio es de 98.76 mm. Finalmente, con un 15% de aditivo, el promedio se incrementa ligeramente a 99.104 mm. Esto sugiere que la adición de aditivo plastificante no provoca cambios significativos en la altura de los ladrillos. Las desviaciones estándar indican una mayor variabilidad en los resultados con el 5% de aditivo (1.997), mientras que la variabilidad es menor en los ladrillos sin aditivo (1.063), lo que sugiere una mayor consistencia en los resultados sin aditivo.

Figura 9

Promedio de variación dimensional altura (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura presenta gráfico de barras del promedio de la variación dimensional de la altura de los ladrillos de king kong de concreto con aditivos plastificante al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

Tabla 23

Análisis de varianza de los promedio de variación dimensional altura (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	1.28	3	0.43	0.15	0.925	3.24	
Error	44.31	16	2.77				
Total	45.60	19					

Nota. La tabla presenta el análisis de varianza de los promedios de la variación dimensional de la altura al agregar aditivo plastificante en 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (23) muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 0.15, que es mucho menor que el valor crítico de F de 3.24, y el valor P es 0.925, considerablemente mayor que el nivel de significancia del 5%. Esto indica que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto significativo en la altura de los ladrillos. En consecuencia, las diferencias observadas en los promedios de altura no son lo suficientemente relevantes como para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que el aditivo plastificante no influye significativamente en la variación dimensional de la altura de los ladrillos.

- **Variación dimensional ancho (mm)**

Tabla 24

Resultados de la prueba de variación dimensional ancho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Variación dimensional ancho (mm)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R1	139.02	138.98	139.66	138.98
R2	139.02	140.08	140.08	140.48
R3	139.04	140.20	140.20	140.00
R4	139.04	139.35	139.35	140.35
R5	139.02	114.77	140.10	139.27

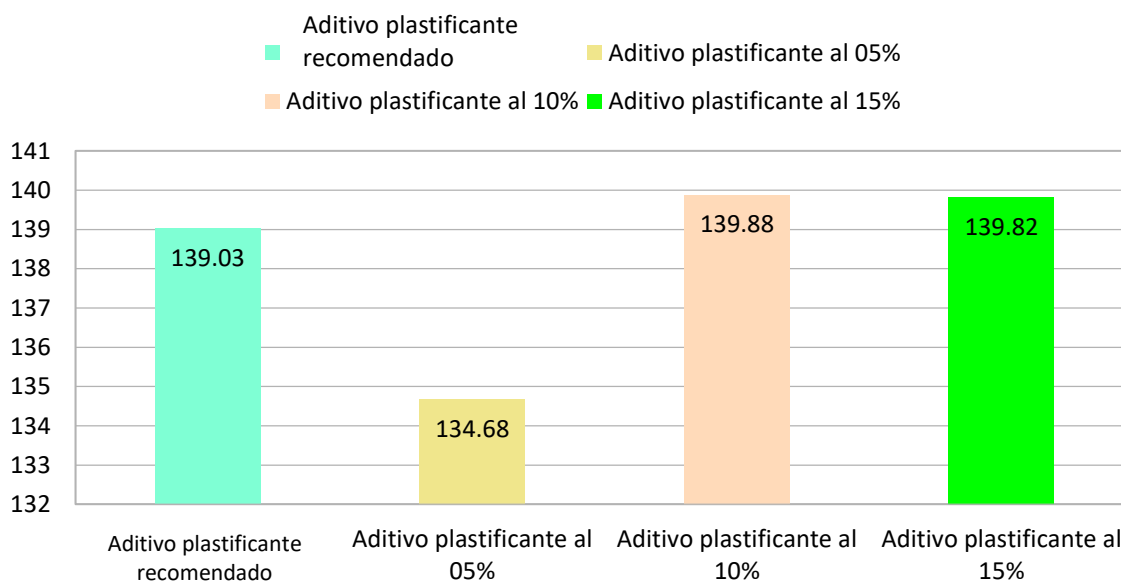
Suma	695.14	673.38	699.39	699.08
Variación dimensional ancho (mm)	139.028	134.676	139.878	139.816
Desviación estándar	0.011	11.139	0.361	0.663

Nota. La tabla presenta la prueba de variación dimensional del ancho de los ladrillos de king kong con aditivo plastificante al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (24) muestra que los promedios de ancho son bastante consistentes en la mayoría de los porcentajes de aditivo, excepto en el caso del 5%. Sin aditivo, el promedio es de 139.028 mm, y con un 10% y 15% de aditivo, los promedios son ligeramente mayores, alcanzando 139.878 mm y 139.816 mm, respectivamente. Sin embargo, con un 5% de aditivo, el promedio disminuye significativamente a 134.676 mm, lo que representa una variación considerable respecto a los otros porcentajes. Esto sugiere que el 5% de aditivo provoca una reducción notable en el ancho de los ladrillos. Las desviaciones estándar refuerzan esta observación, ya que es extremadamente alta para el 5% de aditivo (11.139), indicando una gran variabilidad en los resultados, mientras que en los otros porcentajes, las desviaciones estándar son muy bajas, especialmente sin aditivo (0.011), lo que indica una alta consistencia en esos casos.

Figura 10

Promedio de variación dimensional ancho (mm) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La figura presenta un gráfico estadístico sobre el promedio de variación dimensional del ancho de los ladrillos de concreto. Elaboración propia.

Tabla 25

Análisis de varianza de los promedio de variación dimensional ancho (mm) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	92.21	3	30.74	0.99	0.424	3.24	
Error	498.61	16	31.16				
Total	590.82	19					

Nota. La tabla presenta el análisis de varianza de la variación dimensional del ancho de los ladrillos de concreto king kong con aditivo plastificante al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (25) indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 0.99, que es menor que el valor crítico de F de 3.24, y el valor P es 0.424, superior al nivel de significancia del 5%. Esto sugiere que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante no tienen un efecto significativo en el ancho de los ladrillos. Por lo tanto, las diferencias observadas en los promedios de ancho no son lo suficientemente grandes como para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que el aditivo plastificante no influye de manera significativa en la variación dimensional del ancho de los ladrillos.

Propiedades mecánicas

- **Resistencia a la compresión (kg/cm²)**

Tabla 26

Resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable resistencia a la compresión

Tratamiento	Normalidad (p-valor)	Homogeneidad de Varianza (p-valor)
Aditivo plastificante recomendado	0.002	0.048
Aditivo plastificante al 05%	0.008	0.048
Aditivo plastificante al 10%	0.004	0.048
Aditivo plastificante al 15%	0.746	0.048

Nota. La tabla presenta los resultados de la prueba de normalidad de la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto king kong elaborados con aditivo plastificante al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (26) muestra los resultados de las pruebas de normalidad (Lilliefors/Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) de la variable resistencia a la compresión. En cuanto a las pruebas de normalidad indican que los

tratamientos con aditivo plastificante al recomendado, 5% y 10% no cumplen con la normalidad (p -valores < 0.05), mientras que el tratamiento al 15% sí la cumple; además, el p -valor de Levene es ligeramente menor a 0.05, lo que sugiere una posible falta de homogeneidad de varianza entre los grupos.

Tabla 27

Resultados de la prueba de la resistencia a la compresión (kg/cm^2) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	Aditivo plastificante recomendado	Aditivo plastificante al 05%	Aditivo plastificante al 10%	Aditivo plastificante al 15%
R01	220.48	215.86	216.31	213.47
R02	219.31	216.95	217.81	215.6
R03	219.61	216.19	216.62	216.41
R04	221.01	219.17	216.47	216.76
R05	220.96	215.97	215.81	219.78
R06	218.58	216.36	215.17	218.99
R07	219.65	216.74	216.96	218.98
R08	221.51	212.58	218.29	218.7
R09	220.44	207.59	215.87	215.34
R10	219.22	216.44	216.22	210.8
R11	221.84	215.09	215.78	220.11
R12	220.35	213.01	215.43	218.18
R13	226.12	217.1	216.23	224.23
R14	220.31	217.04	217.14	221.55
R15	219.93	215.86	214.78	217.38
R16	220.35	216.29	215.91	216.17
R17	220.59	215.99	217.29	218.63
R18	219.95	215.74	217.17	218.19
R19	223.58	214.36	215.31	216.97
R20	220.44	217.19	214.86	215.88
R21	220.41	214.92	215.98	220.28
R22	220.44	215.8	215.48	222.02
R23	219.78	217.63	216.89	216.51
R24	220.38	213.75	216.95	216.01
R25	219.88	217.63	216.07	213.2
R26	217.15	220.7	216.86	216.42
R27	216.01	216	218.35	217.82
R28	218.5	218.44	217.93	217.43
R29	219.3	214.27	217.17	214.75
R30	219.59	219.33	224.01	218.1
Suma	6,605.67	6,479.99	6,501.12	6,524.66
Promedio	220.19	216.00	216.70	217.49

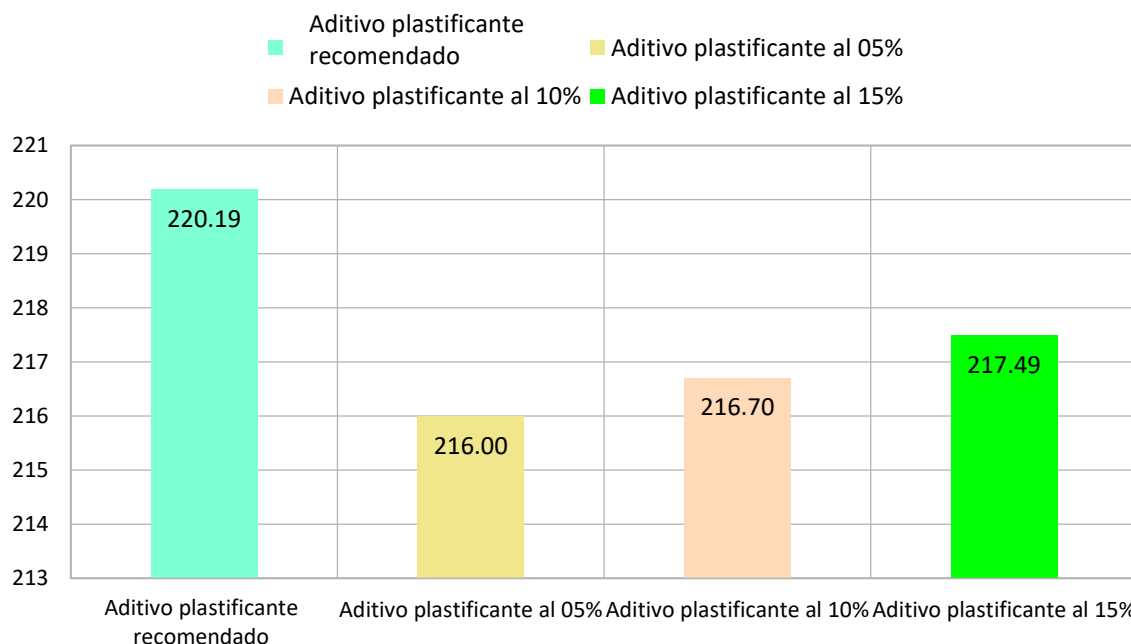
Desviación estándar	1.752	2.381	1.677	2.733
------------------------	-------	-------	-------	-------

Nota. La tabla presenta los diferentes resultados de la prueba a la compresión con aditivo al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (27) revela que la resistencia disminuye ligeramente con la adición del aditivo al 05%, 10% y 15%, en comparación con los ladrillos con aditivo recomendado. El promedio más alto de resistencia se observa en los ladrillos con aditivo recomendado, con 220.19 kg/cm². Al agregar un 5% de aditivo, el promedio desciende a 216.00 kg/cm², y con un 10% y 15% de aditivo, los promedios son 216.70 kg/cm² y 217.49 kg/cm², respectivamente. Esto sugiere que la adición de aditivo plastificante en proporciones mínimas tiende a reducir marginalmente la resistencia a la compresión de los ladrillos. Las desviaciones estándar más altas se observan con el 15% de aditivo (2.733) y el 5% (2.381), lo que indica una mayor variabilidad en los resultados a estos niveles de aditivo, mientras que la menor variabilidad se presenta en los ladrillos con 10% de aditivo (1.677).

Figura 11

Promedio de la resistencia a la compresión (kg/cm²) de los ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante



Nota. La imagen muestra el promedio de la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto tipo king kong con los diferentes porcentajes. Elaboración propia.

Tabla 28

Análisis de varianza de los promedio de la resistencia a la compresión (kg/cm²) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	F crítico	Sig.
Tratamiento	302.37	3	100.79	21.20	0.000	2.68	*
Error	551.59	116	4.76				
Total	853.96	119					

Nota: La tabla presenta el análisis de varianza de los promedio de la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto king kong elaborados con aditivo plastificante al 5%, 10% y 15%. Elaboración propia.

La tabla (28) muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El valor de F calculado es 21.20, que es mucho mayor que el valor crítico de F de 2.68, y el valor P es 0.000, lo cual es menor que el nivel de significancia del 5%. Estos resultados indican que las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante tienen un efecto significativo en la resistencia a la compresión de los ladrillos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que el aditivo plastificante influye de manera significativa en la resistencia a la compresión de los ladrillos king kong de concreto.

Tabla 29

Análisis de Tukey de los promedios de la resistencia a la compresión (kg/cm²) de ladrillos king kong de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de aditivo plastificante

Tratamiento	Promedio	Grupo
Aditivo plastificante recomendado	220.189	C
Aditivo plastificante al 15%	217.489	B
Aditivo plastificante al 10%	216.704	AB
Aditivo plastificante al 5%	216.000	A

Nota. La tabla presenta el análisis de Tukey de los promedios de la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto king kong. Elaboración propia.

La tabla (29) muestra que el análisis de Tukey para los promedios de resistencia a la compresión (kg/cm²) de ladrillos king kong de concreto elaborados con diferentes porcentajes de aditivo plastificante muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Los ladrillos sin aditivo plastificante (0%) presentan el promedio de resistencia más alto (220.189 kg/cm²) y pertenecen al grupo C, indicando que su resistencia es significativamente mayor que la de los otros tratamientos. Los ladrillos con 15% de aditivo plastificante (217.489 kg/cm²) se ubican en el grupo B, mostrando una resistencia menor pero aún significativamente diferente de los ladrillos sin aditivo. Los ladrillos con 10% de aditivo (216.704 kg/cm²) están en el grupo AB, indicando que su resistencia no difiere

significativamente de los ladrillos con 15% o 5% de aditivo, pero es menor que la de los ladrillos sin aditivo. Finalmente, los ladrillos con 5% de aditivo (216.000 kg/cm^2) pertenecen al grupo A, con la resistencia más baja.

Comparando estos resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP), que generalmente exige que los ladrillos de concreto tengan una resistencia mínima de 210 kg/cm^2 , todos los tratamientos cumplen con este requisito. Sin embargo, la disminución en la resistencia con la adición de aditivo plastificante, especialmente en el caso del 5% y 10%, podría ser un factor crítico en la selección del porcentaje óptimo de aditivo para asegurar la conformidad con los estándares de resistencia establecidos por la NTP. El tratamiento sin aditivo ofrece la mayor resistencia, lo cual sería más favorable en aplicaciones que requieran cumplir o exceder el mínimo normativo con mayor margen.

5.2. Discusiones

La investigación de Loor (2023) sobre los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la costa y sierra destaca las desventajas de los ladrillos de arcilla y los bloques de piedra pómez en comparación con las ventajas del bloque muro. El ladrillo de arcilla, a menudo mal quemado, no alcanza la dureza adecuada, mientras que los bloques de piedra pómez, aunque livianos, son frágiles y susceptibles a la exposición salina en zonas costeras. En contraste, el bloque muro es más resistente, liviano y fácil de manejar, alcanzando una adecuada dureza tras 30 días de curado. Además, los resultados de la tabla (3) indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos aplicados respecto al porcentaje de aditivo plastificante y su impacto en el alabeo de los ladrillos, ya que el valor de F calculado (1.52) es menor que el valor crítico (2.87) y el valor P (0.226) es mayor que el nivel de significancia del 5%, lo que sugiere que las variaciones en el aditivo no tienen un efecto estadísticamente relevante en la deformación. Este análisis resalta la importancia de utilizar materiales más resistentes y duraderos, como el bloque muro, y concluye que los aditivos plásticos no alteran significativamente las propiedades estructurales en términos de alabeo.

El estudio de Unda y Poveda (2023) propone una solución innovadora para la reutilización de residuos de ladrillos, los cuales son generados en grandes cantidades en las obras debido a factores como la mala manipulación y las demoliciones, representando una amenaza ambiental por su inadecuada disposición. Al emplear ladrillos triturados como agregado en la producción de concreto, se reduce la necesidad de extracción de agregados pétreos de las canteras, contribuyendo a la preservación de las cuencas hidrográficas y minimizando el impacto ambiental. El estudio incluyó tres tipos de ladrillos—ladrillo #4, adoquín y ladrillo estructural—en porcentajes de reemplazo del agregado grueso del 5%, 10% y 15%, además de la adición de un aditivo retardante y reductor de agua. Los ensayos

de laboratorio mostraron que el ladrillo estructural ofreció el mejor desempeño con el uso del aditivo, mientras que el ladrillo #4 con un 10% de reemplazo también resultó favorable en cuanto a la resistencia a la compresión y flexión. Sin embargo, los resultados estadísticos revelaron que no existían diferencias significativas entre los tratamientos al nivel de significancia del 5%, dado que el valor de F (2.83) estaba muy cerca del valor crítico (2.87), y el valor P (0.052) resultó ligeramente superior al nivel aceptado de 0.05. Esto sugiere que, aunque las variaciones en el porcentaje de aditivo plastificante tienen un efecto marginal en el alabeo de la cara superior convexa derecha de los ladrillos, este efecto no es estadísticamente significativo. A pesar de la cercanía a los valores críticos, el estudio no logra rechazar la hipótesis nula, lo que indica que el impacto del aditivo en la mejora de las propiedades del concreto modificado no puede ser considerado concluyente en este experimento. No obstante, los resultados abren la posibilidad de continuar investigando con un diseño experimental ajustado, ampliando el tamaño de la muestra y perfeccionando las mediciones, para poder obtener conclusiones más precisas y robustas sobre la viabilidad del uso de ladrillos triturados como agregado en la producción de concreto sostenible.

El estudio de Mamani (2023) sobre la cerámica modificada con carbonato de litio en ladrillos mostró mejoras significativas en la resistencia a la compresión de las muestras, superando los valores establecidos por la Normativa Boliviana, lo cual resalta el potencial de este aditivo en la optimización de materiales para la construcción. Los análisis cristalográficos realizados en la Universidad de Kioto indicaron que tanto el carbonato de litio como la temperatura de cocción influyen positivamente en la angulosidad y densidad de los cristales, lo que sugiere que estas modificaciones podrían tener un impacto positivo en las propiedades mecánicas de los ladrillos. Sin embargo, los resultados estadísticos revelados en la Tabla 7 muestran que, a pesar de las mejoras observadas en las propiedades

generales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la concavidad central de la cara superior de los ladrillos. El valor F calculado (1.25) es menor que el valor crítico (2.87), y el valor P (0.305) es considerablemente mayor que el nivel de significancia del 5%, lo que sugiere que las variaciones en el contenido de carbonato de litio y la temperatura de cocción no afectan significativamente esta característica particular del alabeo. Estos resultados indican que, aunque el aditivo mejora ciertas propiedades del material, no tiene un efecto significativo en todos los aspectos del comportamiento estructural de los ladrillos. Este hallazgo sugiere la necesidad de seguir investigando para identificar otros factores que puedan influir en la mejora de la forma y estabilidad del ladrillo, así como en su comportamiento frente a condiciones específicas.

VI. Conclusiones

Conclusión para el objetivo general

Se determinó que el aditivo plastificante influye significativamente en la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto tipo king kong, mejorando su capacidad para soportar cargas a medida que se aumenta su proporción, llegando a una $f'c = 220.19 \text{ kg/cm}^2$. Sin embargo, no afecta de manera significativa en las propiedades físicas como el alabeo, la absorción y la variación dimensional, según el análisis de varianza.

Conclusión del objetivo específico 01

Después del análisis del aditivo plastificante en las propiedades físicas como el alabeo, absorción y la variación dimensional, mediante el análisis de varianza se obtuvo un $F (1.52) < F_{crit} (2.87) P = 0.226$ para el alabeo, un $F (1.07) < F_{crit} (3.24) P = 0.389$ para la absorción y un $F (0.15) < F_{crit} (3.24) P = 0.925$ para la variación dimensional, con el cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, sugiriendo que el aditivo no tiene un impacto considerable en estas propiedades

Conclusión del objetivo específico 02

Después de los análisis de los resultados del aditivo plastificante en las características mecánicas de los ladrillos tipo king kong de concreto. Al incorporar diferentes proporciones del aditivo (5%, 10% y 15%), se observaron mejoras progresivas en la resistencia a la compresión, con resultados promedio de $f'c = 216 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 216.70 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 217.49 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente. Estos valores reflejan un incremento en la resistencia conforme se aumenta el contenido de aditivo, así mismo en el análisis de varianza con un $F (21.20) > F_{crit} (2.68) P = 0.000$ el cual indica que si existe influencia del aditivo plastificante en las propiedades mecánicas de los ladrillos tipo King Kong de concreto.

VII. Recomendaciones

Recomendación del objetivo general

Se recomienda utilizar el aditivo plastificante en la producción de ladrillos de concreto tipo king kong para mejorar su resistencia a la compresión, especialmente en proyectos que requieren estructuras con mayor capacidad para soportar cargas. Dado que el aditivo no afecta significativamente las propiedades físicas como el alabeo, la absorción y la variación dimensional, su empleo puede enfocarse en mejorar el rendimiento mecánico sin comprometer la estabilidad dimensional del material.

Recomendación del objetivo del específico 01

Se recomienda utilizar aditivos plastificantes sin preocupación por alterar las propiedades físicas de los ladrillos de concreto tipo king kong, como el alabeo, la absorción y la variación dimensional. Dado que el análisis de varianza muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas en estas características, el plastificante puede emplearse para optimizar otros aspectos del concreto, como la trabajabilidad y la resistencia, sin comprometer la estabilidad dimensional o las propiedades físicas esenciales de los ladrillos.

Recomendación del objetivo específico 02

Se recomienda incorporar plastificantes en la producción de ladrillos tipo king kong de concreto en proporciones de 10% a 15%, ya que su uso mejora progresivamente la resistencia a la compresión. Además, el empleo de plastificantes permite reducir la cantidad de cemento utilizada, manteniendo la resistencia al cual se diseñó. Esto no solo optimiza la trabajabilidad del concreto, sino que también refuerza la capacidad estructural de los ladrillos, haciéndolos más eficientes y económicos para soportar cargas en proyectos constructivos exigentes.

VIII. Referencias

- Ayala, F. D. R. [Rojas Ayala, F. D.] (2020). *Diseño y elaboración de concreto ligero utilizando aditivo espumante aplicado a unidades de albañilería de tipo no estructural* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/21728>
- Cabanillas Velásquez, V. E. R., & Calderón Zegarra, Z. M. L. (2023). *Variación en la resistencia a compresión de ladrillos de concreto tradicional y utilizando aditivos plastificante y acelerante, Cajamarca 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/11537/35026>
- Calle Zevallos, G. D. (2021). *Elaboración de ladrillos a partir de aditivos orgánicos e inorgánicos: Revisión sistemática 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65418>
- Chávez Córdova, A. (2022). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de tierra reforzada con fibras y gránulos de polietileno de alta densidad* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/7032>
- Condori Ojeda, P. (2020). *Universo, población y muestra* [Material académico]. Scribd. <https://es.scribd.com/document/529592990/Condori-Ojeda-Porfirio-2020-Universo-Poblacion-y-Muestra>
- Cubas Díaz, Y. (2024). *Estudio de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería de cerámicos Cajamarca (Shudal) y cerámicos Lark (Lambayeque) en relación a la Norma Técnica E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6215>

- Cuevas Callo, H. A., & Champi Ccorimanya, W. T. (2020). *Determinación de las propiedades físico-mecánicas de unidades de albañilería fabricadas a base de concreto liviano con adición de perlas de poliestireno expandido en porcentajes de 10 %, 15 % y 20 % en función del volumen del agregado fino* [Tesis de licenciatura, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3606>
- Duran Rodríguez, R. C. (2022). *Análisis comparativo del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar, utilizando ladrillo King Kong industrial y ladrillo artesanal macizo, Ayacucho 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92645>
- Fernández, R., y López, M. (2020). *Propiedades físicas de materiales de construcción: Absorción, porosidad y durabilidad*. Editorial Ingeniería y Construcción.
- Gálvez, S. P. A. (2024). *Estudio de factibilidad del concreto celular espumoso como unidad de albañilería en la ciudad de Huancayo* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Los Andes]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/7256>
- Gambhir, M. L. (2013). *Concrete technology: Theory and practice* (5.^a ed.). McGraw Hill Education (India) Private Limited.
- Gómez, L., & Ramírez, P. (2019). *Comportamiento y desempeño de la mampostería en condiciones de alta absorción*. Editorial Construcción y Materiales.
- Gonzales Tullume, L. E., & Ly Delgado, C. M. (2023). *Influencia de la limadura de hierro y escoria de acero en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11859>
- González, M., & Ramírez, J. (2019). *Efectos de la deformación en la mampostería estructural: Análisis y soluciones constructivas*. Editorial Ingeniería Civil.

Guevara Córdova, M. C. P., & García Juárez, V. A. J. (2024). *Influencia de la tabiquería en el análisis sísmico de un edificio de concreto armado de 3 pisos y azotea en el distrito de San Martín de Porres* [Tesis de licenciatura, Universidad Pública de Lima]. Repositorio institucional.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/674999/Guevara_MC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hacha Salazar, M. B. (2020). *Variabilidad de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados en Huachipa* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Unión]. Repositorio institucional. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3142>

Hernández, S. R., y Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mcgraw-hill México.

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2020). *Norma Técnica Peruana NTP 399.604: Ladrillos de concreto para muros portantes y no portantes*.

Lapa Ramos, J. S. (2020). *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7710>

Lenes, C., Vidal, C., Mendoza, J. A., & Alvarado, P. M. (2020). *Evaluación de las propiedades y aplicaciones del ladrillo King Kong de 18 huecos en la región de Piura – Perú* [Informe técnico]. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/726453947/Evaluaciondematerialesdeconstruccion-ladrilloPiura>

Loor Nieto, L. N. G. (2023). *Estudio comparativo entre la mampostería tradicional y la mejora de la eficiencia utilizando aditivo en la fabricación de bloque muro en edificaciones de la*

- provincia de Santa Elena* [Tesis de licenciatura, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio institucional. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6430>
- Mamani, R. E. (2023). *Evaluación de propiedades mecánicas, aplicadas a la construcción, en ladrillos producidos de suelos arcillosos de La Paz, con aditivos de carbonato de litio-caso: Yacimiento Arcilla de Aranjuez*. [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor San Andrés]. Repositorio institucional. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/34175>
- Martínez, D. V. S. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 9(17), 38–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.29057/estr.v9i17.7928>
- Martínez, L., y Rodríguez, P. (2021). *Propiedades mecánicas de materiales estructurales: Análisis y aplicaciones*. Ediciones Ingeniería Moderna.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. McGraw Hill.
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la investigación: Cuantitativa–cualitativa y redacción de la tesis* (5.ª ed.). Ediciones de la U.
- Neville, A. M. (2012). *Properties of concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Ospina, C. J. (2023). *Reutilización de la madera de construcción como agregado en concreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/1683f594-56f3-4441-a396-148872076c2f/content>
- Pastor Ramos, B. F. (2019). *Población y muestra*. *Pueblo Continente*, 30(1), 245–247.
- Pomalaza Espinoza, S. Y. E. (2022). *Incidencia de la marca comercial de cemento Portland en la resistencia de morteros de muros no portantes, Huancayo – 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Los Andes]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3386>

Powers, T. C. (2017). *The Properties of Fresh Concrete*. Wiley.

Quispe Aranda, K. J., & Tisnado León, A. L. (2024). *Influencia de la proporción de caolín: Tierra y ubicación de cocción sobre el control de calidad físico, químico y mecánico en ladrillos King Kong de la Ladrillera Huanchaco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/20.500.12874/23274>

Rincón Cárdenas, C. W. F., & Sánchez Álvarez, T. A. A. (2022). *Análisis bibliométrico y experimental sobre el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con el uso de aditivos* [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio institucional de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/525>

Sánchez, G. M. E. (2023). *Diseño de mezclas y parámetros para la elaboración de concreto ligero estructural con adición de surfactante catiónico*. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/8878>

Sánchez García, M. E. (2023). *Diseño de mezclas y parámetros para la elaboración de concreto ligero estructural con adición de surfactante catiónico* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Federico Villarreal. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/8878>

Taylor, H. F. W. (2018). *Cement chemistry* (2.^a ed.). Thomas Telford.

Unda, L. H. A., & Poveda, S. D. S. (2023). *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un concreto convencional y modificado a partir del agregado grueso con 3 tipos de ladrillos y un retardante reductor de agua como aditivo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Trujillo. <https://hdl.handle.net/11634/53411>

Valer Mayorga, A. A., & Santa Cruz Borda, J. K. (2023). *Evaluación de la conductividad térmica, propiedades físico-mecánicas del ladrillo King-Kong 18 huecos para diferentes dosificaciones de sus componentes con respecto al ladrillo industrializado del sector Oscollopampa - Cusco 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio institucional de la Universidad Andina del Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/6157>

Zamora Gómez, C. D. (2022). *Análisis comparativo de costo y resistencia a la compresión del hormigón tradicional y hormigón reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio institucional de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4304>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes