

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Influencia de la adición parcial de policloruro de vinilo y Sikacem en las propiedades de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay

– Apurímac 2024

Asesor:

Dr. Soto Palomino, Wilfredo

Autor:

Rodas Guizado, Max Emilio

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac - Perú

2025

Acta de sustentación



**Universidad
Tecnológica de los Andes**

Transformando vidas
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 096

En la ciudad de Abancay, a los doce días del mes de diciembre del 2025, siendo las 8:30 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 1024-2025- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 04 de diciembre del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Mag. Huanca Astoquillo, Luis
Dictaminante :	Ph. D. Vasquez Ramírez, Abbon Alex
Replicante :	Dr. Alarcón Camacho, Erick

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

☒ Tesis ☐ Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Influencia de la adición parcial de policloruro de vinilo y Sikacem en las propiedades de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay - Apurímac 2024

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: Rodas Guizado, Max Emilio

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: Mayoría
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Rodas Guizado, Max Emilio	Aprobado

Siendo las 10:00am horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mag. Huanca Astoquillo, Luis

Dictaminante: Ph. D. Vasquez Ramírez, Abbon Alex

Replicante: Dr. Alarcón Camacho, Erick

Abancay 07 de enero del 2026

Se expide la presente
conforme al Libro de
Actas de Sustentación de
Tesis, consignado en los
folios N° 374

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565
Filial Andahuaylas, Av. Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

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

Reporte de similitud



18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 16%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos

Datos del Autor		
Apellidos y Nombres	:	Rodas Guizado, Max Emilio
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	72816278
URL ORCID	:	https://orcid.org/0009-0006-0769-1686
Datos del Asesor		
Apellidos y Nombres	:	Dr. Soto Palomino, Wilfredo
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Número de Documento de Identidad	:	41934951
URL 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 realizó la investigación	:	2024
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	:	18 %
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford# 2.01.01

Dedicatoria

La actual tesis va dedicada a mi mamá Susana, quien es la mayor inspiración en mi vida. Esto es a base de tu esfuerzo, sacrificio, inmenso cariño, las correcciones que tuve durante la vida, cada lagrima y sonrisa fueron parte de las enseñanzas que me brindaste para poder ser perseverante y nunca rendirme en los objetivos que tengo trazados. Así igual, a mi señor Padre Emilio, gracias a tu apoyo constante y ser el soporte fundamental familiar, por inculcarme valores y demostrarme que, con dedicación y esfuerzo, todo es posible en la vida. Y sin dejar de lado a mi familia por confiar en mí, a mis hermanos Emilio, Edgar y Esteban, a mi abuelita Paulina que hace pocos días partió al lado de Dios. A mis abuelitos queridos que descansan en paz junto al lado del señor. Este logro no sería posible sin ustedes, con amor esto es por mí y la familia.

Con estima personal, de parte de Max Emilio Rodas Guizado.

Agradecimiento

Primeramente, a nuestro señor Padre celestial por brindarme sabiduría y fortaleza, y con ello poder afrontar los distintos desafíos de la vida y este proceso profesional. Con mayor realce agradezco con gran aprecio a quienes me dieron la vida, mis señores padres, que dado a su amor incondicional y constante apoyo lograron ser para mí la mayor inspiración y motivo durante todo este periodo. Al Dr. Wilfredo Soto Palomino gracias a su paciencia, guía y empeñó al acompañarme en el proceso del presente proyecto. Por compartirme sus conocimientos y llenarme de ímpetu al llevar adelante el presente proyecto. A mi universidad con mención especial a la Escuela Académico Profesional Ingeniería Civil y a los docentes que me inculcaron sus conocimientos en el largo proceso de formación profesional, por brindarme así también sus conocimientos y espacio para poder llevar adelante la presente tesis.

Con estima personal y eternamente agradecido por parte de Max Emilio Rodas Guizado.

Resumen

La presente tesis analiza la influencia del policloruro de vinilo (PVC) y Sikacem en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería en muros no portantes de Abancay, Apurímac – 2024, buscando mejorar su resistencia y sostenibilidad. Se usó un diseño experimental, con tres dosificaciones (2% de PVC + 2% de Sikacem, 4% de PVC + 2% de Sikacem y 6% de PVC + 2% de Sikacem) y una muestra patrón, evaluando de este modo su impacto en los ensayos a compresión, absorción, variación dimensional y alabeo, bajo normativas NTP 399.602 y E.070. Los ensayos demostraron que la incorporación de PVC (2%) + Sikacem (2%) aumenta significativamente la resistencia la estabilidad dimensional en un 40% en referencia a la unidad patrón, mientras que dosificaciones superiores afectan la homogeneidad del material. Del proceso estadístico se evidencia diferencias considerables para la resistencia y absorción, estableciendo un rango óptimo superiores a 20 Kg/cm² y no mayor al 12% respectivamente, es por ende su aplicación en muros no portantes de edificaciones de baja y mediana altura. Es así que se concluye que a base de la incorporación de estos materiales presenta una opción viable para optimizar la construcción sostenible, recomendándose estudios adicionales sobre su comportamiento a largo plazo y bajo condiciones sísmicas.

Palabras clave: policloruro de vinilo, Sikacem.

Abstract

This research analyzes the influence of polyvinyl chloride (PVC) and Sikacem on the physico-mechanical properties of masonry units in confined walls in Abancay, Apurímac – 2024, aiming to enhance their strength and sustainability. An experimental design was used, incorporating three dosage levels (2%, 4%, and 6% PVC + 2% Sikacem) and standard sample, assessing their impact on compressive strength, water absorption, warping, and dimensional variation under NTP 399.602 and E.070 standards. The tests revealed that the addition of 2% PVC + 2% Sikacem significantly improves strength without altering dimensional stability 40% compared to the standard unit, while higher concentrations may affect material homogeneity. Statistical analysis confirmed significant differences in strength and absorption, establishing an optimal range of over 20 Kg/cm² and no more than 12%, respectively. Their application in confined masonry walls for low- and mid-rise buildings. It is concluded that the incorporation of these materials represents a viable alternative for optimizing sustainable construction and reducing environmental impact, with further studies recommended to assess their long-term behavior and performance under seismic conditions.

Keywords: polyvinyl chloride, Sikacem.

Índice general

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
Índice general.....	ix
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xiii
Índice de anexos	xiiiv
I Introducción	15
II Planteamiento del Problema	17
2.1 Descripción y formulación del problema.....	17
2.2 Objetivos	19
2.2.1 Objetivo General	19
2.2.2 Objetivos Específicos	19
2.3 Justificación e importancia.....	20
2.4 Hipótesis.....	21
2.5 Variables.....	21
III Marco Teórico	23
3.1 Antecedentes.....	23

3.2 Bases Teóricas	30
3.3 Definición de términos	44
IV Metodología	47
4.1 Tipo y nivel de investigación	47
4.2 Ámbito temporal y espacial	49
4.3 Población y muestra	49
4.4 Instrumentos	50
4.5 Procedimientos	51
4.6 Análisis de datos	52
4.7 Consideraciones éticas.....	52
V Resultados y discusión	54
VI Conclusiones	87
VII Recomendaciones	89
VIII Referencias	90
IX Anexos.....	97

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	22
Tabla 2 Granulometría de la arena gruesa	32
Tabla 3 Granulometría del confitillo	33
Tabla 4 Tipos de mortero	33
Tabla 5 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	35
Tabla 6 Dimensiones de los huecos de concreto.....	36
Tabla 7 Promedios y varianza de la resistencia de unidades (kg/cm ²).....	54
Tabla 8 Análisis de varianza de los promedios de la resistencia a la compresión de las unidades (kg/cm ²)	55
Tabla 9 Promedios y varianza de la resistencia a la compresión axial – pilas (kg/cm ²) (kg/cm ²)	56
Tabla 10 Análisis de varianza de promedios de la resistencia a la compresión axial – pilas (kg/cm ²)	57
Tabla 11 Análisis de Tukey de los promedios de la resistencia a la compresión axial – pilas	58
Tabla 12 Promedios y varianza de la resistencia a la compresión diagonal de pilas (módulo de elasticidad (kg/cm ²)).....	59
Tabla 13 Análisis de varianza de los promedios de la resistencia a la compresión diagonal de pilas (módulo de elasticidad (kg/cm ²))	60
Tabla 14 Promedios y varianza de la Resistencia a la compresión diagonal de Muretes (kg/cm ²)	61
Tabla 15 Análisis de varianza de los promedios de la resistencia a la compresión diagonal de muretes (kg/cm ²).....	63
Tabla 16 Promedios y varianza de la variación dimensional largo (%)	64
Tabla 17 Análisis de varianza de los promedios de la variación dimensional Largo (%) ..	65

Tabla 18 Promedios y varianza de la variación dimensional alto (%).....	66
Tabla 19 Análisis de varianza de los promedios de la variación dimensional alto (%)	68
Tabla 20 Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la variación dimensional alto (%).....	69
Tabla 21 Promedios y varianza de la variación dimensional ancho (%).....	70
Tabla 22 Análisis de varianza de los promedios de la variación dimensional ancho (%)	71
Tabla 23 Promedios y varianza del alabeo (mm).....	72
Tabla 24 Análisis de varianza de los promedios del alabeo (mm).....	73
Tabla 25 Promedios y varianza de la humedad natural (%).....	74
Tabla 26 Análisis de varianza de los promedios de la humedad natural (%)	76
Tabla 27 Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la humedad natural (%)	76
Tabla 28 Promedios y varianza de la Succión (gr/200 cm ² -min)	77
Tabla 29 Análisis de varianza de los promedios de la succión (gr/200 cm ² -min)	79
Tabla 30 Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la succión (gr/200 cm ² -min)	79
Tabla 31 Promedios y varianza de la absorción (%).....	80
Tabla 32 Análisis de varianza de los promedios de la Absorción (%)	81
Tabla 33 Promedios y varianza de la densidad seca al horno (gr/cm ³).....	82
Tabla 34 Análisis de varianza de los promedios de la densidad seca al horno (gr/cm ³)...	83
Tabla 35 Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la densidad seca al horno(gr/cm ³).....	84

Índice de figuras

Figura 1 Pila estándar para el ensayo de compresión.....	41
Figura 2 Instrumentación en ensayo de pilas	42
Figura 3 Instrumentación ensayo de murete	44
Figura 4 Flujograma de procedimiento de elaboración de tesis.....	53
Figura 5 Promedios de la resistencia de las unidades (kg/cm ²).....	54
Figura 6 Promedios de la resistencia a la compresión axial – pilas (kg/cm ²)	57
Figura 7 Promedios de la resistencia a la compresión diagonal de pilas (Módulo de elasticidad (kg/cm ²)).....	60
Figura 8 Promedios de la resistencia a la compresión diagonal de murestes (kg/cm ²)....	62
Figura 9 Promedios de la variación dimensional largo (%).....	65
Figura 10 Promedios de la variación dimensional alto (%)	67
Figura 11 Promedios de la variación dimensional ancho (%)	71
Figura 12 Promedios del alabeo (mm)	73
Figura 13 Promedios de la humedad natural (%)	75
Figura 14 Promedios de la succión (gr/200 cm ² -min)	78
Figura 15 Promedios de la absorción (%)	81
Figura 16 Promedios de la densidad seca al horno (gr/cm ³)	83

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia.....	98
Anexo 2 Matriz de operacionalización de variables	98
Anexo 3 Panel fotografico	100

I Introducción

Se menciona a toda unidad a aquella que debido al propio peso y dimensión genera el uso de ambas manos para manipularla como bloque. Dichos elementos de albañilería de los que se hace referencia la norma son bloques y ladrillos por consiguiente a la cual para su composición se hace uso del concreto, arcilla o sílice-cal, así como componente principal. Dichos elementos pueden ser huecos, tubulares o alveolares, e incluso sólidas su conformación es de manera artesana o industrializada. La unidad a base de concreto de albañilería es utilizada próximo a la obtención de su resistencia estipulada y su consistencia volumétrica. Las unidades las cuales mediante el agua tienen que ser curadas, y así también cumpliendo un mínimo plazo determinado de 28 días y así ser utilizados, el cual mediante NTP 399.602 es comprobada (Norma E.070,2006)

Es dado a ello que se realizan pruebas para así poder conocer el desenvolvimiento de las unidades de albañilería. La actual tesis se basó en efectuar las pruebas en los distinta bloques de concreto hueco con la incorporación parcial del policloruro de vinilo (PVC) y Sikacem en proporciones de 2% de PVC + 2% Sikacem, 4% de PVC + 2% de Sikacem y 6% PVC + 2% Sikacem en relación con la unidad comercial en la ciudad de Abancay la cual es denominada como unidad patrón, respecto a sus propiedades físico-mecánicas, y este acorde a lo estipulado en la normatividad peruana. Al llegar a evaluar la influencia que tiene dicha adición se espera contribuir al desarrollo de sistemas constructivos de albañilería más seguros y resistentes ante un evento sísmico. La actual tesis está estructurada a base de nueve ítems.

Ítem I: Introducción, donde se detalla el contexto, así como también el tema a tratar y establecer el marco en cual se desarrolló la tesis.

Ítem II: Planteamiento del problema, en donde se detalló lo que es la problemática, objetivos, variables a estudiar, hipótesis y justificación.

Ítem III: Marco teórico, donde se indagó los sustentos teóricos y antecedentes que guardan relación con la tesis que se realizó, como también los métodos de análisis utilizados, y la definición de los términos a utilizarse.

Ítem IV: Metodología, en el que se detalló el proceso computacional y experimentales utilizados para el análisis y recolección de datos.

Ítem V: Resultados y discusión de la influencia de la adición de policloruro de vinilo y Sikacem en las propiedades físico – mecánicas de la unidad de albañilería, validándolos con datos experimentales obtenidos.

Ítem VI: Conclusiones, en donde se resumió los alcances más importantes del estudio.

Ítem VII: Recomendaciones, en donde se sugirió otras nuevas líneas de investigación, así como estrategias de investigación a usarse para futuras tesis que podrían surgir de los resultados obtenidos.

Ítem VIII: Referencias bibliográficas en cual se registró las bases teóricas utilizadas para la elaboración de la presente tesis, los cuales fueron normados bajo el APA de la American Psychological Association última versión.

Ítem IX: Anexos segmento en el cual se incluyó la matriz de consistencia y operacionalización de variables, fotografías en el proceso de composición de bloques de concreto y laboratorio, certificación y calibración de equipos, normativas vigentes y demás documentos necesarios.

En síntesis, la tesis busca contribuir al conocimiento sobre utilización de materiales de construcción reciclables y así este pueda aportar al concreto mejoras respecto a sus propiedades físico - mecánicas dentro de la unidad de albañilería en la ciudad de Abancay y de este modo lograr sistemas constructivos de albañilería más resistentes y seguros.

II Planteamiento del Problema

2.1 Descripción y formulación del problema

Descripción

La economía familiar mundial y del Perú, viene a ser de las principales razones que afecta la calidad de vida de los seres humanos y así también conlleva a la construcción de inapropiadas viviendas, el alto riesgo que conlleva su construcción como así también el desmesurado costo de sus materiales de construcción nos viene a plantear nuevas alternativas de sistemas constructivos seguros y económicamente factibles para la sociedad. En la actualidad el reciclaje de PVC nos demuestra ser una buena alternativa debido al incremento de las cantidades recicladas de PVC, los cuales incrementaron a 731,461 toneladas en el año 2020 en Europa y el de 6.5 millones de toneladas en lo que va durante los últimos 20 años (Plastics Europe, 2022).

“A base de condicionantes como el crecimiento de la población y el aglomeramiento en las áreas urbanas, es a base de estos factores que se ha logrado el aumento de la emisión de residuos sólidos dentro de las ciudades, tales residuos son de gran preocupación para las diferentes ciudades del mundo, como medio ambiente y salud. Por ende, se tiene una estimación que se producen en planeta comprendidos desde 7,000 a 10,000 toneladas de residuos urbanos anualmente, obteniendo de estos 3,000 millones de habitantes con acceso a la disposición final y adecuada de sus residuos sólidos (PNUMA, 2020).

Con respecto al ámbito local, la tesis sobre la influencia de la adición parcial del policloruro de vinilo y Sikacem en las propiedades de unidades de albañilería en muros no portantes en Abancay, Apurímac, plantea una serie de problemáticas locales relevantes. Dentro de Abancay se genera alrededor de 54 Tn. de desechos sólido diario, en donde se identificaron un total de 7 variedades de plásticos haciendo un total de 12 toneladas, dentro

de estas variedades se evidencia el (PVC) policloruro de vinilo en una cantidad aproximada de 0.4 toneladas, de esta totalidad el material a utilizarse es en su totalidad debido a que ello pasa a un proceso de molienda haciendo su utilidad del 100 % del material a usarse.

Los muros no portantes cumplen funciones de compartimentación, aislamiento y cerramiento en los cuales se evidencian fallas como son fisuras verticales, horizontales y diagonales. La ciudad de Abancay enfrenta desafíos específicos referentes cuanto a lo que es resistencia y duración de los componentes de la albañilería, debido a condiciones en relación de los materiales locales, la calidad que estos poseen, condiciones climáticas, asentamientos diferenciales, comercialización temprana sin una dosificación y resistencia adecuada y eventos sísmicos.

Los bloques comerciales utilizados en la ciudad de Abancay se evidencian que no poseen las características así como también las propiedades tanto físicas como mecánicas adecuadas para poder ser utilizadas en las viviendas, se observa la temprana comercialización de dicho producto a los pocos días próximos de haber sido elaborados empíricamente sin una dosificación adecuada y sin antes el bloque de concreto haber llegado a la resistencia optima, esto conlleva a que se evidencien distintos tipos de fallas en los muros y demás componentes en las casas de la ciudad de Abancay.

Formulación del problema de investigación

La carencia de estudios exhaustivos sobre el impacto de aditivos como el policloruro de vinilo y Sikacem en estas condiciones específicas deja un vacío de conocimiento crítico que dificulta la mejora y optimización de las técnicas de construcción local. Además, la escasez de información sobre cómo estas adiciones afectan las propiedades dentro de la unidad de albañilería en términos de resistencia, permeabilidad, y comportamiento frente a cargas sísmicas, limita la capacidad de los profesionales de la construcción para tomar decisiones fundamentadas y adaptadas a las necesidades locales. Por lo tanto, abordar

estas incógnitas es esencial para avanzar hacia prácticas de construcción más seguras, aptas y sostenibles en la ciudad de Abancay y áreas circundantes, es a base de esto que se formulan los siguientes problemas.

Problema General

- ¿De qué manera la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem influye en las propiedades de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay-Apurímac 2024?

Problemas específicos

- ¿De qué manera la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem influye en las propiedades físicas de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay-Apurímac 2024?
- ¿De qué manera la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem influye en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay-Apurímac 2024?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

- Analizar la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem influye en las propiedades de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay-Apurímac 2024.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem influye en las propiedades físicas de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay-Apurímac 2024.

- Determinar la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem influye en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay- Apurímac 2024.

2.3 Justificación e importancia

Justificación

Referente a esta tesis se dedujo el impacto generado de la dosificación de policloruro de vinilo reciclado y Sikacem en referencia a las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en muros no portantes desarrollándose en la ciudad de Abancay, estos estudios se centraron en fundamentos teóricos de campo como edificación sustentable e ingeniería de materiales, a base de estudios previos los cuales resaltan sobre las ventajas al emplear materiales reciclados, estos validados mediante leyes y normativas nacionales, así logrando aseverar las propiedades de los materiales y la seguridad de las estructuras construidas.

Importancia

La tesis es de gran importancia dado que la mejora que se obtuvo adicionando PVC y Sikacem dio como resultado modelos de unidades de albañilería con características mecánicas y físicas adecuadas para el rubro de la construcción y también por el medio ambiente. Por último, se optimizó los parámetros en la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem en la elaboración de bloques con propiedades físico – mecánicas adecuadas.

2.4 Hipótesis

Hipótesis general

- Existe influencia entre la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem en las propiedades de las unidades de albañilería en muros no portantes en Abancay-Apurímac 2024.

Hipótesis específicas

- Existe influencia entre la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem en las propiedades físicas de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay - Apurímac 2024.
- Existe influencia entre la dosificación de policloruro de vinilo y Sikacem en propiedades mecánicas de las unidades de albañilería en muros no portantes Abancay – Apurímac 2024.

2.5 Variables

Variable independiente: Adición parcial de policloruro de vinilo y Sikacem

Variable dependiente: Propiedades de las unidades de albañilería

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Adición parcial de policloruro de vinilo y Sikacem	En la dosificación se evalúa la proporción de capacidad de homogenización de bloques de policloruro de vinilo y Sikacem, de esa manera la resistencia influye en las propiedades finales (Paredes, 2020)	Los ladrillos son componentes esenciales en la construcción, fabricados principalmente mediante la cocción de arcilla, aunque también pueden elaborarse con diversos materiales como cemento, cal u otros compuestos cerámicos. Tienen una forma rectangular y se emplean para erigir paredes, divisiones y otras estructuras en edificaciones y obras civiles	Dosificación	•2% Policloruro de vinilo y 2% Sikacem •4% Policloruro de vinilo y 2% Sikacem •6% Policloruro de vinilo y 2% Sikacem	De razón
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Propiedades de las unidades de albañilería	"Da en mención que a base de elementos físico – mecánicos en su dosificación esta llega a variar en función a la mezcla y esta obtiene un aumento en durabilidad y resistencia. Con este precedente sirvió de base y así lograr analizar las propiedades físico – mecánico de unidades de albañilería en sus distintas propiedades finales para su proceso de ejecución" (Barretta et al., 2018)	Norma Técnica E. 070. Con esta norma se brinda caracteres mínimos en los que se rigen en base al análisis, materiales, diseño, construcción, inspección y control de calidad en las edificaciones caracterizadas en portantes y no portantes. Norma Técnica Peruana 399. 602 Detalla las condiciones bajo cuales rigen los bloques (macizo o hueco) y estos elaborados a base de concreto, y como también la inclusión de otros materiales, dichos bloques tienen su desempeño en muros ya sean portantes o no portantes y estos soportando cargas estructurales y no estructurales.	Propiedades físicas Propiedades mecánicas	• Variación dimensional • Alabeo • Absorción • Ensayo a compresión en unidades de albañilería • Ensayo a compresión de pilas y muretes de albañilería.	De razón De razón

Nota. La presenta tabla muestra la operacionalización en las variables con sus distintos componentes.

III Marco Teórico

3.1 Antecedentes

Camacho (2021) dentro de su estudio denominado: "Resultado de la incorporación de distintos agentes en las cualidades ultimas del PVC"; en Ecuador propuso evaluar cómo la incorporación de distintos agentes plastificantes afectaba las propiedades ultimas del PVC, partió en el uso de un diseño y tipo de investigación de clase inductivo dado que se inicio de un concepto general y se optuvo respuestas especificas, así tambien desarrolló un diseño de investigación de tipo experimental. Posee un objetivo general el cual era de analizar cual era la influencia al añadir distintos plastificantes dentro de las cualidades de PVC y como objetivos específicos el de detallar cual es influencia del plastificante dentro de sus caractereres fisicos del resultado último, identificar el pastificante superior en funcion de la consistencia del resutado final y el de determinar la corespondencia costo/beneficio en la incorporación de distintos agentes en la elaboración de PVC. Se utilizó una muestra de tamaño de 10 und. Y el PVC llego a ser fabricado en el laboratorio procesador ICOPLAST. Las respuestas adquiridas a base de los estudios de calidad en las muestras obtenidas se realizaron en ESPOCH un centro de investigación en Curtiembre, localizados en la localidad de Riobamba. Asi también se hizo ensayos a flexión, tensión, lastometría y fractura, es por ende que se encontró que el PVC tipo corrugado mostró el mejor desempeño, con valores medios de 960.33 N/cm^2 ; 203.58% ; 11 ciclos y 459.97 N/cm^2 asi respectivamente. Los ensayo químicos incluyeron la detección de iones de cloro, características del humo, iones de nitrogeno, densidad y pH del humo. Las tres pruebas iniciales no revelaron variaciones, sin embargo, en las pruebas faltantes, el tratamiento de mayor realce fue el PVC corugado, asi teniendo valores de 7.83 y 1.02 g/ml asi respectivamente. Para otros términos de relacion costo-beneficio, el PVC corrugado mostró un desempeño mayor, dandose valores de 1.41. En conclusión, se investigó la relación de la integración de distintos plastificantes dentro de las cualidades finales para el polímero

en las características finales del polímero, obteniendo cualidades físicas donde se determinó el comportamiento a flexión y ruptura del PVC con característica corrugada tuvo resultados iguales a 173.36 % y 443.97 N/cm² correlativamente, en otro aspecto se obtuvieron resultados con respecto al comportamiento a tensión de 2758.58 N/cm² y en abrasión se obtuvo 11.17 ciclos. En la conclusión específica uno determinó que a base de ensayos químicos que el mejor tratamiento era el de tipo corrugado debido a que dio valores de 1.03 g/ml en los que es densidad y 7.85 como pH, por otro lado se obtuvo en el PVC de tipo blando un valor de 2.15 g/ml de densidad y pH con 6.38; en el de tipo duro con resultados de 1.06 g/ml de densidad y de pH 10.18, en la segunda conclusión específica se efectuó el costo beneficio, donde se denota que el rendimiento máx. del PVC corrugado dio 1.41; a diferencia del PVC tipo duro y blando que dieron resultados de 1.01 y 1.11 respectivamente. En la conclusión específica dos se logró representación óptima para el PVC en donde su composición debe tener resina, plastificantes, estabilizadores, aditivos y el colorante adecuado, en función de la investigación se logró que todos bajaran la magnitud de enlaces covalentes que facultan la rigidez del polímero, es a tal razón que ello estabiliza de mayor manera el PVC y por consiguiente mejora las características físicas.

Romero (2019) en su investigación denominada : “Análisis del comportamiento físico y mecánico de una matriz de yeso incorporando residuos de Polietileno de baja densidad (PEBD)”, España, su estudio partió de un tipo así como diseño de investigación inductivo debido a que se basó de un concepto general a premisas específicas. Tenía por objetivo el analizar la viabilidad con un nuevo material constructivo ecoeficiente, así también reducir el consumo de materia prima al reemplazar parte de ella con un residuo común y abundante, como eran las bolsas de plástico, y finalmente se buscaba mejorar las características de yesos convencionales, ampliando así sus aplicaciones o mejorando su rendimiento. Para ello, los resultados obtenidos llevó a cabo la clasificación del combinado Yeso - PEBD mediante ensayos de densidad aparente, propiedades mecánicas, absorción

acústica y propiedades térmicas, utilizando muestras con diferentes porcentajes de residuo de PEBD (0,25%, 0,5% y 1% del peso de yeso). En conclusión en una evaluación comparativa se adquirió resultados donde se demostró la factibilidad para este compuesto para su implementación en construcciones, particularmente en la fabricación de placa laminada de yeso para tratado directo, en fin de las mejoras en acústica, térmica y absorción en diferencia del yeso convencional.

Coicue & Sepulveda (2021) en su tesis de pregrado denominada: “Polietileno con baja densidad como variante para aumentar propiedades mecánicas en mezclas asfálticas densas en caliente MDC – 19”, Colombia. Como objetivo se propusieron determinar si se lograban las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas al añadir polietileno, a base del ensayo Marshall. Emplearon un diseño de investigación experimental el cual consistió en comparar los resultados obtenidos mediante tablas respecto al ensayo Marshall. Como resultados en la investigación se demostró que la incorporación de polietileno a la mezcla asfáltica en 60 – 70 (4.5 %) mejoró en promedio la rigidez de 359,24 Kg/mm y su estabilidad a 1349,06 Kg. Su conclusión del estudio es que la inclusión de polietileno mejora en la mezcla asfáltica significativamente la carpeta asfáltica en lo que respecta su rigidez.

Burbano & Salazar (2019) dentro de su tesis de pregrado: “Influencia del uso de viruta PVC en mezclas asfálticas en caliente”, Ecuador. Como objetivo tenían el modificar en las mezclas asfálticas en caliente sus propiedades mecánicas añadiendo virutas de PVC mediante diferentes porcentajes (20 %, 15%, 10% y 5%), y comparar su desempeño en función a la mezcla asfáltica convencional. Tuvieron como nivel de investigación, tipo y diseño de manera aplicada, explicativa y cuasi experimental respectivamente. En sus resultados para obtener respuestas, llevaron a cabo en un laboratorio el ensayo Marshall, lo que constituyó la metodología experimental aplicativo debido al uso de ensayos prácticos. Los resultados mostraron que, al añadir PVC, no hubo una variación significativa

en la estabilidad de la mezcla en los porcentajes analizados. Sin embargo, en cuanto al flujo, se encontró que un porcentaje del 5% de PVC cumplía con los criterios establecidos, mientras que valores superiores podrían exceder los límites aceptables. En conclusión, los porcentajes de adición de PVC establecidos ofrecen una mejora no tan significativa en la estabilidad, y se recomienda limitar el contenido de PVC a un máximo del 5% para optimizar el flujo de la mezcla asfáltica.

Hassan et al. (2023) en su tesis de maestría denominada: “Evaluación de las características y el efecto que tienen las mezclas asfálticas al agregar PVC”, en Turquía. Tenía como objetivo explorar las características y el efecto que tienen las mezclas asfálticas al agregar PVC, evaluando si el rendimiento en resistencia y fatiga logra los parámetros determinados bajo normativa internacional. Consideraron que el uso de PVC en este contexto es innovador y podría reducir los costos de mantenimiento de las mezclas asfálticas.. Aplicaron un enfoque práctico fundamentado en experiencias observadas directamente en el área analizada dando un diseño de investigación de tipo experimental y con un nivel de tipo aplicada. Los hallazgos revelaron cualidades químicas del PVC incrementaron en un 35% la tolerancia a la fatiga en la base de la vía cuando se empleó apenas un 10% de PVC molido. En conclusión, la investigación propone que resulta viable integrar PVC en las formulaciones asfálticas, ya que potencia las características de durabilidad del recubrimiento vial.

Saravia & Vejarano (2021) para su tesis denominada: “Análisis de la adición de polcloruro de vinilo reciclado en la compactación, resistencia a la abrasión y capacidad de soporte de material granular como capa base de pavimento flexible de la carretera Huanchaco- Santiago de Cao”, realizada en Trujillo. Tenía de objetivo analizar la relación agregando PVC reciclado en lo que es rendimiento del material granular en términos de resistencia y compactacion de suelo. Mediante una metodología experimental y cuantitativa, utilizando muestras de la carretera de Huanchaco – Santiago de Cao del

material granular obtenidas de la cantera San Martín, llevaron a cabo pruebas mecánicas y físicas con diferentes porcentajes del material reciclado (2%, 4%, 6% y 8%). Los resultados revelaron que, si bien la densidad máxima aminoró al agregar del PVC reciclado, la resistencia a la carga, medida por el CBR, mejoró significativamente. En conclusión se determinó que la proporción óptima al añadir PVC reciclado para obtener la mayor resistencia fue del 4%, lo que sugiere que el material exhibió un comportamiento más ligero de 2.18 Kg/cm^3 como densidad máxima.

Briceño & Paredes (2022) en su tesis denominada : “Mejoramiento de la subrasante Avenida San Diego adicionando Policloruro de vinilo y ceniza caña de azúcar reciclado, Carabayllo 2022”. La investigación realizada tenía como principal objetivo el impacto del PVC y ceniza de caña de azúcar (CCA) en la mejora de la Av. San Diego, Carabayllo en el año 2022 con lo que es la subrasante. Utilizando una metodología experimental, se realizaron ensayos de laboratorio con muestras de suelo obtenidas de la subrasante no pavimentada, con la adición de diferentes porcentajes de PVC (3%, 5%, 7%) y CCA (10%, 13%, 18%). En conclusión los resultados mostraron que, añadiendo el PVC al 7% y CCA al 18%, se logró reducir el IP y mejorar significativamente la resistencia del suelo, como se evidenció en el aumento del índice de CBR. Se llegó a la conclusión que la incorporación de PVC al 7% y CCA al 18% mejora en la capacidad portante y eso conllevó a la estabilización de la subrasante, clasificándola como excelente según los estándares del Manual de Carreteras (MTC), lo que la convierte en un material adecuado para futuros proyectos de pavimentación en la zona.

Agurto & Pumachagua (2021) en su tesis denominada: “Mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca adicionando Policloruro de vinilo reciclado a la mezcla asfáltica en caliente, Villa El Salvador 2021”. El propósito central consistió en evaluar los efectos de incorporar policloruro de vinilo reciclado para una formulación caliente en el asfalto, para el recubrimiento flexible de la Avenida Pedro Huillca. Se adoptó

un enfoque práctico con un diseño cuasi-experimental. El universo de estudio se centró en la Avenida Pedro Huillca, con muestreo tipo no probabilístico. Para recopilar la información, se recurrió a la observación como método principal, empleando herramientas como formularios validados por especialistas acreditados. En términos generales, los hallazgos revelaron que la integración de diversas proporciones de PVC en la mezcla asfáltica, basada en las pruebas Marshall, incumplía ciertos estándares de la regulación EG-2013 del Manual de Carreteras. En conclusión, se logró determinar que la inclusión de PVC reciclado en la composición asfáltica generaba repercusiones negativas, dado que las dosis aplicadas (2%, 3% y 4%) superaban en exceso el nivel óptimo de asfalto del 5.15%, lo que impedía satisfacer la mayor parte de los requisitos de diseño Marshall señalados en la norma EG-2013.

Aparicio (2022) en su tesis: “Adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo-2021”. Abordó el problema general de cómo la incorporación de policloruro de vinilo (PVC) afecta en adoquines de concreto en uso peatonal en Huancayo en 2021. Su objetivo principal fue determinar la influencia de esta adición en los adoquines de concreto. Se planteó la hipótesis de que la incorporación de PVC posee una relación significativa en estos adoquines. Se siguió una metodología para llevar a cabo una investigación aplicada, posee nivel de investigación explicativo y diseño cuasiexperimental. Como población de interés son los adoquines de concreto, utilizó una muestra no probabilística con 75 unidades para evaluación en laboratorio, con el fin de determinar los requisitos de fabricación de los adoquines. En los resultados se llevaron a cabo ensayos conforme a la normativa establecida, y se encontró que los adoquines con adición de PVC en porcentajes del 2.5%, 5%, 7.5% y 10% no cumplían con los requisitos en la prueba a compresión, aunque cumplían la tolerancia máxima dimensional según la normativa. En relación con las características físicas, tales como la absorción, el nivel de humedad y la densidad, se verificó que resultaban adecuadas conforme con lo determinado en la norma NTP 399.611 para producir adoquines de hormigón. La investigación pone

énfasis en componentes fundamentales como el policloruro de vinilo (PVC), los bloques de hormigón y los criterios básicos definidos en las regulaciones aplicables. En conclusión, al integrar PVC en cantidades de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en bloques de hormigón para zonas de tránsito peatonal, los datos obtenidos de las evaluaciones de atributos físicos y mecánicos no satisfacen los umbrales mínimos exigidos por la Norma Técnica Peruana 399.611. Igualmente, al revisar el promedio de tres especímenes, se infiere que ninguna de estas concentraciones de PVC en adoquines peatonales alcanza la capacidad mínima de resistencia a la compresión señalada en la NTP 399.611 ($f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$). En contraste, la incorporación del 2.5% de PVC permite ajustarse a las desviaciones dimensionales permitidas, con alteraciones muy pequeñas. No obstante, para las proporciones de 5%, 7.5% y 10% de PVC, las medidas de longitud de los bloques exceden los márgenes máximos tolerados por la NTP 399.611, posiblemente a causa de variaciones en las cualidades de los componentes y en la técnica de formación del hormigón mezclado con PVC. Al cierre, tras analizar los atributos físicos de los adoquines, se detectó que propiedad de absorción de agua en todas las dosis de PVC no se alinea con las disposiciones de la NTP 399.611. Por su parte, en lo referente al nivel de humedad y la densidad para las variadas inclusiones de PVC, si bien la NTP 399.604 no fija límites o estándares concretos, las observaciones revelan que un aumento en la cantidad de PVC genera una baja en el nivel de humedad y un incremento en la densidad.

Burga (2021) en su tesis denominada: “Determinación de la trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión de concretos elaborados con Sikacem Plastificante y Sikacem-1 Plastificante, Trujillo”. Teniendo de propósito principal en esta investigación consistió en evaluar la disminución en la trabajabilidad, así como su resistencia a la flexo-compresión en hormigones preparados con los plastificantes Sikacem y Sikacem-1 en la ciudad de Trujillo. Se aplicó un enfoque metodológico práctico con un esquema experimental descriptivo, donde los aditivos actuaron como variables independientes y las características del hormigón como variables dependientes. Se examinaron cuatro

composiciones de mezcla con variadas proporciones de cemento, que abarcaban un modelo de referencia y tres variantes modificadas, todas con una resistencia prevista de 210 kg/cm². En las formulaciones modificadas, se añadió el aditivo líquido Sikacem plastificante en porcentajes del 0.5% y el 1.0%, en tanto que el aditivo en polvo Sikacem-1 plastificante se aplicó en una única concentración del 2.35%. Los descubrimientos destacaron que la variante con el aditivo líquido al 1% entregó los desempeños más destacados, al restringir la reducción de la manejabilidad a 1 ½ pulgadas y obtener una resistencia a flexión y compresión a los 28 días de 60.4 Kg/cm² y 432 Kg/cm² respectivamente. De igual modo, el Sikacem-1 plastificante en el 2.35% exhibió resultados alentadores, al bajar trabajabilidad a 1 pulgada, junto a resistencias de flexión y compresión con 28 días de 407 Kg/cm² y 57.9 Kg/cm², en ese orden. En conclusión, los dos aditivos, usados en las dosis y cantidades especificadas, cumplen cabalmente con los propósitos y objetivos propuestos.

Tras una exhaustiva investigación de información a nivel local y regional sobre la "Influencia de la adicción parcial del policloruro de vinilo y Sikacem en las propiedades de las unidades de albañilería en muros no portantes de Abancay, Apurímac, 2024", lamentablemente no se encontraron datos pertinentes disponibles en las fuentes consultadas. Esta carencia de información específica podría indicar una falta de investigaciones previas o estudios sobre este tema en la región, resaltando la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor el impacto de dichos aditivos en las propiedades de la unidad de albañilería zona mencionada.

3.2 Bases Teóricas

Se define como bloque a esa pieza que, por su tamaño y masa, exige el empleo de las dos manos para su manipulación. En el contexto de esta tesis, las unidades de mampostería mencionadas corresponden a bloques fabricados empleando hormigón como material principal (Ministerio de Vivienda, 2006)

Estas piezas presentan cavidades internas y se elaboran tanto mediante métodos artesanales como industriales. Los elementos de mampostería de hormigón se aplican solo después de haber alcanzado la resistencia establecida y la constancia en su volumen. En ocasiones las unidades se curan mediante agua, el tiempo mínimo previo a su empleo es de 28 días, lo que se valida en función determina la N.T.P. 399.602.

3.2.1 Adición parcial de policloruro de vinilo y Sikacem

Nasir et al. (2023) indican que el policloruro de vinilo (PVC) se utiliza como componente en materiales de construcción, y su incorporación puede modificar significativamente las propiedades físicas y mecánicas de mezclas cementicias, afectando su desempeño estructural y funcional en obras de ingeniería.

Cabrera Sánchez (2023) estudió la sustitución parcial del agregado fino por PVC triturado en mezclas de concreto estructural, evaluando cómo esta modificación afecta las propiedades físicas y mecánicas del material. Los resultados mostraron que la incorporación de PVC puede alterar la densidad, resistencia y comportamiento general del concreto, lo que tiene implicaciones para su uso en elementos de albañilería y construcción.

Los plastificantes como SikaCem actúan sobre las mezclas de mortero o concreto al facilitar la dispersión de las partículas de cemento, lo que disminuye la necesidad de agua adicional para lograr la fluidez deseada. Esto permite obtener mezclas más manejables y uniformes, mejora la compactación y contribuye a un incremento de la densidad y la resistencia mecánica del material endurecido, sin comprometer su comportamiento estructural (Ben Khalifa et al., 2023).

La incorporación de aditivos y polímeros en la concreta mejora significativamente sus características. Los plastificantes permiten disminuir la cantidad de agua necesaria sin afectar la trabajabilidad, lo que aumenta la densidad y resistencia del material endurecido.

Los polímeros, por su parte, aportan mayor cohesión, adhesión y flexibilidad, reduciendo la formación de fisuras y mejorando la resistencia a tracción y durabilidad. La combinación de estos elementos genera mezclas más homogéneas y compactas, con mejor desempeño estructural y mayor impermeabilidad, lo que resulta especialmente útil en muros y elementos de albañilería expuestos a cargas o condiciones ambientales exigentes.

3.2.2 Propiedades de las unidades de albañilería

Mortero.

El mortero consiste en una combinación de aglomerante, arena fina y agua que, una vez fraguado, sirve para unir las unidades de mampostería y transmitir las cargas de manera uniforme a través de los elementos constructivos (Alwash et al., 2025).

a) Los componentes ligantes del mortero incluyen el cemento Portland o el cemento con adiciones estandarizado, así como la cal hidratada normalizada, todo ello en conformidad con las Normas Técnicas Peruanas aplicables.

b) El material fino empleado es la arena gruesa procedente de fuentes naturales.

Tabla 2

Granulometría de la arena gruesa

Malla ASTM	% que pasa
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	menos de 2

Nota. Esta presente tabla, detalla los distintos tipos de mallas en las cuales es sometida la arena gruesa y sus restricciones en porcentajes; obtenida de la norma E. 070 Albañilería, página número 8.

c) El material grueso empleado es confitillo que se ajuste a la distribución granulométrica indicada en la tabla que sigue. Se admite una granulometría alternativa, en tanto las evaluaciones en columnas y muros de prueba generen niveles de resistencia que se alineen con los establecidos por los diagramas.

Tabla 3

Granulometría del confitillo

Malla ASTM	% que pasa
1/2 "	100
3/8 "	85 a 100
N° 4 (4,75 mm)	10 a 30
N° 8 (2,36 mm)	0 a 10
N° 16 (1,18 mm)	0 a 5

Nota. La actual tabla detalla los distintos tipos de mallas en las cuales es sometido el confitillo y sus restricciones en porcentajes; obtenida de la Norma E. 070 Albañilería, página número 9.

d) El agua es potable y sin ninguna sustancia deletérea, ácidos, álcalis y como también materia orgánica.

Tabla 4

Tipos de mortero

Tipo	Componente			Uso
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	muro portante
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	muro portante
NP	1	-	hasta 6	muro no portante

Nota. La actual tabla detalla los distintos tipos de mortero y su composición para ya sean muros no portantes y portantes; obtenida de la Norma E. 070 Albañilería, página número 9.

Se permite la utilización de diversas fórmulas de morteros, como aquellos elaborados con cementos específicos para mampostería o versiones industriales (envasadas o listas para usar), siempre y cuando las evaluaciones en columnas y muros de prueba arrojen niveles de resistencia que igualen o excedan los indicados en los diseños. Si no se dispone de cal hidratada conforme a las normas, se puede recurrir a morteros libres de cal, conservando las proporciones establecidas entre cemento y arena (Ministerio de Vivienda, 2006)

Aceptación de la unidad de albañilería.

En caso de que la muestra exhiba una dispersión superior al 20% en los datos obtenidos (medida por el coeficiente de variación) en piezas elaboradas de manera industrial, o mayor al 40% en el caso de producción artesanal, se procede a analizar una segunda muestra. Si la irregularidad persiste, se descarta el lote completo. Para las unidades elaboradas con arcilla o sílice calcárea, la capacidad de absorción no excede el 22%. En cuanto a bloques de hormigón de tipo P, su máxima absorción es de 12%. Por su parte, el bloque de hormigón de clase NP no supera el 15% en absorción.

Como espesor mínimo en las caras laterales que corresponden al asentado de la superficie es de 25 mm para un bloque de tipo P y el de 12 mm para uno de tipo NP.

Una pieza de mampostería debe estar libre de sustancias ajenas tanto en sus caras externas como en el interior, al igual que de agrietamientos, roturas, fisuras, rajaduras u otros desperfectos parecidos que puedan comprometer su longevidad o capacidad de carga. Asimismo, no debe exhibir manchas ni vetas blanquecinas derivadas de sales o de cualquier otra procedencia. (Ministerio de Vivienda, 2006)

Clasificación para fines estructurales

Para fines de diseño estructural, se tendrán los siguientes caracteres como se aprecian en la siguiente tabla.

Tabla 5

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

Clase	Variación de la dimensión (máx. en porcentaje)			Alabeo (máx. en mm)	Resistencia característica a compresión Mpa (Kg/cm ²)
	Hasta 100 mm.	Hasta 150 mm.	Mas de 150 mm.		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Nota. En la presente tabla detalla las distintas unidades de albañilería y sus restricciones máximas; obtenida de la Norma E. 070 Albañilería, página número 6.

Según la N.T.P. 339.005, un bloque de hormigón debe contar, como mínimo, con estas medidas nominales: 300 mm, 200 mm y 200 mm de longitud, anchura y altura respectivamente. Además, establece que una pieza no puede superar una relación de 2/8 entre su altura y longitud, ni tampoco una proporción donde la altura exceda seis veces su anchura. Resulta fundamental que todos los elementos de mampostería mantengan dimensiones uniformes para garantizar un rendimiento óptimo una vez integrados en la pared de albañilería. Por esta razón, es crucial que los moldes utilizados sean idénticos en tamaño y se encuentren en perfecto estado, evitando así cualquier irregularidad en las medidas o deformaciones.

Tabla 6*Dimensiones de los huecos de concreto*

Denominación ordinaria (cm)	Dimensiones modulares (cm)
10	40x20x10
12	40x20x12
15	40x20x15
20	40x20x20
25	40x20x25

Nota. La presente tabla muestra las dimensiones de los bloques de concreto hueco, obtenido de la N.T.P. 339. 005 y N.T.P. 339. 007

Propiedades Físicas

Variación Dimensional: Determina la elevación de las filas en la pared, la cual está condicionada por el grosor de la pasta o el mortero; según la regulación, este grosor varía de 9 a 12 mm. Si los valores se desvían de estos, podría influir negativamente en la unión entre el mortero y el elemento constructivo (Bartolomé et al., 2019).

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 399.604, se establece que se debe contar con al menos tres piezas, las cuales se miden en la sección central de su longitud, anchura y altura empleando una regla metálica calibrada con precisión de 1 mm. Estas mediciones se toman en las superficies respectivas de cada unidad, lo que resulta en dos valores para el ancho, dos para el largo y cuatro para el alto, los cuales son promediados con la siguiente ecuación (1):

$$DP = \frac{D1+D2+D3+D4}{4} \quad (1)$$

Dónde:

DP= Dimensión promedio (mm)

D1, D2, D3, D4= Cantidades cuantificadas en la zona media de cada cara (mm)

En la NTP 399.604, la variación dimensional se estipula en proporción, como se denota en la siguiente ecuación (2):

$$\%VD = \frac{DN-DP}{DN} * 100 \quad (2)$$

Dónde:

% VD= variación dimensional (%)

DN= distancia nominal (mm)

DP= distancia promedio (mm)

Alabeo: Soto & Carpio (2024) señalan que el alabeo consiste en deformaciones de la superficie de las unidades de albañilería, presentando curvaturas hacia adentro o hacia afuera, lo que puede influir negativamente en la correcta aplicación del mortero y en el rendimiento estructural del muro.

Moreno & Salazar (2023) indican que el alabeo consiste en la desviación de las caras de las unidades de albañilería respecto a un plano, manifestándose como curvaturas hacia adentro o hacia afuera, lo que puede afectar la correcta aplicación del mortero y el desempeño estructural del muro.

El alabeo en ladrillos o bloques de albañilería se refiere a cualquier desviación de su superficie plana, apareciendo como curvaturas hacia dentro o hacia fuera. Estas irregularidades pueden dificultar la aplicación uniforme del mortero, generar huecos en las juntas y disminuir tanto la adherencia como la capacidad del muro para transmitir cargas de manera eficiente.

Para evaluar el alabeo de las unidades de albañilería, se selecciona un conjunto representativo de unidades secas e intactas, las cuales se limpian cuidadosamente para eliminar polvo o partículas que puedan interferir con la medición. Cada unidad se coloca sobre su cara de asiento en una superficie plana y nivelada, y se utiliza una regla metálica

o barra recta para conectar los extremos de la cara a examinar. La máxima desviación de la superficie respecto a la regla, ya sea hacia adentro o hacia afuera, se mide con un calibrador o cuña graduada, registrándose en milímetros. Este procedimiento se repite en distintos puntos de cada unidad y se obtiene un promedio de los valores. Finalmente, los resultados se comparan con los límites establecidos en las normas técnicas correspondientes para determinar si las piezas cumplen con los criterios de aceptación para su uso en muros estructurales.

Absorción: Elbelacy et al. (2024) señalan que la absorción en unidades de albañilería se refiere a la habilidad de los ladrillos o bloques porosos para incorporar y retener agua, lo que resulta fundamental para evaluar su durabilidad y respuesta frente a condiciones de humedad.

Según Elbelacy et al. (2024), mencionan que la absorción de agua en los ladrillos y bloques se entiende como la capacidad de estos materiales porosos de captar y mantener agua en su estructura, siendo un aspecto clave para determinar su resistencia y comportamiento respecto a la humedad.

En función de la NTP 339.604, dicha absorción del agua correspondiente a una unidad de albañilería no es nada más que: la resta entre el peso seco menos el saturado de la muestra, la cual esta denotada mediante porcentaje.

Por otro lado, la prueba de absorción guarda una estrecha conexión con la longevidad de los elementos de mampostería, fijando un tope máximo de absorción del 12% en las piezas de hormigón. Si este umbral se excede, se generan unidades altamente porosas, lo que conlleva una disminución notable en su resistencia y vida útil.

Conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 (2002), para llevar a cabo la prueba de absorción se requieren al menos tres unidades de muestra, las cuales deben estar debidamente identificadas y etiquetadas. A continuación, se siguen estos pasos: las

piezas se sumergen dentro del agua a temperatura comprendía de 15.6° a 26.7° C, por un lapso de tiempo de 24 horas. Una vez transcurrido ese tiempo, se extrae del agua, se coloca sobre un contenedor para que escurran durante un minuto, se limpia las superficies con un trapo seco y, finalmente, se pesa en una balanza de alta exactitud, anotando los valores como peso en las tablas en estado saturado. Posteriormente, las unidades se secan en un horno a temperaturas de 100 a 115 °C durante otras 24 horas; al finalizar, se retiran del horno, se pesan tras unos minutos y se verifica dos horas después que este peso no supere el 0.2% del peso inicial seco. La conclusión de esta medición se registra en la tabla como peso seco. La balanza empleada debe tener una precisión del 0.5% respecto a la unidad más liviana, es a tal razón que la prueba de absorción se expresa en proporción, como se muestra a continuación en la ecuación (3):

$$A\% = \frac{W_s - W_d}{W_d} * 100 \quad (3)$$

Donde:

A% = Absorción promedio (%)

Ws = Peso saturado (gr)

Wd = Peso seco al horno (gr)

La succión Conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 399.613 (2005), se entiende por succión la velocidad en donde el agua se impregna a la superficie de asiento de la unidad de mampostería, siendo esta una propiedad clave en la interacción entre el mortero y la unidad, que afecta de forma directa con la capacidad de resistencia a la tensión de la mampostería. Para realizar la prueba, se escogen cinco unidades de mampostería del bloque, donde estos se secan en un horno a 110 °C durante un máximo de 24 horas con el fin de asegurar que estén completamente secas. Una vez listas, se mide su peso inicial. Sobre una mesa horizontal, en una cubeta de ensayo equipada con varillas de acero liso con diámetro de 6mm que sirven de apoyo para la unidad, donde se conserva un nivel 3mm de agua sobre dichos apoyos, con un flujo constante de entrada y salida. Se coloca

la unidad sobre los soportes y se inicia un cronómetro con precisión de un segundo por un lapso de un minuto. Al finalizar el tiempo, se extrae la muestra de la cubeta, se seca y se pesa nuevamente, registrando toda la información en las hojas correspondientes. La succión se calcula considerando un área de contacto de 200 cm². Como detalla la ecuación (4):

$$Succión \left(\frac{gr200}{\frac{cm^2}{min}} \right) = 200 (Pm - Ps) A \quad (4)$$

Dónde:

A= Área de contacto (cm²)

Ps=Pesa de la muestra seca (gr)

Pm= Peso de la muestra húmeda (gr), luego de la succión.

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la compresión: Es la propiedad mecánica más importante dentro de las unidades de albañilería. Al poseer resultados superiores la resistencia es índole de poseer una gran calidad para poder ser utilizadas con propósitos estructurales y aseverar la seguridad al ser expuestas en la durabilidad (Abanto, 2019).

Una resistencia unitaria, esta expresada a base de la relación de carga de rotura segmentada con lo que respecta al área bruta de una unidad, como se determina en las ecuaciones siguientes (5) y (6).

$$fb = \frac{Carga\ Max}{Area\ bruta} \quad (5)$$

$$f'b = fb - \sigma \quad (6)$$

Donde:

f_b = Resistencia a la compresión promedio (kg/cm^2)

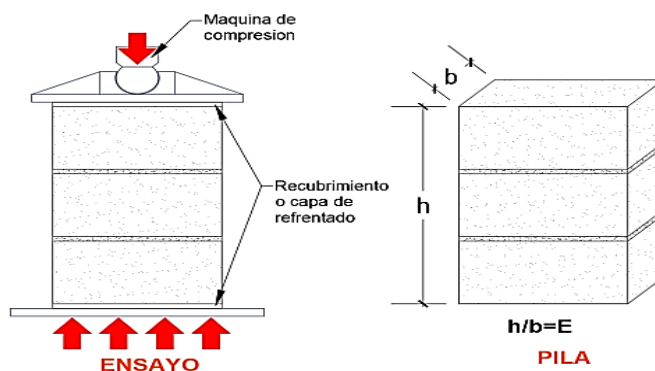
f'_b = Resistencia a la compresión característica (kg/cm^2)

σ = Desviación estándar

Ensayo de compresión en pilas: Se trata de una de las características mecánicas clave en la mampostería, útil para calcular la capacidad de resistencia a la compresión axial en columnas (f'_m), que guarda una relación directa con el área total de la pieza. Además, al equipar el aparato con medidores de deformación verticales que capturen la distorsión axial de la columna, es posible calcular el módulo de elasticidad de la mampostería (Abanto, 2019).

Figura 1

Pila estándar para el ensayo de compresión



Nota. La presente figura detalla el ensayo a compresión de una pila, obtenida de la NTP 399.605.

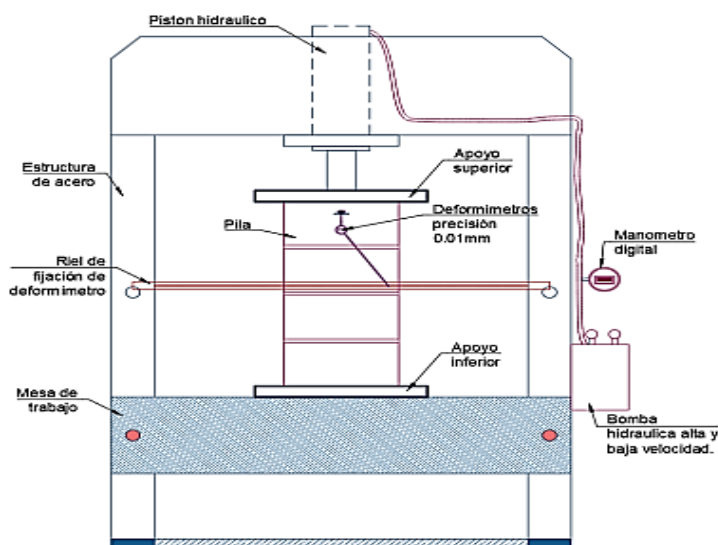
Las columnas de mampostería se prueban utilizando una máquina universal o una prensa hidráulica. Durante la prueba, es esencial regular la aplicación de la velocidad de carga para que esta sea uniforme, previniendo golpes bruscos o excesos de fuerza intensos, lo que permite que el tiempo hasta la fractura oscile entre 3 y 4 minutos. Si el

aparato cuenta con programación para la aplicación de carga, se sugiere configurarlo en un intervalo de 5 toneladas por minuto. Por otra parte, si incluye sensores para registrar el desplazamiento, este debe ajustarse a una velocidad de 1 milímetro por minuto (Bartolomé, 2018).

La delgadez en columnas de mampostería se entiende como el cociente entre su altura y su grosor. Dichas proporciones han de ajustarse a los límites normativos, que van de 2 a 5, aunque las más habituales oscilan entre 4 y 5. En columnas de menor altura relativa, la cualidad para soportar cargas axiales de compresión resulta superior a la de las más delgadas, lo cual se debe a las limitaciones en el movimiento lateral impuestas por las bases de la máquina universal en aquellas con menor grado de esbeltez.

Figura 2

Instrumentación en ensayo de pilas.



Nota. Se ilustra la configuración de la prensa hidráulica tal como lo establece la NTP 399.605, junto con el equipamiento de la columna mediante el deformímetro, destinado a medir el movimiento vertical que experimenta dicha columna cuando se someta a cargas de compresión axial.

Ensayo de compresión diagonal en muretes: La prueba de compresión diagonal aplicada a muros pequeños de mampostería se emplea para calcular la capacidad típica de resistencia al corte ($V'm$), y en casos adicionales, si se equipa con dispositivos y se capturan las distorsiones en las diagonales, permite obtener el módulo de corte correspondiente a la mampostería (G_m) (Bartolomé, 2018).

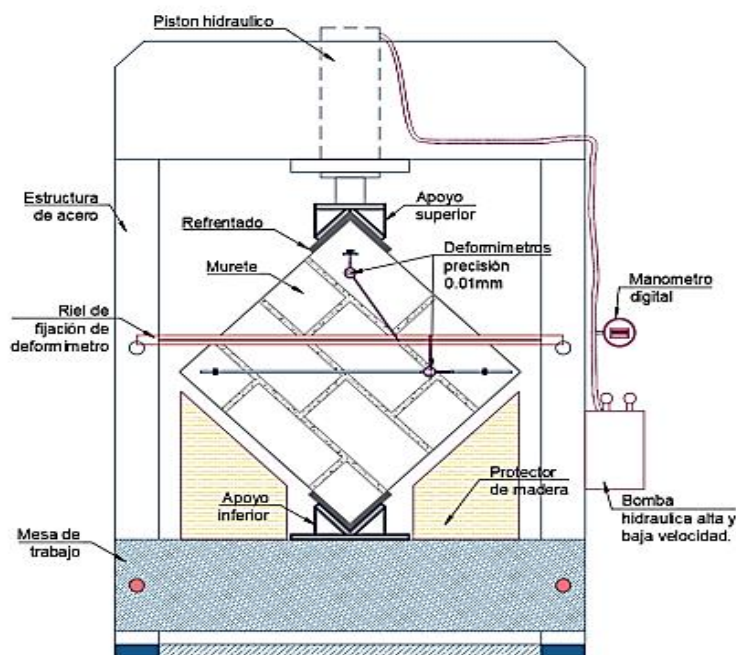
La técnica para la elaboración del ensayo diagonal a compresión de muretes está determinada en la norma técnica peruana NTP 399.621.

Para este ensayo, se requiere un mínimo de tres muros pequeños contruidos con idénticas características físicas y mecánicas, y sometidos a las mismas condiciones que los muros reales. Esto implica emplear unidades tomadas como muestra del lote, un mortero con propiedades equivalentes, la labor de un único albañil y un proceso de curado uniforme. Antes de comenzar la prueba, es necesario nivelar las esquinas de soporte del muro para asegurar una base de contacto uniforme. Una vez preparado, se coloca el muro en el aparato, apoyándolo en las placas inferior y superior, y se verifica su alineación vertical mediante una plomada o un nivel manual. Si se busca medir la deformación diagonal, se equipa la máquina universal con compresómetros, extensómetros o detectores de deformación con una precisión de 0.01 mm, posicionados en las diagonales de la muestra. Con el equipo listo, se inicia la aplicación de la carga: en la primera mitad, a una velocidad no regulada hasta lograr aproximadamente la mitad de la carga máxima esperada; luego, se continúa con una velocidad moderada de entre 0.45 y 1 tonelada por minuto, garantizando que la ruptura ocurra en un intervalo de 1 a 2 minutos. Posteriormente, se registran las mediciones de carga contra deformación, obteniendo al menos 10 valores para trazar la curva de esfuerzo-deformación unitaria. Estas lecturas deben concentrarse cerca de la carga máxima (según NTP 399.621, 2004). En términos teóricos, el desempeño de las muestras bajo compresión diagonal implica aplicar una

fuerza en esa dirección, lo que genera tensiones de tracción en la zona diagonal del muro, perpendiculares a las zonas de apoyo (Abanto, 2019).

Figura 3

Instrumentación ensayo de murete



Nota. La figura detalla cómo es la composición de la prensa hidráulica como precisan las figuras 1 y 2 de la NTP 399.621, en 2004, así también con los deformímetros la instrumentación del muro con lo cual se podrá determinar el desplazamiento horizontal y vertical a compresión que tendrá el muro a evaluar.

3.3 Definición de términos

Policloruro de Vinilo: Es un polímero termoplástico ampliamente utilizado en diversas aplicaciones a base de su versatilidad, durabilidad y facilidad de procesamiento. Compuesto principalmente por cloro y etileno, el PVC se forma a través de un proceso de polimerización que resulta en cadenas largas de moléculas. Su capacidad para ser modificado con aditivos lo hace adaptable a una variedad de necesidades, desde tuberías hasta revestimientos de suelos y productos médicos. Sin embargo, su producción, uso y

eliminación plantean preocupaciones ambientales debido a la liberación de cloro y la generación de subproductos tóxicos (Cabos et al., 2020)

Sikacem: Potencialmente es un aditivo desarrollado por Sika para la industria de la construcción, está diseñado para mejorar las propiedades de los materiales utilizados en diversos proyectos. Este tipo de aditivos se enfocan en fortalecer la adherencia entre diferentes superficies, aumentar la resistencia al agua para prevenir posibles daños por humedad, mejorar la durabilidad de las estructuras y, en algunos casos, ajustar las propiedades mecánicas de los materiales (Nowar et al., 2023)

Unidad de Albañilería: bloques y ladrillos de arcilla cocida, como también concreto o sílice. Estas pueden ser alveolar, tubular, hueca o sólida (Ministerio de Vivienda, 2006).

La albañilería confinada: Tiene sus raíces en la antigüedad, donde civilizaciones como los romanos, egipcios y mesopotámicos utilizaban ladrillos de barro cocido o piedra unidos con mortero de arcilla o cal para construir estructuras confinadas. A lo largo de los siglos, este método evolucionó y se adaptó a diferentes materiales y técnicas de construcción (Sáenz, 2021)

Muros de albañilería confinada: Mampostería fortalecida mediante componentes de hormigón armado que rodean completamente su contorno, los cuales se vierten una vez terminada la edificación de la mampostería. La base de hormigón se toma en cuenta como elemento de refuerzo horizontal en las paredes del primer piso (Ministerio de Vivienda, 2006)

Propiedades físicas mecánicas: Se afirma que, en relación con los componentes físico-mecánicos de la dosificación al alterar la composición de la mezcla, se logra una mayor capacidad de resistencia y longevidad. Este referente citado resultó útil para analizar las características físico-mecánicas asociadas a la resistencia a la compresión en el transcurso de un procedimiento de implementación, donde tales atributos físicos se

abordan mediante tres elementos clave: la Variación Dimensional, el Alabeo y la Absorción. (Barretta et al., 2018)

Muro no portante: Muro elaborado y diseñado de forma dado que únicamente transmite cargas procedentes a su propio peso y así también en dirección perpendicular a su propio plano lo que son cargas horizontales (Ministerio de Vivienda, 2006).

Muro Portante: Pared concebida y erigida de tal manera que sea capaz de transferir fuerzas horizontales y verticales desde un piso superior hacia el inferior, y así sucesivamente hasta llegar a los cimientos. Estas paredes forman el esqueleto principal de una construcción de mampostería y deben mantener una alineación vertical ininterrumpida (Ministerio de Vivienda, 2006).

Variación dimensional: Expresa la proporción que se tiene de distinción que viene a ser proporcionado desde su elaboración del bloque o unidad de albañilería a diferencia de las medidas reales y nominales (Ministerio de Vivienda, 2006)

Alabeo: Convexidad o concavidad que se encuentra en la unidad de albañilería, su unidad de medición es en milímetros (mm), siendo las deformaciones que se presenta en la superficie de apoyo o cara (Pari & Manchego, 2019)

Absorción: Dada por la cuantificación en la unidad de albañilería por la permeabilidad, viene a ser dada por la resta entre el peso seco y el saturado, en donde dicho resultado esta denotado por porcentajes (Ministerio de Vivienda, 2006).

Resistencia a la compresión: Determinada por la relación dada por la sección bruta y la carga de rotura de una unidad (NTP 399.604, 2002)

Unidad alveolar de albañilería: Unidad solida con celdas, alveolos o huecos, poseen un 30% de área de apoyo mayor, su espacio es suficiente para incrustar un refuerzo

vertical, estas unidades son empleados en los muros armados (Ministerio de Vivienda, 2006).

Unidad de albañilería hueca: Son unidades principalmente fabricadas a base de concreto, así también se identifican principalmente porque su área de apoyo es menor al 70% del área bruta de dicha unidad (Ministerio de Vivienda, 2006).

IV Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación.

Según, Alban et al. (2020) el tipo de investigación es de carácter aplicado por lo que radica en la utilización de los conocimientos, descubrimientos y conclusiones derivados de la investigación básica. Estos elementos se emplean en la práctica con el objetivo de abordar un problema específico en beneficio de la sociedad.

Castro Maldonado, Gómez Macho y Camargo Casallas (2023) sostienen que la investigación aplicada desempeña un papel fundamental en el desarrollo de habilidades y capacidades que responden a las necesidades y desafíos de la sociedad contemporánea.

Esta tesis se considera aplicada, ya que implica la aplicación práctica de conocimientos teóricos da una situación específica y sus consecuencias prácticas resultantes.

Nivel de investigación

Una investigación con carácter causal-explicativa busca no solo establecer relaciones, sino también comprender las causas subyacentes a los fenómenos analizados, Hernández y Mendoza (2021).

Martínez y León (2023) señalan que la investigación de tipo causal-explicativa tiene como propósito examinar y comprender los vínculos de causalidad entre variables en estudios de carácter observacional, apoyándose en métodos de inferencia causal que permiten evaluar los supuestos metodológicos y clarificar las razones subyacentes a la ocurrencia de determinados fenómenos.

El propósito de esta tesis es evaluar el grado de relación entre los indicadores y las variables de interés, así como detallar las características y fenómenos dentro de un contexto específico. Dando por resultado, la tesis adopta una naturaleza causal y explicativa.

Diseño de la investigación

Hernández y Mendoza (2021), El enfoque del estudio se centra en llevar a cabo investigaciones de tipo experimental, donde se aplican tratamientos o incentivos de manera deliberada para crear escenarios específicos que permitan entender el impacto en los sujetos que reciben dicho tratamiento, en contraste con aquellos que no lo obtienen.

Em (2024) indica que la investigación experimental se fundamenta en un enfoque científico donde el investigador interviene directamente sobre una o varias variables independientes, manteniendo un entorno controlado y utilizando la asignación aleatoria de los participantes, con el propósito de analizar los cambios producidos en las variables dependientes y demostrar vínculos de causa y efecto entre ellas.

Precisamente por esta razón, la tesis actual adopta un carácter experimental, ya que se examinó el rendimiento físico-mecánico de los bloques huecos de hormigón en relación con sus atributos, empleando unidades de referencia (patrón) y conjuntos experimentales (reforzados con PVC y Sikacem). De esta forma, fue posible evaluar las alteraciones observadas en los grupos analizados y, al mismo tiempo, interpretar los eventos que surgieron durante el proceso.

4.2 Ámbito temporal y espacial

Ámbito Temporal

La tesis se realizó durante el año 2024.

Ámbito Espacial

Esta tesis se efectuó en la ciudad de Abancay.

4.3 Población y muestra

Población

Como mencionan, Mucha et al. (2021) la población alude al grupo total de entidades o sujetos que poseen características similares y forman el foco principal de un análisis investigativo. Dentro del marco de un estudio, esta puede clasificarse como finita o infinita, según sea posible o no abarcar la totalidad de sus componentes. En este caso, la población abarca el universo completo de bloques producidos utilizando policloruro de vinilo y Sikacem.

En la presente tesis, se tuvo como población al conjunto total de muros no portantes a base de unidades de concreto huecas de albañilería.

Muestra

Hernández & Mendoza (2021) señala que una muestra es un subgrupo característico de una población mucho mayor en lo que respecta una investigación. Es a base que es a menudo dificultoso o costoso el poder estudiar los diferentes elementos que comprende una población, se selecciona una muestra representativa y esta permite inferir sobre el total de la población.

En esta tesis, se decidió que la muestra esta connotada por 200 unidades de albañilería, cantidad calculada a través de las fórmulas estadísticas mediante el método no probabilístico por conveniencia.

4.4 Instrumentos

Técnica “Se comprende por técnica de investigación al proceso o manera particular para la obtención de información o datos. Dichas técnicas son específicas y particulares respecto a una disciplina por lo que son base de complemento del método científico donde este posee la aplicabilidad general” (Arias, 2022). Una observación es conocida como una técnica en la que se visualiza o capta con la vista cualquier hecho, situación o fenómeno que suscite en la naturaleza o sociedad con lo que respecta a objetivos dentro de la investigación definidos”. La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad en función a unos objetivos de investigación preestablecidos”. En esta tesis se efectuó por emplear la técnica de observación directa la técnica de la observación directa para poder estudiar el comportamiento del PVC y Sikacem en las propiedades del concreto nuevo.

Instrumento para Arias (2022), “Instrumento de recopilación de datos es todo tipo de recurso, formato (papel o digital) o dispositivo, en el que se hace uso para registrar, almacenar u obtener información (p. 69). En la actual tesis se usaron distintos instrumentos como: fichas de recopilación de datos de ensayos (porcentaje de humedad, porcentaje de absorción, gravedad específica, variación dimensional, peso unitario, resistencia a la compresión de unidades, muretes y pilas), fotografías y normatividad vigente.

Los instrumentos utilizados en la presente tesis son:

- E. 070 Norma Técnica de Albañilería.

- NTP 339.604, 399.613 y 399.602 Ensayos de laboratorio concernientes para la obtención de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería.
- Microsoft Excel, Word, Power Point
- Software IBM SPSS

4.5 Procedimientos

Una vez recolectados los datos de la tesis, se procedió a su análisis mediante herramientas informáticas como Excel, Word y similares. En lo que respecta a las verificaciones de hipótesis, el tratamiento de la información facilitó la elección entre aceptar la hipótesis nula o descartarla en favor de una alternativa, todo ello fundamentado en los resultados derivados de la muestra estudiada.

Para el procesamiento estadístico se utilizó el método de Tukey el cual viene a ser un procedimiento estadístico utilizado en el Análisis de la Varianza (ANOVA) en donde se realiza comparaciones múltiples entre las medias de distintos grupos. Es así que admite identificar si las distinciones comprendidas en las medias son significativas después de haber realizado un ANOVA, dicho proceso está contemplado en distintos procedimientos el cual se detalla a continuación.

Análisis de Varianza (ANOVA): Primero, se procede a realizar un ANOVA para determinar si se hallan diferencias significativas entre las medias de los grupos que se vienen comparando.

Comparaciones múltiples: Si el ANOVA evidencia diferencias significativas, se necesita una prueba post-hoc como la de Tukey para así identificar cuales medias específicas son significativamente distintas entre sí.

Método de Tukey: Es aquí en donde se calcula un rango de valores que, en el que, si una diferencia de medias cae fuera de este rango, se considera una evidencia significativa. Es en este método donde se controla el margen de error por grupos, es decir, la probabilidad de cometer un error al comparar múltiples medias, así manteniendo un nivel de significancia deseado como un valor de 0.05.

Resultado: El resultado de la prueba de Tukey da a conocer si las diferencias entre las medias son significativamente diferentes, colaborando así a interpretar los resultados del ANOVA y a identificar patrones y tendencia en los datos.

4.6 Análisis de datos

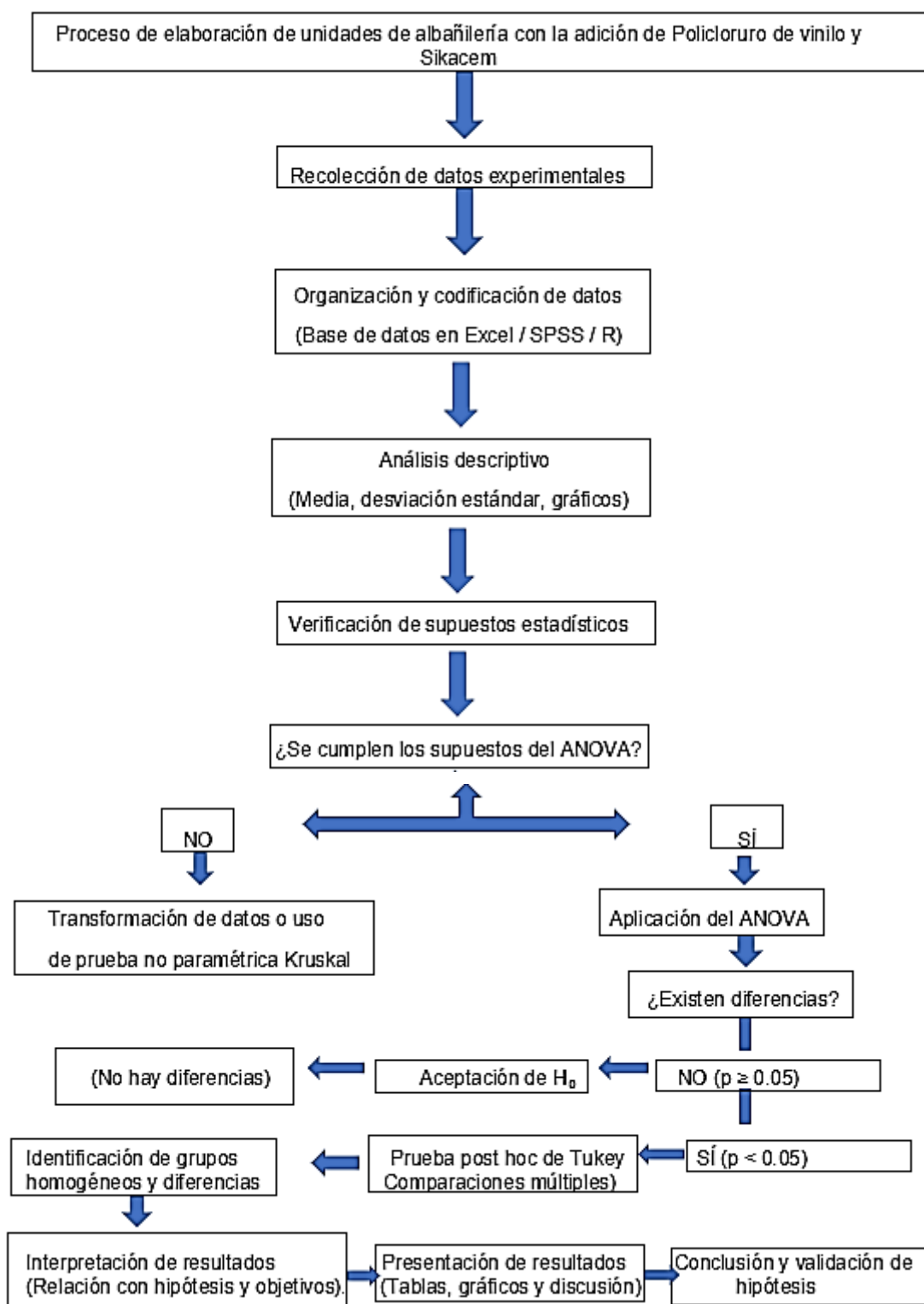
Levin y Rubín (2016) explican que los análisis de datos consisten en métodos estadísticos que posibilitan entender y deducir aspectos acerca de una muestra o una población completa, apoyándonos en el examen detallado de la misma. Dentro de esta tesis, la información se manejó a través de diagramas y cuadros estadísticos generados con el programa Excel, lo que ayudó a interpretar los hallazgos de manera clara y alineada.

4.7 Consideraciones éticas

Esta investigación se enfoca en generar ventajas para la comunidad estudiada y para la nación en su conjunto, con un impacto significativo en el ámbito social. La información se manejó sin sesgos ni usos inapropiados, manteniendo en todo momento la reserva necesaria. Se priorizó tanto la dignidad de todas las personas, el derecho al acceso, independencia individual y así como también la libertad de expresión.

Figura 4

Flujograma de procedimiento de elaboración de tesis.



Nota. Este flujograma detalla el procedimiento de elaboración de la tesis hasta la obtención de y validación de las hipótesis mediante los resultados.

V Resultados y discusión

5.1 Propiedades mecánicas de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial del policloruro de vinilo y Sikacem

5.1.1 Resistencia a la compresión de unidades

Tabla 7

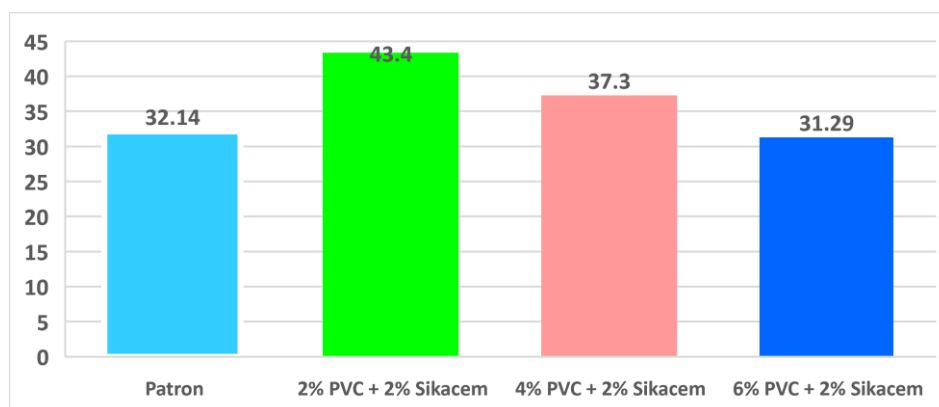
Promedios y varianza de la resistencia de unidades (kg/cm²)

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	160.71	32.14	12.64
2% PVC + 2% Sikacem	216.99	43.40	10.22
4% PVC + 2% Sikacem	186.49	37.30	4.08
6% PVC + 2% Sikacem	156.47	31.29	1.21

Nota. La tabla detalla la sumatoria de los promedios y la varianza de pruebas sometidas a las unidades de albañilería.

Figura 5

Promedios de la resistencia de las unidades (kg/cm²)



Nota. Esta figura detalla los promedios obtenidos de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería.

La tabla (7) y figura (5) revela importantes diferencias en la resistencia a la compresión de unidades de albañilería en muros no portantes, dependiendo de la cantidad

de PVC añadido junto con Sikacem. El grupo de control, 6% PVC + 2% Sikacem, muestra una resistencia promedio de 31.29 kg/cm², que es la más baja entre todos los tratamientos, pero presenta la varianza más baja (1.21), lo que indica que las mediciones son relativamente consistentes dentro de este grupo. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la resistencia a la compresión aumenta significativamente, alcanzando un promedio de 43.40 kg/cm², el más alto de todos los tratamientos, lo que sugiere que una pequeña adición de PVC mejora considerablemente la resistencia, sin embargo, la varianza en este grupo también es la segunda más alta (10.22), lo que indica una dispersión considerable en los datos y sugiere que los resultados pueden ser ligeramente impredecibles. Los tratamientos con 4% PVC + 2% Sikacem y 6% PVC + 2% Sikacem muestran una leve disminución en la resistencia en comparación con el tratamiento del 2% de PVC, con promedios de 37.30 kg/cm² y 31.29 kg/cm², respectivamente, lo que sugiere que la adición de más PVC podría no ser tan beneficiosa en términos de resistencia a la compresión en las unidades de albañilería.

Tabla 8

Análisis de varianza de los promedios de la resistencia a la compresión de las unidades (kg/cm²)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	467.21	3	155.74	17.73	0.009	3.24
Error	140.52	16	8.78			
Total	603.73	19				

Nota. La tabla detalla el análisis de los promedios de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería.

La tabla (8) muestra que el valor P obtenido es 0.009, lo que es menor que el umbral de significancia común de 0.05. Dado a este difiere del límite de significancia, indica que las diferencias entre los tratamientos son estadísticamente significativas al nivel del 5%. Además, la estadística F calculada ($F_c = 17.73$) es mayor que el valor crítico de F ($F_t =$

3.24), corrobora que, si existe diferencias estadísticas significativa, dado que el valor P es inferior a 0.05, se puede concluir que los tratamientos tienen un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión de unidades. Por lo tanto, aunque la prueba F sugiere alguna diferencia, el valor P (0.009) indica que hay evidencia suficiente para afirmar que los tratamientos afectan significativamente la resistencia a la compresión de unidades de concreto de albañilería.

5.1.2 Resistencia a la compresión axial – pilas (kg/cm²)

Tabla 9

Promedios y varianza de la resistencia a la compresión axial – pilas (kg/cm²)

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	109.91	36.64	21.76
2% PVC + 2% Sikacem	159.76	53.25	57.41
4% PVC + 2% Sikacem	137.42	45.81	29.69
6% PVC + 2% Sikacem	123.05	41.02	19.56

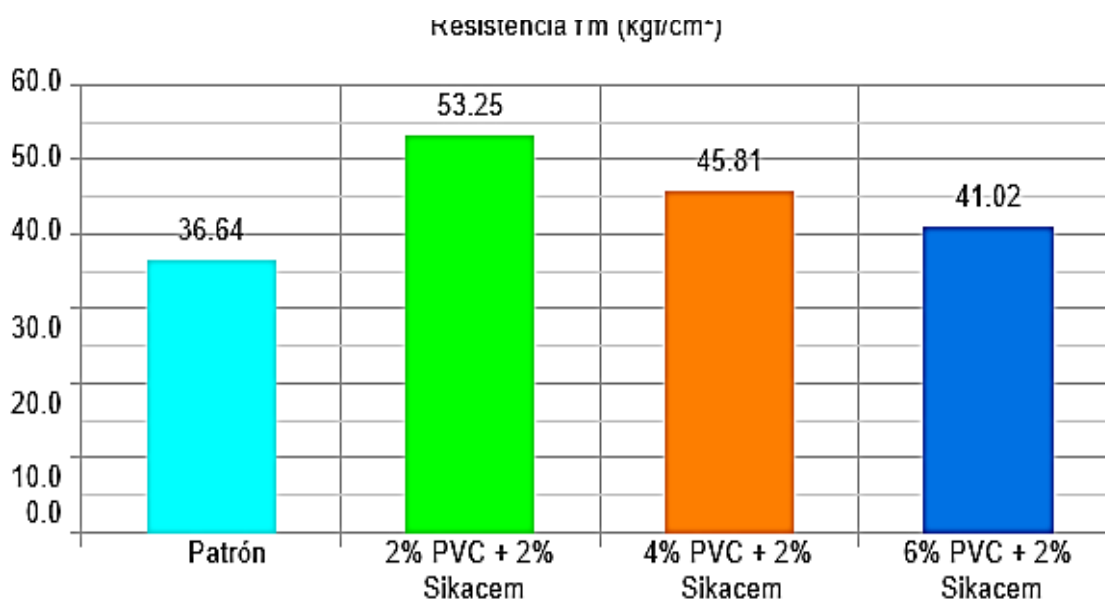
Nota. La tabla detalla la sumatoria de las pruebas sometidas a las unidades de albañilería, así como también el promedio de estas y la varianza obtenida de dichos resultados obtenidos.

La tabla (9) y figura (6) revela importantes diferencias en la resistencia a la compresión de las pilas de unidades de albañilería en muros no portantes, dependiendo de la cantidad de PVC añadido junto con Sikacem. El grupo de control, 0% PVC + 2% Sikacem, muestra una resistencia promedio de 36.64 kg/cm², que es la más baja entre todos los tratamientos, pero presenta la varianza más baja (21.76), lo que indica que las mediciones son relativamente consistentes dentro de este grupo. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la resistencia a la compresión aumenta significativamente, alcanzando un promedio de 53.25 kg/cm², el más alto de todos los tratamientos, lo que sugiere que una pequeña adición de PVC mejora considerablemente la resistencia, sin

embargo, la varianza en este grupo también es la más alta (57.41), lo que indica una mayor dispersión en los datos y sugiere que los resultados pueden ser más impredecibles o dependientes de otros factores no controlados. Los tratamientos con 4% PVC + 2% Sikacem y 6% PVC + 2% Sikacem muestran una leve disminución en la resistencia en comparación con el tratamiento del 2% de PVC, con promedios de 45.81 kg/cm² y 41.02 kg/cm², respectivamente.

Figura 6

Promedios de la resistencia a la compresión axial – pilas (kg/cm²)



Nota. La figura detalla los promedios obtenidos de la resistencia a compresión axial de las unidades de albañilería.

Tabla 10

Análisis de varianza de promedios de la resistencia a la compresión axial – pilas (kg/cm²)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	455.64	3	151.88	4.73	0.035	4.07
Error	256.82	8	32.10			
Total	712.46	11				

Nota. La tabla da por conocer el análisis de los promedios de la resistencia a la compresión axial de pilas de unidades de albañilería.

La tabla (10) muestra que el valor P es 0.035, lo que es menor que el umbral común de significancia de 0.05, lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto a la resistencia a la compresión axial. Este valor sugiere que la variabilidad observada en los resultados no es atribuible al azar, sino a los efectos de los tratamientos aplicados. Además, la estadística F calculada ($F_c = 4.73$) es mayor que el valor crítico de F ($F_t = 4.07$), lo que refuerza la conclusión de que las diferencias entre los tratamientos son significativas. Por lo tanto, los resultados indican que la adición de PVC en las diferentes concentraciones afecta de manera significativa la resistencia a la compresión axial de las unidades de albañilería en los muros no portantes.

Tabla 11

Análisis de Tukey de los promedios de la resistencia a la compresión axial – pilas

Tratamiento	Media (kgf/cm ²)	Agrupación
2% PVC + 2% Sikacem	53.25	a
4% PVC + 2% Sikacem	45.81	ab
6% PVC + 2% Sikacem	41.02	ab
Patrón	36.64	b

Nota. La tabla da por conocer el análisis de Tukey de los promedios de la resistencia a la compresión axial en pilas.

La tabla (11) muestra que los tratamientos con 2% PVC + 2% Sikasen, 4% PVC + 2% Sikacem y 6% PVC + 2% Sikas no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, ya que comparten la letra "a" en sus grupos (a y ab). Esto sugiere que la adición de PVC en diferentes porcentajes (2%, 4% y 6%) no tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión axial de las unidades de albañilería en muros no portantes. Por otro lado, el tratamiento patrón es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, ya que pertenece al grupo "b". Esto indica que la ausencia de PVC en el tratamiento tiene un

efecto significativo en la resistencia a la compresión axial, resultando en una resistencia menor en comparación con los tratamientos que incluyen PVC.

5.1.3 Resistencia a la compresión diagonal de Pilas (Módulo de elasticidad(kg/cm²))

Tabla 12

Promedios y varianza de la resistencia a la compresión diagonal de pilas (módulo de elasticidad (kg/cm²))

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	21,798.39	7,266.13	4,341,824.75
2% PVC + 2% Sikacem	23,970.85	7,990.28	2,388,042.21
4% PVC + 2% Sikacem	26,866.52	8,955.51	5,505,986.63
6% PVC + 2% Sikacem	25,448.98	8,482.99	6,462,061.51

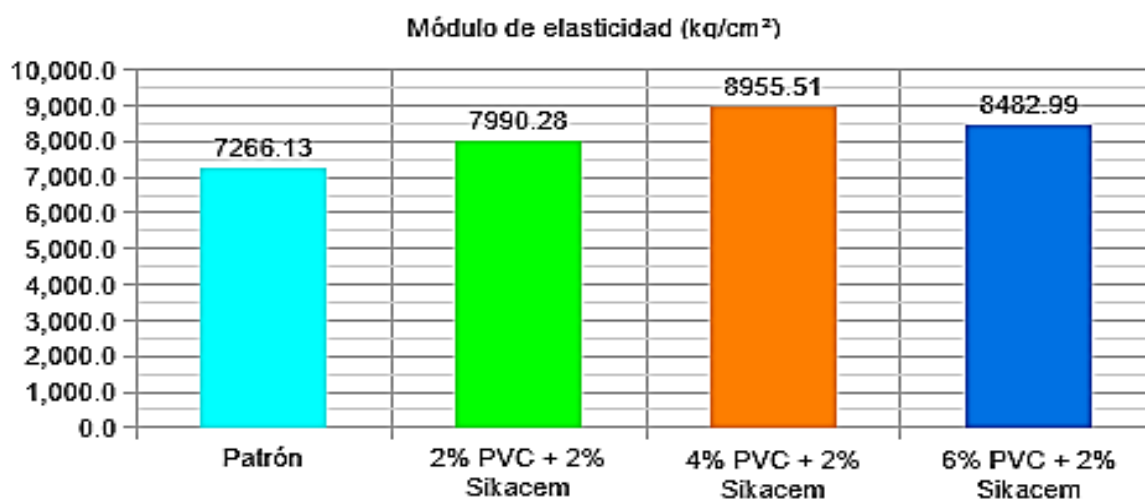
Nota. Se detalla los promedios y la varianza de la resistencia a la compresional diagonal de pilas en los tratamientos establecidos y la unidad patrón.

La tabla (12) y figura (7) muestran las diferencias en el Módulo de elasticidad (kg/cm²) de muretes de unidades de albañilería en muros no portantes, dependiendo de la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control patrón tiene un promedio de 7,266.13 kg/cm² con una varianza de 4,341,824.75, indicando que, aunque su resistencia es moderada, los datos muestran una cierta dispersión en los resultados. En el tratamiento con 2% PVC +2% Sikacem, el promedio aumenta a 7,990.28 kg/cm², lo que sugiere una mejora en el módulo de elasticidad gracias a la adición del 2% de PVC, sin embargo, la varianza en este grupo (2,388,042.21) es significativamente más baja que la del grupo patrón, lo que indica que los resultados son más consistentes. Por otro lado, el tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem muestra el promedio más alto de 8,955.51 kg/cm², indicando que la adición de más PVC sigue incrementando la resistencia. No obstante, la varianza en este grupo (5,505,986.63) es considerablemente alta, lo que sugiere que, aunque el promedio es superior, la dispersión de los datos es también mayor y finalmente, el

tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem muestra un promedio de 8,482.99 kg/cm², que es ligeramente inferior al del tratamiento con 4% de PVC, lo que sugiere que añadir más PVC podría no generar beneficios adicionales significativos en el módulo de elasticidad.

Figura 7

Promedios de la resistencia a la compresión diagonal de pilas (Módulo de elasticidad (kg/cm²))



Nota. La figura demuestra los promedios obtenidos de la resistencia a compresión diagonal de pilas de las unidades de albañilería.

Tabla 13

Análisis de varianza de los promedios de la resistencia a la compresión diagonal de pilas (módulo de elasticidad (kg/cm²))

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	4,692,627.02	3	1,564,209.01	0.33	0.801	4.07
Err	37,395,830.20	8	4,674,478.78			
Tot	42,088,457.22	11				
al						

Nota. La tabla precisa el análisis de la varianza de los promedios de la resistencia a la compresión diagonal de pilas de unidades de albañilería.

La tabla (13) muestra que el valor P obtenido es 0.801, lo que es considerablemente mayor que el umbral de significancia común de 0.05. Esto sugiere que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto al módulo de elasticidad, lo que indica que las variaciones observadas en los resultados son probablemente atribuibles al azar o a factores no relacionados con los tratamientos aplicados. Además, la estadística F calculada ($F_c = 0.33$) es mucho menor que el valor crítico de F ($F_t = 4.07$), lo que refuerza la conclusión de que las diferencias entre los tratamientos no son suficientes como para considerarlas significativas. En resumen, basándonos en el valor P (0.801) y la comparación de F_c con F_t , podemos concluir que la adición de PVC y Sikacem no tiene un efecto significativo sobre el módulo de elasticidad de las unidades de albañilería en muros no portantes.

5.1.4 Resistencia a la compresión diagonal de muretes

Tabla 14

Promedios y varianza de la Resistencia a la compresión diagonal de Muretes (kg/cm²)

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	14.38	4.79	0.14
2% PVC + 2% Sikacem	17.07	5.69	0.11
4% PVC + 2% Sikacem	16.01	5.34	0.03
6% PVC + 2% Sikacem	15.60	5.20	0.15

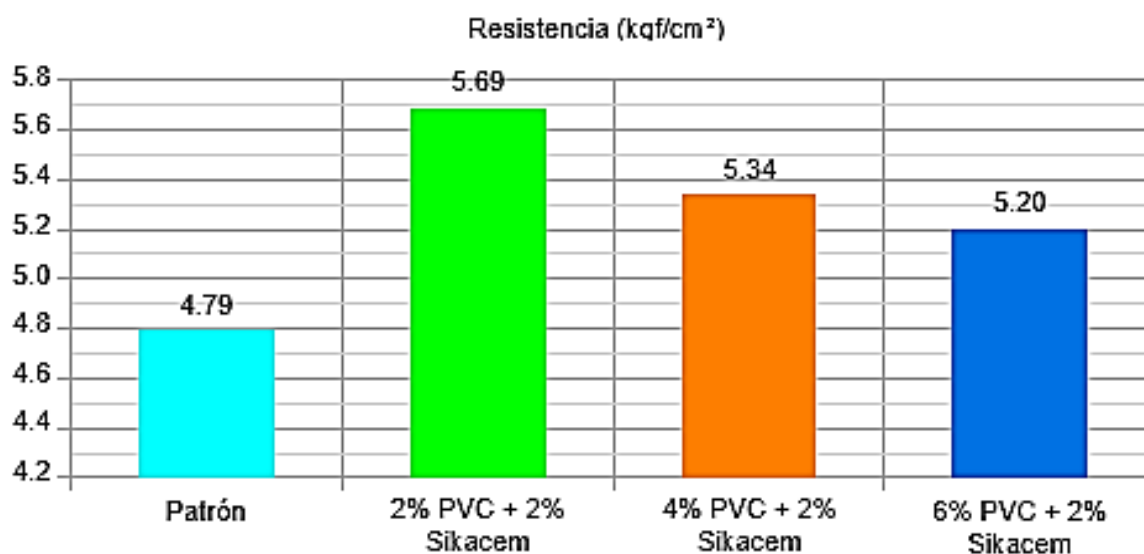
Nota. Se da a detallar los promedios y la varianza de la resistencia a la compresión diagonal de muretes en los tratamientos establecidos y la unidad patrón.

En la tabla (14) y figura (8) se evidencia que en el grupo de control Patrón la resistencia promedio es de 4.79 kg/cm² con una varianza de 0.14, indicando que los resultados son relativamente consistentes, aunque con una resistencia baja. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la resistencia aumenta a 5.69 kg/cm², lo que

sugiere que la adición de un 2% de PVC mejora la resistencia en comparación con el control. La varianza en este grupo es de 0.11, lo que indica una ligera reducción en la dispersión de los resultados, sugiriendo una mayor consistencia en la medición. El tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem muestra un promedio de 5.34 kg/cm², que es ligeramente inferior al tratamiento con 2% de PVC, pero sigue siendo una mejora en comparación con el control. La varianza es muy baja (0.03), lo que sugiere que los datos en este grupo son extremadamente consistentes y finalmente, en el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem, la resistencia promedio es de 5.20 kg/cm², lo que es una pequeña disminución respecto al 2% y 4% de PVC, y la varianza es de 0.15, la más alta de todos los Tratamientos, lo que indica que los resultados son más dispersos.

Figura 8

Promedios de la resistencia a la compresión diagonal de muretes (kg/cm²)



Nota. La figura muestra los promedios obtenidos de la resistencia a compresión diagonal de muretes de las unidades de albañilería.

Tabla 15

Análisis de varianza de los promedios de la resistencia a la compresión diagonal de muretes (kg/cm²)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	1.24	3	0.41	3.87	0.056	4.07
Error	0.85	8	0.11			
Total	2.09	11				

Nota. La tabla precisa el análisis de la varianza de los promedios de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de unidades de albañilería.

La tabla (15) muestra que el valor P obtenido es 0.056, lo que es ligeramente mayor que el umbral de significancia común de 0.05. Aunque este valor está muy cerca del límite de significancia, indica que las diferencias entre los tratamientos no son estadísticamente significativas al nivel del 5%. Además, la estadística F calculada ($F_c = 3.87$) es mayor que el valor crítico de F ($F_t = 4.07$), pero dado que el valor P es superior a 0.05, no se puede concluir que los tratamientos tengan un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión diagonal. Por lo tanto, aunque la prueba F sugiere alguna diferencia, el valor P (0.056) indica que no hay evidencia suficiente para afirmar que los tratamientos afectan significativamente la resistencia a la compresión diagonal de los muretes.

5.2 Propiedades Físicas de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial del policloruro de vinilo y Sikacem

5.2.1 Variación dimensional

Largo (%)

Tabla 16

Promedios y varianza de la variación dimensional largo (%)

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	0.44	0.09	0.03
2% PVC + 2% Sikacem	0.25	0.05	0.01
4% PVC + 2% Sikacem	0.12	0.02	0.02
6% PVC + 2% Sikacem	0.06	0.01	0.05

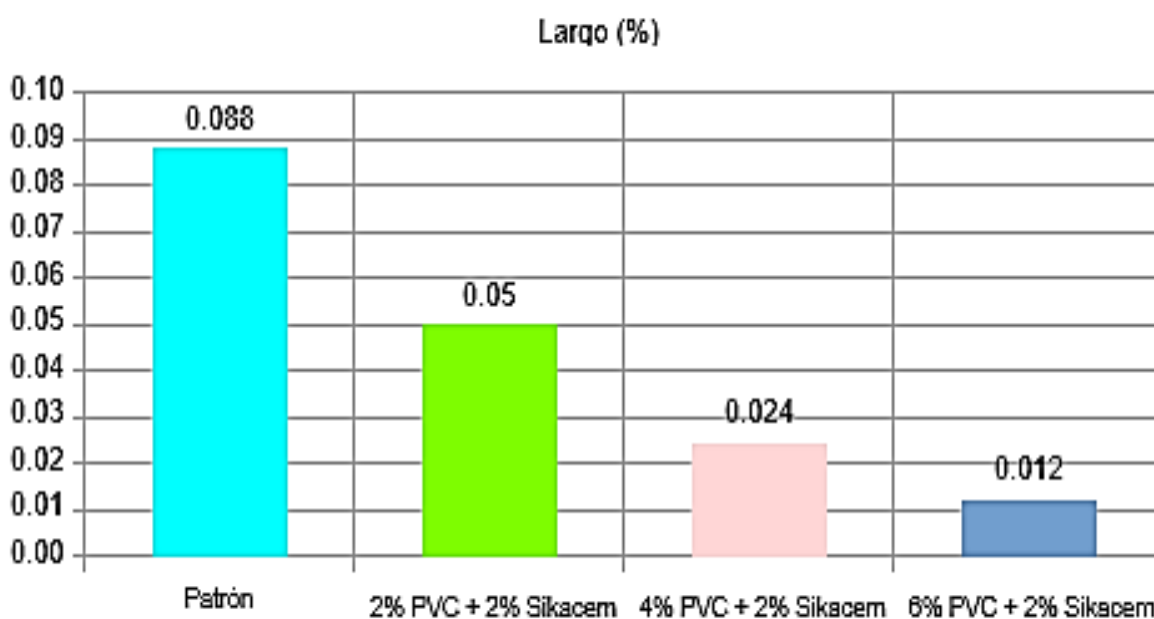
Nota. Esta tabla detalla los promedios y la varianza de la variación dimensional respecto al largo en porcentajes de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

La tabla (16) y figura (9) muestran la variación dimensional en largo de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control Patrón tiene una variación promedio de 0.09% con una varianza de 0.03, lo que sugiere que la variación dimensional es moderada y consistente dentro de este grupo. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la variación disminuye a 0.05%, lo que indica que la adición de un 2% de PVC reduce la variación dimensional, mejorando la estabilidad del material. La varianza en este grupo es de 0.01, la más baja de todos los tratamientos, lo que muestra una mayor consistencia en los resultados. El tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem presenta una variación de 0.02%, lo que sigue siendo una mejora en comparación con el control, pero con una varianza de 0.02, ligeramente mayor que la del 2% de PVC, sugiriendo que la reducción de la variación es menos pronunciada a medida que aumenta el porcentaje de PVC. Finalmente, el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem muestra la

menor variación, con un valor de 0.01%, pero con la varianza más alta (0.05), indicando una mayor dispersión en los resultados dentro de este grupo.

Figura 9

Promedios de la variación dimensional largo (%)



Nota. Esta figura muestra los promedios obtenidos de la variación dimensional respecto al largo de las unidades de albañilería.

Tabla 17

Análisis de varianza de los promedios de la variación dimensional Largo (%)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	0.02	3	0.01	0.21	0.89	3.24
Erro	0.44	16	0.03			
Tota	0.45	19				

Nota. Esta tabla detalla el análisis de la varianza de los promedios de la variación dimensional respecto al largo de las unidades de albañilería.

La tabla (17) muestra que el valor P obtenido es 0.89, que es considerablemente mayor que el umbral de significancia común de 0.05. Esto sugiere que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto a la variación dimensional en largo, lo que indica que las variaciones observadas en los resultados son probablemente debidas al azar o a factores no relacionados con los tratamientos aplicados. Además, la estadística F calculada ($F_c = 0.21$) es mucho menor que el valor crítico de F ($F_t = 3.24$), lo que refuerza la conclusión de que las diferencias entre los tratamientos no son suficientes como para ser consideradas significativas. Por lo tanto, el valor P (0.89) y la comparación de F_c con F_t sugieren que los tratamientos no tienen un efecto significativo sobre la variación dimensional en largo de las unidades de albañilería en los muros no portantes.

Alto (%)

Tabla 18

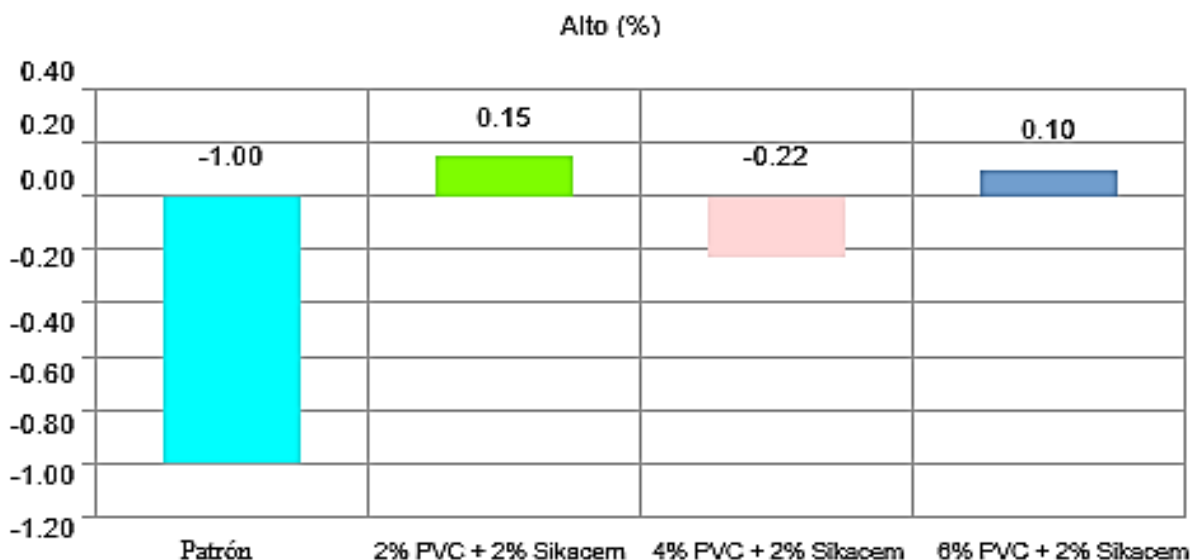
Promedios y varianza de la variación dimensional alto (%)

Tratamiento Varianza	Suma	Promedio	
Patrón	-4.99	-1.00	0.76
2% PVC + 2% Sikacem	0.75	0.15	0.06
4% PVC + 2% Sikacem	-1.12	-0.22	0.10
6% PVC + 2% Sikacem	0.50	0.10	0.11

Nota. Esta tabla detalla los promedios y la varianza de la variación dimensional respecto al alto en porcentajes de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

Figura 10

Promedios de la Variación dimensional Alto (%)



Nota. Esta figura muestra los promedios obtenidos de la variación dimensional respecto al alto de las unidades de albañilería.

La tabla (18) y figura (10) muestran la variación dimensional en alto de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control Patrón presenta una variación promedio de -1.00%, con una varianza de 0.76, lo que indica una variación negativa y relativamente alta en la dimensión de altura, con una considerable dispersión en los datos. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la variación promedio mejora significativamente a 0.15%, indicando que la adición de un 2% de PVC mejora la variación dimensional en alto, con una baja varianza de 0.06, lo que sugiere una alta consistencia en los resultados. El tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem muestra una variación promedio de -0.22%, lo que es una mejora respecto al control, pero con una varianza de 0.10, ligeramente mayor que la del 2% PVC, sugiriendo una mayor dispersión en los datos dentro de este grupo, y finalmente, el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem presenta una variación promedio de 0.10%, lo que refleja una ligera mejora

en comparación con el control y una varianza de 0.11, indicando que la adición de más PVC (6%) también reduce la variación dimensional, pero con una mayor dispersión en los resultados.

Tabla 19

Análisis de varianza de los promedios de la variación dimensional alto (%)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	4.21	3	1.40	5.45	0.009	3.24
Error	4.12	16	0.26			
Total	8.33	19				

Nota. Esta tabla detalla el análisis de la varianza de los promedios de la variación dimensional respecto al alto de las unidades de albañilería.

La tabla (17) muestra que el valor P obtenido es 0.009, que es menor que el umbral de significancia común de 0.05, lo que indica que las diferencias entre los tratamientos son estadísticamente significativas. Esto sugiere que la adición de PVC y Sikacem afecta de manera significativa la variación dimensional en alto de las unidades de albañilería. Además, la estadística F calculada ($F_c = 5.45$) es mayor que el valor crítico de F ($F_t = 3.24$), lo que refuerza la conclusión de que los tratamientos tienen un efecto importante en la variación dimensional en alto. En resumen, tanto el valor P (0.009) como la comparación de F_c con F_t confirman que los tratamientos con PVC y Sikacem tienen un impacto significativo en la variación dimensional en alto de las unidades de albañilería en los muros no portantes.

Tabla 20

Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la variación dimensional alto (%)

Tratamiento	Promedio	Grupo
2% PVC + 2% Sikacem	0.15	a
6% PVC + 2% Sikacem	0.10	ab
4% PVC + 2% Sikacem	-0.22	bc
Patrón	-1.00	c

Nota. Esta tabla detalla el análisis de Tukey de varianza de la variación dimensional respecto al alto de las unidades de albañilería.

La tabla (20) muestra que los tratamientos con 2% PVC + 2% Sikacem y 6% PVC + 2% Sikacem no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, ya que comparten la letra "a" y "ab" en sus grupos. Sin embargo, el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem también comparte la letra "b" con el tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem, lo que sugiere que estos dos tratamientos también son estadísticamente iguales. El tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem y el tratamiento con 0% PVC + 2% Sikacem son estadísticamente diferentes, ya que el tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem comparte la letra "b" y "c", y el tratamiento Patrón solo tiene la letra "c". Por lo tanto, los resultados sugieren que la adición de PVC puede reducir la variación dimensional en las unidades de albañilería, ya que los tratamientos con PVC tienen promedios más cercanos a cero que el tratamiento sin PVC.

Ancho (%)

Tabla 21

Promedios y varianza de la variación dimensional ancho (%)

Tratamiento Varianza	Suma	Promedio	
Patrón	10.42	2.08	0.72
2% PVC + 2% Sikacem	10.42	2.08	0.15
4% PVC + 2% Sikacem	10.42	2.08	0.72
6% PVC + 2% Sikacem	6.88	1.38	0.15

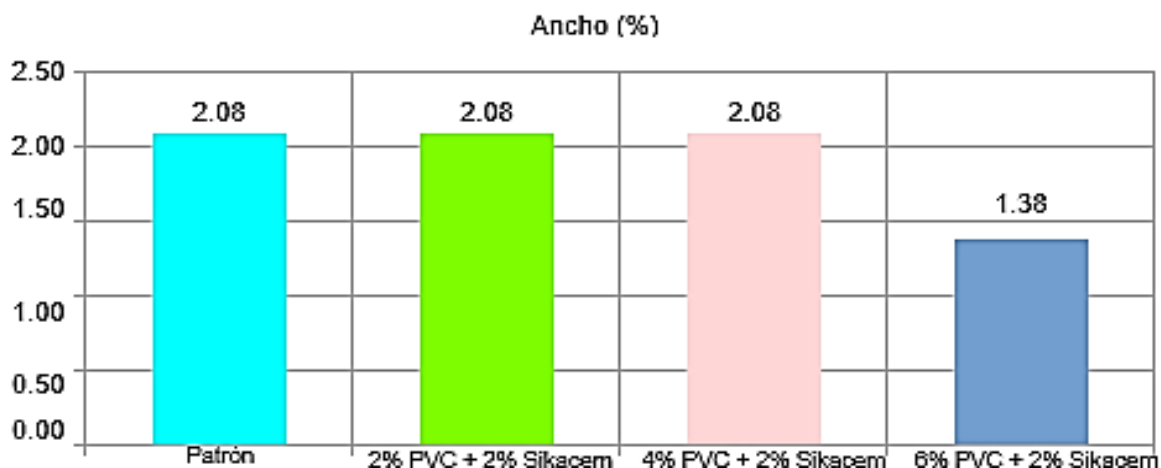
Nota. La tabla precisa los promedios y la varianza de la variación dimensional respecto al ancho en porcentajes de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

La tabla (21) y figura (11) muestran la variación dimensional en ancho de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. En todos los tratamientos Patrón, 2% PVC + 2% Sikacem, y 4% PVC + 2% Sikacem, la variación promedio en ancho es de 2.08%, lo que indica que no hubo un cambio en la variación dimensional en ancho entre estos tratamientos, manteniendo la misma estabilidad dimensional. Sin embargo, la varianza en el grupo con 2% PVC + 2% Sikacem es 0.15, mucho más baja que la varianza de 0.72 observada en el grupo de control Patrón y en el grupo con 4% PVC + 2% Sikacem, lo que sugiere que, aunque la variación dimensional en promedio no cambia, el tratamiento con 2% de PVC proporciona una mayor consistencia en los resultados. En el grupo con 6% PVC + 2% Sikacem, la variación promedio disminuye a 1.38%, lo que refleja una leve mejora respecto a los otros Tratamientos, pero con una varianza de 0.15, que es igual a la del tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, lo que

sugiere que el 6% de PVC también ofrece una mayor consistencia en los resultados en comparación con los tratamientos de control Patrón y 4% de PVC.

Figura 11

Promedios de la variación dimensional ancho (%)



Nota. La figura, detalla los promedios obtenidos de la variación dimensional respecto al ancho de las unidades de albañilería.

Tabla 22

Análisis de varianza de los promedios de la variación dimensional ancho (%)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	1.88	3	0.63	1.45	0.267	3.24
Error	6.94	16	0.43			
Total	8.82	19				

Nota. Esta tabla, detalla el análisis de la varianza de los promedios de la variación dimensional respecto al ancho de las unidades de albañilería.

La tabla (22) muestra que el valor P obtenido es 0.267, lo cual es mayor que el umbral de significancia común de 0.05, lo que indica que las diferencias entre los tratamientos no son estadísticamente significativas. Esto sugiere que las variaciones

observadas en la variación dimensional en ancho son probablemente debidas al azar o a factores no relacionados con los tratamientos aplicados, además, la estadística F calculada ($F_c = 1.45$) es menor que el valor crítico de F ($F_t = 3.24$), lo que refuerza la conclusión de que las diferencias entre los tratamientos no son lo suficientemente grandes como para ser consideradas significativas. Por lo tanto, el valor P (0.267) y la comparación de F_c con F_t sugieren que los tratamientos con PVC y Sikacem no tienen un efecto significativo sobre la variación dimensional en ancho de las unidades de albañilería en los muros no portantes.

5.2.2 Alabeo (mm)

Tabla 23

Promedios y varianza del alabeo (mm)

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	17.39	3.48	0.12
2% PVC + 2% Sikacem	14.70	2.94	0.33
4% PVC + 2% Sikacem	17.27	3.45	0.67
6% PVC + 2% Sikacem	20.38	4.08	0.51

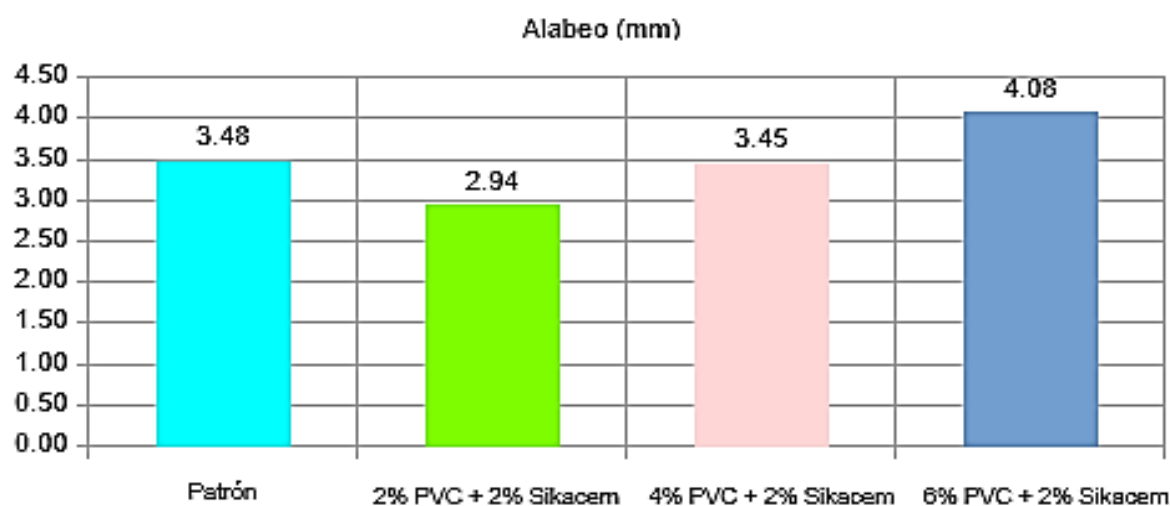
Nota. Esta tabla, detalla los promedios y la varianza del alabeo de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

La tabla (23) y figura (12) muestra el alabeo (medido en milímetros) de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control Patrón presenta un promedio de alabeo de 3.48 mm, con una varianza de 0.12, lo que indica una pequeña variabilidad en los resultados y un alabeo relativamente bajo. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, el alabeo disminuye ligeramente a 2.94 mm, lo que sugiere que la adición de un 2% de PVC reduce el alabeo en comparación con el grupo de control patrón. Sin embargo, la varianza en este grupo aumenta a 0.33, indicando que, aunque el alabeo es más bajo, los resultados son más dispersos que en el grupo de control.

El tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem muestra un alabeo promedio de 3.45 mm, muy similar al grupo de control, pero con una varianza de 0.67, que es considerablemente más alta, sugiriendo una mayor dispersión en los resultados y finalmente, el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem presenta un alabeo de 4.08 mm, el más alto de todos los tratamientos, con una varianza de 0.51, lo que indica una mayor dispersión en los datos y sugiere que, a mayores concentraciones de PVC, el alabeo tiende a aumentar, pero con resultados más variables.

Figura 12

Promedios del Alabeo (mm)



Nota. Esta Figura, detalla los promedios obtenidos del alabeo de las unidades de albañilería.

Tabla 24

Análisis de varianza de los promedios del alabeo (mm)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	3.24	3	1.08	2.64	0.085	3.24
Error	6.53	16	0.41			
Total	9.77	19				

Nota. Esta tabla, detalla el análisis de la varianza de los promedios del alabeo (mm) de las unidades de albañilería.

La tabla (24) muestra que el valor P obtenido es 0.085, que es ligeramente mayor que el umbral de significancia común de 0.05, lo que sugiere que las diferencias entre los tratamientos no son completamente significativas al nivel del 5%. Sin embargo, el valor P cercano a 0.05 indica que podría haber una tendencia hacia un efecto de los tratamientos sobre el alabeo. Además, la estadística F calculada ($F_c = 2.64$) es menor que el valor crítico de F ($F_t = 3.24$), lo que refuerza la conclusión de que las diferencias observadas entre los tratamientos no son lo suficientemente grandes como para ser consideradas estadísticamente significativas. Por lo tanto, aunque el valor P está cerca del umbral de significancia y la estadística F muestra alguna diferencia, el valor P (0.085) y la comparación de F_c con F_t indican que los tratamientos con PVC y Sikacem no tienen un efecto significativo sobre el alabeo de las unidades de albañilería en los muros no portantes al nivel de confianza convencional.

5.2.3 Absorción y succión

Humedad natural (%)

Tabla 25

Promedios y varianza de la humedad natural (%)

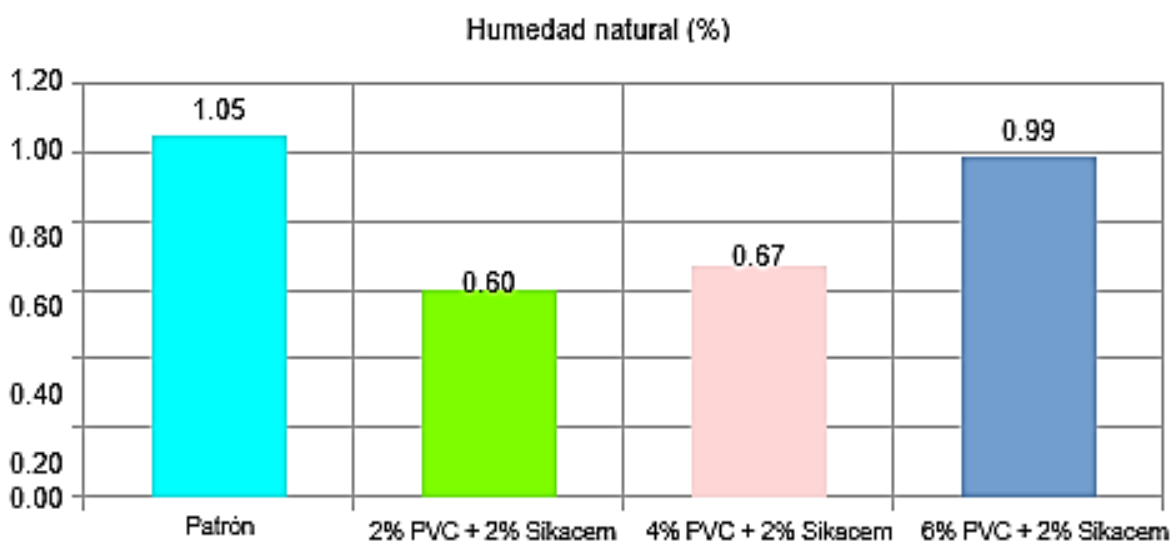
Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	5.24	1.05	0.03
2% PVC + 2% Sikacem	2.99	0.60	0.02
4% PVC + 2% Sikacem	3.35	0.67	0.01
6% PVC + 2% Sikacem	4.94	0.99	0.01

Nota. Esta tabla, detalla los promedios y la varianza de la humedad natural de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

La tabla (25) y figura (13) muestran la humedad natural (%) de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control Patrón tiene una humedad promedio de 1.05% con una varianza de 0.03, lo que indica una cantidad moderada de humedad con poca dispersión en los resultados. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la humedad se reduce significativamente a 0.60%, lo que sugiere que la adición de un 2% de PVC disminuye la humedad de las unidades de albañilería, con una baja varianza de 0.02, lo que indica una alta consistencia en los resultados. En el tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem, la humedad aumenta ligeramente a 0.67%, pero sigue siendo baja en comparación con el grupo de control, con una varianza de 0.01, la más baja de todos los tratamientos, lo que indica una muy baja dispersión en los datos y finalmente, el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem muestra una humedad de 0.99%, lo que es un aumento respecto a los tratamientos anteriores, pero aún inferior al control, con una varianza de 0.01, que también es muy baja, lo que indica una alta consistencia en los resultados.

Figura 13

Promedios de la humedad natural (%)



Nota. Esta figura detalla los promedios obtenidos de la humedad natural de las unidades de albañilería.

Tabla 26

Análisis de varianza de los promedios de la humedad natural (%)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	0.76	3	0.25	14.51	0.000	3.24
Error	0.28	16	0.02			
Total	1.04	19				

Nota. Esta tabla detalla el análisis de la varianza de los promedios de la humedad natural (%) de las unidades de albañilería.

La tabla (26) los resultados revelan que el valor P hallado es de 0.000, considerablemente inferior al nivel de significancia estándar de 0.05, lo cual demuestra que las variaciones entre los grupos tratados son estadísticamente notables. Esto implica que la incorporación de PVC y Sikacem influye de forma sustancial en el nivel de humedad inherente de los elementos de mampostería. Por añadidura, el estadístico F obtenido ($F_c = 14.51$) supera ampliamente el umbral crítico de F ($F_t = 3.24$), respaldando así la idea de que las discrepancias entre los tratamientos son relevantes. En consecuencia, el valor P (0.000) junto con el contraste entre F_c y F_t validan que las aplicaciones de PVC y Sikacem generan un efecto notable.

Tabla 27

Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la humedad natural (%)

Tratamientos	Promedio	Grupo
Patrón	1.05	a
6% PVC + 2% Sikacem	0.99	a
4% PVC + 2% Sikacem	0.67	b
2% PVC + 2% Sikacem	0.60	b

Nota. Esta tabla detalla el análisis de Tukey de los promedios de la humedad natural de los tratamientos utilizados.

La tabla (27) muestra que los tratamientos Patrón y 6% PVC + 2% Sikacem son estadísticamente iguales, ya que comparten la letra "a" en sus grupos. Los tratamientos con 4% PVC + 2% Sikacem y 2% PVC + 2% Sikacem también son estadísticamente iguales, ya que comparten la letra "b" en sus grupos, sin embargo, los tratamientos con la letra "a" (Patrón y 6% PVC + 2% Sikacem) son estadísticamente diferentes a los tratamientos con la letra "b" (4% PVC + 2% Sikacem y 2% PVC + 2% Sikacem). Por lo tanto, los resultados sugieren que la adición de PVC puede reducir la humedad natural en las unidades de albañilería, ya que los tratamientos con PVC tienen promedios más bajos que el tratamiento patrón.

Succión (gr/200 cm²-min)

Tabla 28

Promedios y varianza de la Succión (gr/200 cm²-min)

Tratamientos	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	256.55	51.31	535.50
2% PVC + 2% Sikacem	66.64	13.33	57.43
4% PVC + 2% Sikacem	84.02	16.80	35.22
6% PVC + 2% Sikacem	72.60	14.52	49.11

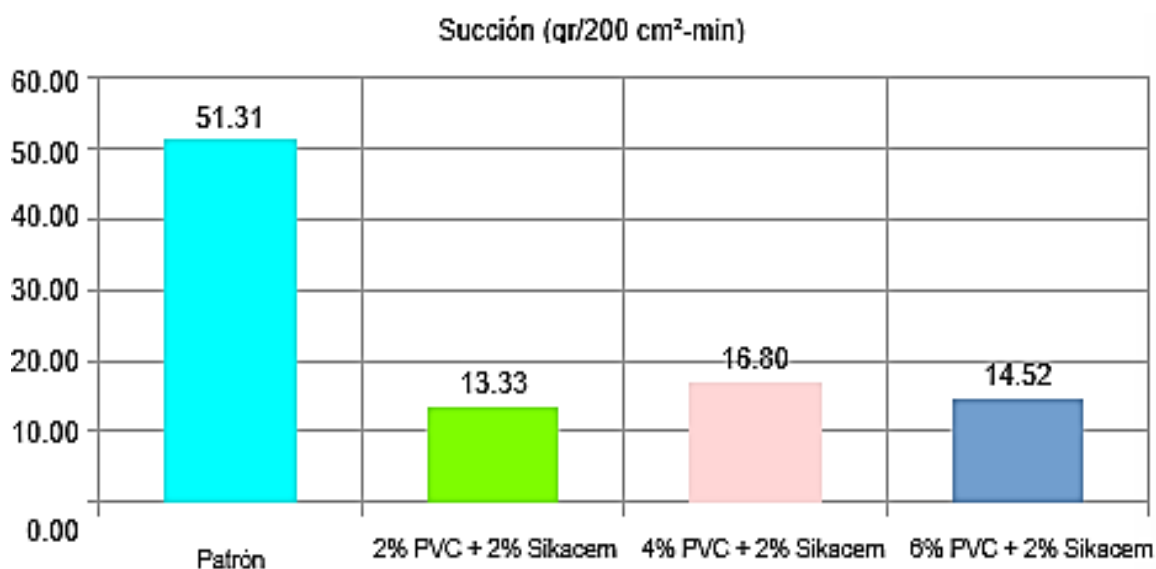
Nota. Esta tabla detalla los promedios y la varianza de la humedad natural de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

La tabla (28) y figura (14) muestran la succión (gr/200 cm²-min) de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control Patrón tiene un promedio de succión de 51.31 gr/200 cm²-min con una varianza de 535.50, lo que indica que la succión es considerablemente alta y los resultados son muy dispersos, sugiriendo una gran variabilidad en las mediciones. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la succión disminuye drásticamente a 13.33 gr/200 cm²-min, lo que refleja una mejora significativa en la capacidad de retención de agua, con una varianza de

57.43, que es considerablemente más baja que la del grupo de control, lo que indica una mayor consistencia en los resultados. El tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem presenta una succión de 16.80 gr/200 cm²-min, lo que es un leve aumento respecto al tratamiento con 2% de PVC, pero sigue siendo mucho menor que el grupo de control. La varianza de 35.22 es también baja, lo que refleja que los datos son consistentes y finalmente, en el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem, la succión es de 14.52 gr/200 cm²-min, lo que es similar al tratamiento con 2% de PVC, con una varianza de 49.11, que sigue siendo relativamente baja, sugiriendo que no solo la succión disminuye, sino que los resultados son bastante consistentes.

Figura 14

Promedios de la succión (gr/200 cm²-min)



Nota. Esta figura detalla los promedios obtenidos de la succión de los tratamientos establecidos a las unidades de albañilería.

Tabla 29

Análisis de varianza de los promedios de la succión (gr/200 cm²-min)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	5,006.90	3	1,668.97	9.86	0.001	3.24
Error	2,709.05	16	169.32			
Total	7,715.95	19				

Nota. Esta tabla detalla el análisis de la varianza de los promedios de la succión de los tratamientos de las unidades de albañilería.

La tabla (29) los datos revelan que el valor P calculado alcanza 0.001, un número notablemente inferior al límite de significancia estándar de 0.05, lo que demuestra que las variaciones entre los grupos tratados son relevantes desde el punto de vista estadístico. Esto implica que la inclusión de PVC y Sikacem genera una influencia notable en la capacidad de succión de los elementos de mampostería. Por añadidura, el valor F obtenido ($F_c = 9.86$) supera con creces el umbral crítico de F ($F_t = 3.24$), respaldando así la idea de que las discrepancias detectadas entre los tratamientos poseen importancia real. En suma, el valor P (0.001) combinado con el análisis de F_c frente a F_t validan que las intervenciones con PVC y Sikacem producen un efecto considerable en la succión de los componentes de mampostería dentro de las paredes no estructurales.

Tabla 30

Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la succión (gr/200 cm²-min)

Tratamiento	Promedio	Grupo
Patrón	51.31	a
6% PVC + 2% Sikacem	14.32	b
4% PVC + 2% Sikacem	16.80	b
2% PVC + 2% Sikacem	13.33	b

Nota. Esta tabla detalla el análisis de Tukey de los promedios de la succión de los tratamientos utilizados en las unidades de albañilería.

La tabla (30) muestra que el tratamiento patrón es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, ya que tiene la letra "a" y un promedio de succión significativamente más alto (51.31 gr/200 cm²-min). Los tratamientos con 6% PVC + 2% Sikacem, 4% PVC + 2% Sikacem y 2% PVC + 2% Sikacem son estadísticamente iguales, ya que comparten la letra "b" y tienen promedios de succión similares (14.32, 16.80 y 13.33 gr/200 cm²-min, respectivamente). Por lo tanto, los resultados sugieren que la adición de PVC reduce significativamente la succión en las unidades de albañilería, ya que los tratamientos con PVC tienen promedios de succión mucho más bajos que el tratamiento sin PVC.

Absorción (%)

Tabla 31

Promedios y varianza de la absorción (%)

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	29.80	5.96	1.62
2% PVC + 2% Sikacem	34.00	6.80	0.04
4% PVC + 2% Sikacem	30.85	6.17	0.01
6% PVC + 2% Sikacem	33.01	6.60	0.09

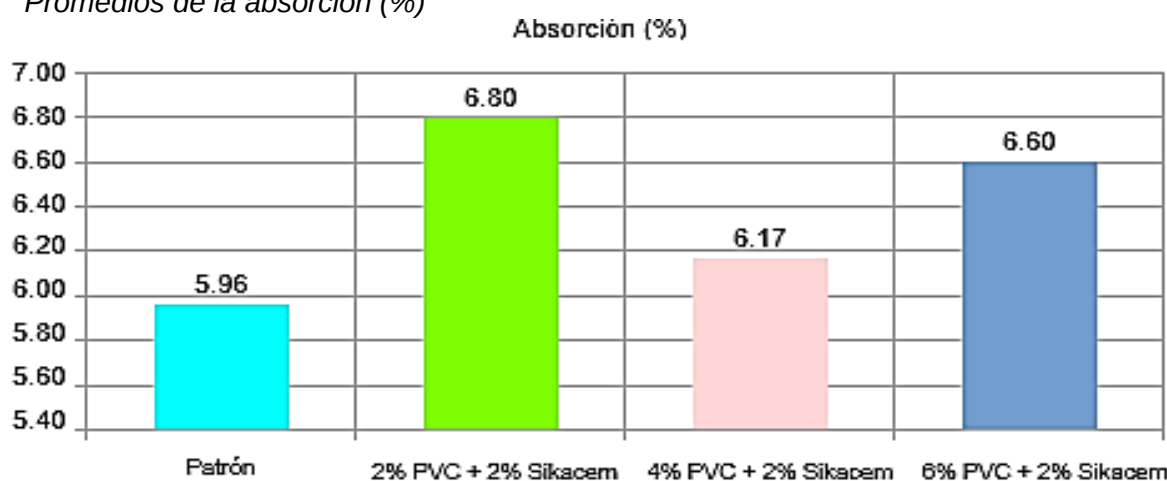
Nota. Esta tabla detalla los promedios y la varianza de la absorción de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

La tabla (31) y figura (15) muestran la absorción (%) de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control patrón presenta un promedio de absorción de 5.96%, con una varianza de 1.62, lo que indica una absorción moderada con una considerable dispersión en los resultados. En el tratamiento con 2% PVC + 2% Sikacem, la absorción aumenta a 6.80%, lo que sugiere que la adición de un 2% de PVC mejora la capacidad de absorción, pero la varianza baja significativamente a 0.04, lo que indica una gran consistencia en los resultados dentro de este grupo. El tratamiento con 4% PVC + 2% Sikacem muestra una absorción de 6.17%,

lo que es una ligera mejora en comparación con el control, con una varianza de 0.01, la más baja de todos los tratamientos, lo que refleja una muy alta consistencia en los datos y finalmente, en el tratamiento con 6% PVC + 2% Sikacem, la absorción es de 6.60%, lo que está ligeramente por debajo del tratamiento con 2% de PVC, con una varianza de 0.09, también baja, sugiriendo que la absorción se mantiene controlada con un nivel de consistencia alto, aunque algo mayor que en el tratamiento con 4% de PVC.

Figura 15

Promedios de la absorción (%)



Nota. Esta figura detalla los promedios obtenidos de la absorción de los tratamientos establecidos a las unidades de albañilería.

Tabla 32

Análisis de varianza de los promedios de la Absorción (%)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	2.23	3	0.74	1.70	0.206	3.24
Error	6.98	16	0.44			
Total	9.21	19				

Nota. Esta tabla se observa la varianza de promedios de absorción.

La tabla (32) los resultados indican que el valor P calculado alcanza 0.206, un número superior al nivel de significancia estándar de 0.05, lo cual revela que las

discrepancias entre los grupos tratados carecen de relevancia estadística. Esto apunta a que las fluctuaciones notadas en la absorción podrían atribuirse al azar o a elementos ajenos a las intervenciones realizadas. Por otro lado, el estadístico F obtenido ($F_c = 1.70$) resulta inferior al límite crítico de F ($F_t = 3.24$), lo que respalda la idea de que las variaciones entre los tratamientos no poseen la magnitud necesaria para calificar como importantes. En resumen, tanto el valor P (0.206) como el contraste entre F_c y F_t demuestran que las aplicaciones de PVC y Sikacem no generan una influencia notable en la capacidad de absorción de los elementos de mampostería en las paredes no estructurales.

Densidad seca al horno (gr/cm^3)

Tabla 33

Promedios y varianza de la densidad seca al horno (gr/cm^3)

Tratamiento	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	11.41	2.28	0.00
2% PVC + 2% Sikacem	10.99	2.20	0.00
4% PVC + 2% Sikacem	11.12	2.22	0.00
6% PVC + 2% Sikacem	11.08	2.22	0.00

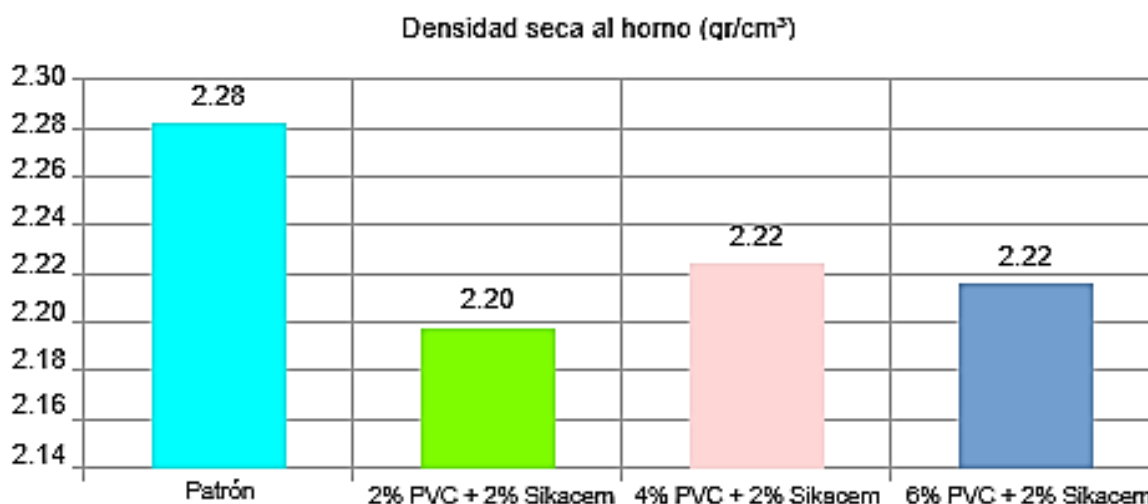
Nota. Esta tabla detalla los promedios y la varianza de la densidad seca al horno de las unidades de albañilería respecto a los tratamientos establecidos.

La tabla (33) y figura (16) muestran la densidad seca al horno (gr/cm^3) de unidades de albañilería en muros no portantes con la adición parcial de PVC y Sikacem. El grupo de control patrón presenta un promedio de densidad de 2.28 gr/cm^3 , con una varianza de 0.00, lo que indica que la densidad es bastante constante entre las mediciones dentro de este grupo. En los tratamientos con 2% PVC + 2% Sikacem, 4% PVC + 2% Sikacem, y 6% PVC + 2% Sikacem, los promedios de densidad son 2.20 gr/cm^3 , 2.22 gr/cm^3 , y 2.22 gr/cm^3 , respectivamente, lo que sugiere que la adición de PVC no genera grandes variaciones en la densidad. Todos estos tratamientos presentan una varianza cercana a 0.00, lo que refleja

una consistencia alta en las mediciones dentro de cada grupo, sin dispersión en los resultados.

Figura 16

Promedios de la densidad seca al horno (gr/cm³)



Nota. Esta figura detalla los promedios obtenidos de la densidad seca al horno de los tratamientos establecidos a las unidades de albañilería.

Tabla 34

Análisis de varianza de los promedios de la densidad seca al horno (gr/cm³)

Origen de variaciones	SC	GL	CM	Fc	Valor P	Ft
Tratamientos	0.02	3	0.01	75.43	0.000	3.24
Error	0.00	16	0.00			
Total	0.02	19				

Nota. Esta tabla detalla el análisis de la varianza de los promedios de densidad seca al horno de los tratamientos en las unidades de albañilería.

La tabla (34) los resultados evidencian que el valor P calculado resulta en 0.000, un nivel notablemente inferior al criterio de significancia estándar de 0.05, lo cual revela que las variaciones entre los grupos tratados poseen una relevancia estadística clara. Esto apunta a que la integración de PVC y Sikacem influye de forma sustancial en la densidad

obtenida tras secado en horno de los elementos de mampostería. Asimismo, el estadístico F derivado ($F_c = 75.43$) sobrepasa con amplitud el umbral crítico de F ($F_t = 3.24$), lo que consolida la noción de que tales discrepancias entre tratamientos son marcadamente importantes. En definitiva, el valor P (0.000) unido al análisis de F_c versus F_t validan que las intervenciones con PVC y Sikacem generan un efecto notable en la densidad seca al horno de los componentes de mampostería dentro de las paredes no estructurales.

Tabla 35

Análisis de Tukey de varianza de los promedios de la densidad seca al horno (gr/cm³)

Tratamiento	Promedio	Grupo
Patrón	2.28	a
6% PVC + 2% Sikacem	2.22	b
4% PVC + 2% Sikacem	2.22	b
2% PVC + 2% Sikacem	2.20	b

Nota. Esta tabla detalla el análisis de Tukey de los promedios de la densidad seca al horno de los tratamientos utilizados en las unidades de albañilería.

La tabla (35) muestra que el tratamiento patrón es estadísticamente diferente a los demás tratamientos, ya que tiene la letra "a" y un promedio de densidad seca al horno ligeramente más alto (2.28 gr/cm³). Los tratamientos con 6% PVC + 2% Sikacem, 4% PVC + 2% Sikacem y 2% PVC + 2% Sikacem son estadísticamente iguales, ya que comparten la letra "b" y tienen promedios de densidad seca al horno similares (2.22, 2.22 y 2.20 gr/cm³, respectivamente). Por lo tanto, los resultados sugieren que la adición de PVC no tiene un efecto significativo en la densidad seca al horno de las unidades de albañilería, ya que las diferencias entre los tratamientos son mínimas.

5.3 Discusión de resultados

El análisis de los ensayos realizados evidencia que la incorporación de policloruro de vinilo (PVC) y Sikacem genera mejoras significativas en las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería empleadas en muros no portantes en Abancay, Apurímac – 2024. Los resultados muestran que la dosificación 2% de PVC + 2% de Sikacem proporciona la mayor resistencia a la compresión sin alterar la estabilidad dimensional del material, evidenciando una optimización estructural en comparación con las unidades tradicionales. Esto confirma la viabilidad del uso de polímeros en la modificación de materiales de construcción, siempre que la proporción de aditivos sea controlada.

En relación con la absorción de agua, se identificó que la inclusión del 2% de PVC + 2% de Sikacem disminuye la porosidad del material, mejorando su comportamiento frente a la humedad. No obstante, al incrementar la dosificación a 4% y 6%, se observó un aumento en la absorción, lo que sugiere un límite óptimo de adición antes de que se generen alteraciones en la microestructura del material. Este fenómeno podría estar asociado a la distribución desigual de los polímeros en la mezcla, lo que afecta la cohesión interna y la compactación del bloque.

En cuanto a la variación dimensional y el alabeo, las pruebas realizadas confirman que las unidades fabricadas con 2% de PVC + 2% de Sikacem mantienen su estabilidad estructural dentro de los rangos establecidos por las normativas NTP 399.602 y E.070. Sin embargo, al aumentar la proporción de PVC, se registraron ligeros cambios en las dimensiones, lo que puede atribuirse a la interacción del material con la temperatura y la humedad durante el proceso de fraguado. Este comportamiento resalta la importancia de regular la dosificación de aditivos para evitar variaciones en la homogeneidad del producto final.

El análisis estadístico, mediante ANOVA y la prueba de Tukey, respalda que la diferencia en la resistencia y la absorción entre las distintas dosificaciones es estadísticamente significativa. Esto permite establecer el 2% de PVC + 2% de Sikacem como la combinación más eficiente para mejorar las unidades de albañilería sin afectar sus propiedades esenciales. Considerando estos hallazgos, se sugiere la implementación de pruebas a largo plazo que permitan evaluar el comportamiento de estas unidades en condiciones reales de carga y exposición ambiental. De esta manera, se podrá determinar su idoneidad en la construcción de muros no portantes para edificaciones de baja y mediana altura, promoviendo el uso sostenible de materiales y la optimización de procesos constructivos.

VI Conclusiones

Conclusión General

La presente tesis analizó y demostró que la adición de PVC y Sikacem influyen en las propiedades de las unidades de albañilería mejorando dichas propiedades, optimizando su resistencia a la compresión y reduciendo su absorción de agua dentro de los límites normativos. Se estableció que a base de los resultados obtenidos cuando se cuantificó y determinó que la combinación 2% de PVC + 2% de Sikacem representa la proporción más eficiente para garantizar mayor resistencia estructural sin comprometer la estabilidad dimensional.

Conclusiones Específicas

Conclusión respecto al primer objetivo:

La cuantificación respecto a la dosificación de la adición parcial de PVC Y Sikacem evidenció cambios en las propiedades físicas de las unidades de albañilería. En lo que respecta el dimensionamiento se observó que tanto la unidad patrón, y las dosificaciones de 2% PVC + 2% Sikacem, de 4% PVC + 2% Sikacem y de 6% PVC + 2% Sikacem tuvieron resultados óptimos dentro de la normatividad vigente siendo la cuantificación de la dosificación de 2% PVC + 2% Sikacem la más optima obteniendo una variación dimensional en largo, alto y ancho de 0.05%, 0.15% y 2.08% respectivamente. Por otro lado en lo que respecta el alabeo se observó que tanto la unidad patrón, y las dosificaciones de 2% PVC + 2% Sikacem, de 4% PVC + 2% Sikacem y de 6% PVC + 2% Sikacem tuvieron resultados óptimos dentro de la normatividad vigente siendo la cuantificación de la dosificación de 2% PVC + 2% Sikacem la más optima obteniendo un alabeo de 2.94mm. Finalmente Absorción y succión se observó que tanto la unidad patrón, y las dosificaciones de 2% PVC + 2% Sikacem, 4% PVC + 2% Sikacem y 6% PVC + 2% Sikacem tuvieron resultados óptimos dentro de la normatividad vigente siendo la cuantificación de la

dosificación de 2% PVC + 2% Sikacem la más óptima teniendo como resultado de succión y absorción de 13.33 (gr/200cm²-min) y 6.80 % respectivamente.

Conclusión respecto al segundo objetivo

La determinación respecto a la dosificación de la adición parcial de PVC y Sikacem evidenció cambios en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, pilas y muretes. En lo que respecta las unidades de albañilería se observó que tanto la unidad patrón, y las dosificaciones de 2% PVC + 2% Sikacem, de 4% PVC + 2% Sikacem y de 6% PVC + 2% Sikacem tuvieron resultados óptimos dentro de la normatividad vigente siendo la cuantificación de la dosificación de 2% PVC + 2% Sikacem la más óptima obteniendo una resistencia a la compresión de 44.41 Kg/cm². Por otro lado, en lo que respecta la resistencia a la compresión en pilas se observó que tanto la unidad patrón, y las dosificaciones de 2% PVC + 2% Sikacem, de 4% PVC + 2% Sikacem y de 6% PVC + 2% Sikacem tuvieron resultados óptimos dentro de la normatividad vigente siendo la cuantificación de la dosificación de 2% PVC + 2% Sikacem la más óptima obteniendo un alabeo de 54.45 Kg/cm². Finalmente, en la resistencia a la compresión en muretes se observó que tanto la unidad patrón, y las dosificaciones de 2% PVC + 2% Sikacem, de 4% PVC + 2% Sikacem y de 6% PVC + 2% Sikacem tuvieron resultados óptimos dentro de la normatividad vigente siendo la cuantificación de la dosificación de 2% PVC + 2% Sikacem la más óptima teniendo como resultado de 8.47 Kg/cm².

VII Recomendaciones

Recomendación del objetivo general

Dado que la adición de 2% de PVC + 2% de Sikacem en las unidades de albañilería mejoró significativamente las propiedades, se recomienda su implementación en proyectos de construcción de edificaciones de baja y mediana altura. Para garantizar su efectividad en condiciones reales, se sugiere realizar ensayos estructurales a escala real, midiendo su desempeño frente a cargas dinámicas y factores climáticos adversos; así también se evalué su comportamiento a largo plazo de las unidades.

Recomendación del objetivo específico 1

Se recomienda realizar pruebas de carga y fatiga a largo plazo para evaluar si las propiedades físicas como son de variación dimensional, alabeo, absorción y succión de las unidades de albañilería con PVC y Sikacem se mantiene con el tiempo. Además, es necesario comparar el desempeño mecánico con otras alternativas de estabilización como cal o cemento, a fin de establecer criterios de optimización en la mezcla. También se sugiere complementar el análisis con estudios sobre microestructura del material, utilizando técnicas como microscopía electrónica de barrido (SEM), para comprender la interacción del PVC con la matriz cementicia. También sería útil implementar ensayos térmicos para evaluar el impacto del PVC bajo cambios de temperatura, asegurando que el material no presente expansiones excesivas en condiciones de exposición prolongada al sol.

Recomendación del objetivo específico 2

Se recomienda realizar estudios a escala real en condiciones de obra, para observar posibles deformaciones dimensionales ya sean verticales u horizontales durante la ejecución y fraguado.

VIII Referencias

- Abanto, H. J. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería: resistencia a la compresión, Trujillo 2019*, Perú [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/186>.
- Agurto, M. C., & Pumachagua, J. H. (2021). *Mejoramiento del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca adicionando Policloruro de vinilo reciclado a la mezcla asfáltica en caliente, Villa El Salvador 2021*, Perú [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UPRIT/114>.
- Alban, G. P., Arguello, A. E., & Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción (4° vol.). Editorial saberes del conocimiento. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173).
- Alwash, J. J. H., Al-Rubaye, M. M., & Sbartaï, Z. M. (2025). *Mechanical properties of high-strength cement mortar including silica fume and reinforced with single and hybrid fibers*. Journal of the Mechanical Behavior of Materials, 34(1). <https://doi.org/10.1515/jmbm-2025-0062>
- Aparicio, A. D. (2022). *Adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo-2021*, Perú [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio institucional. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5165>.
- Arias, F. G. (2022). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (7.^a ed.). Editorial Episteme.

- Barretta, E., Barra, G., & Feo, L. (2018). *Physical and mechanical properties of masonry units and their influence on compressive strength*. *Construction and Building Materials*, 167, 513–521. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.045>.
- Bartolomé, S., Caceres, J., & Paredes, M. (2019). Ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería. *Revista digital del Centro de Investigación y del Doctorado en Ingeniería*, 15-18. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Articulos/EnsayosPropiedadesFisicasMecanicas.pdf.
- Bartolomé, S. (2018). Propiedades mecánicas de unidades de albañilería. *Revista digital del Centro de Investigación y del Doctorado en Ingeniería*, 4-22. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Articulos/EnsayosPropiedadesFisicasMecanicas.pdf.
- Ben Khalifa, Z., El Kassas, E., & Abdelkafi, A. (2023). *The influence of polymer superplasticizers on properties of high-performance concrete*. *Materials*, 16(5), 2075. <https://doi.org/10.3390/ma16052075>.
- Blanco, N. P. (2022). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Revista digital de Espacios Públicos Universidad Autónoma de México*, 1-16. <https://www.redalyc.org/pdf/676/67646966005.pdf>.
- Briceño, C. J., & Paredes, D. L. (2022). *Mejoramiento de la subrasante Avenida San Diego adicionando Policloruro de vinilo y ceniza caña de azúcar reciclado, Carabayllo. Perú* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107006>.

- Burbano, J. I., & Salazar, J. S. (2019). *Influencia del uso de viruta PVC en mezclas asfálticas en caliente*. Ecuador [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/26362>.
- Burga, G. P. (2021). *Determinación de la trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión de concretos elaborados con Sikacem Plastificante y Sikacem-1 Plastificante, Trujillo*. Perú [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo] Repositorio institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74554>.
- Cabos, S. J., Bardales, V. C., León Torres, C. A., & Gil Ramírez, L. A. (2020). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. Revista digital de ARNALDOA Universidad Privada Antenor Orego de Trujillo, 11-12. <https://journal.upao.edu.pe/index.php/Arnaldoa/article/view/1402/1201>.
- Cabrera, C. (2023). *Sustitución del agregado fino por policloruro de vinilo en el concreto estructural*. Perú [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositori institucional. <https://repositorio.usat.edu.pe/items/deb94e34-b4f4-458f-978e-cdec119f8902>.
- Camacho, B. A. (2021). *Resultado de la incorporación de distintos agentes en las cualidades utlimas del PVC*. Ecuador [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/a0dc5d0c-0030-424e-80f3-528dd6dd84ba>.
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). *La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las*

competencias de la sociedad del siglo XXI. Tecnura, 27(75), 140–174.
<https://doi.org/10.14483/22487638.19171>.

Coicué, D., & Sepulveda, C. C. (2019). *Polietileno con baja densidad como variante para aumentar propiedades mecanicas en mezclas asfálticas densas en caliente MDC – 19*. Colombia [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/6e94ab51-c1bb-44a0-9b3d-bd9f2a4599ec>.

Elbelacy, S., Shehab, H. K., Elbelacy, A. N., & Zaghlal, M. (2024). *A comparative study of the mechanical properties and water absorption of different masonry bricks in Egypt*. Migration Letters, 21(S7), 1462–1480. <https://www.migrationletters.com/index.php/ml/article/view/9009>.

Em, S. (2024). *Exploring experimental research: Methodologies, designs, and applications across disciplines*. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4801767>

Fernández, B. R., & Ramírez, V. D. (2023). *Propuesta de diseño de un mortero adicionando fibras de polipropileno para mejorar la adherencia del mortero–ladrillo en muros de albañilería simple en la ciudad de Lima Metropolitana*. Perú [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667876>.

Hassan, E., Bozkaya, Y. T., & Yenioçak, M. (2023). Evaluación de las características y el efecto que tienen las mezclas asfálticas al agregar PVC. Turquía [Tesis de maestría, Univerdad de Igdir]. Repositorio institucional. <https://ird.coar-repositories.org/systems/00b8360f-4ce2-4bcf-bce8-dbc2e9712e25?lang=en>.

Hernández, S. R., & Mendoza, C. (2021). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Revista digital del Centro de Investigación y del

- Doctorado en Administración, 500-744. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Articulos/SampieriLasRutas.pdf.
- Levin, R. I., & Rubín, D. S. (2016). *Estadística para administración* (11.^a ed.). Pearson Educación.
- Martínez, A. F., & León, J. (2023). *Inferencia causal en investigación educativa: Análisis de la causalidad en estudios observacionales de carácter transversal*. RELIEVE – Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 29(2). <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.26843>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma E.070 Albañilería*. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- Moreno, A. E., & Salazar, S. D. (2023). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo tipo lego en la ciudad de Cajamarca, 2023*. Perú [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/11537/35934>.
- Mucha, H. L., Chamorro, M. R., Oseda-Lazo, M. E., & Alania, C. R. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Revista digital de Científica de Ciencias e Ingeniería*, 1-36. <https://revistas.udh.edu.pe/udh/article/view/23/189>.
- Nasir, N. A. M., Byron, K. N., & Aznieta, A. A. F. N. (2023). *A brief review on polyvinyl chloride plastic as aggregate for construction materials*. *Journal of Engineering and Applied Science*, 70, Artículo 142. <https://doi.org/10.1186/s44147-023-00319-0>.

- Paredes, M. E. (2020). Evaluación de la resistencia de bloques de unidades de albañilería en la construcción. *Revista digital de Científica*, 6-12. <https://revistas.udh.edu.pe/udh/article/view/14/129>.
- Pari, J., & Manchego, K. (2019). Deformaciones por concavidad y convexidad en pruebas de alabeo de unidades de albañilería. *Revista digital de Científica*, 4-21. <https://revistas.udh.edu.pe/udh/article/view/3/201>.
- Plastics Europe. (2022). Economía familiar, calidad de vida y reciclaje de PVC como alternativa constructiva sostenible. *Journal of Sustainable Construction and Materials*, 18(2), 55–68. <https://www.plasticseurope.org>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2020). Crecimiento poblacional, urbanización y generación de residuos sólidos urbanos a nivel mundial. *Revista Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 14(2), 101–115. <https://www.unep.org/ietc/news/story/university-consortium-sustainable-waste-management-latin-america-and-caribbean>.
- Romero, M. I. (2021). *Análisis del comportamiento físico y mecánico de una matriz de yeso incorporando residuos de Polietileno de baja densidad (PEBD)*. España [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla]. Repositorio institucional. <https://idus.us.es/items/c4f51b15-804d-4290-bc44-6cabd043e625>.
- Sáenz, M. S. (2021). *Curvas de fragilidad de estructuras de albañilería confinada empleando la base de registros sísmicos chilenos*. Chile [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159573>.
- Saravia, P., & Vejarano, F. (2021). *Análisis de la adición de polcloruro de vinilo reciclado en la compactación, resistencia a la abrasión y capacidad de soporte de material*

granular como capa base de pavimento flexible de la carretera Huanchaco-Santiago de Cao. Perú [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/fbd8e843-f3ee-4bf2-9f29-3933c6bcaa0d>.

Soto, M., Camac , & Carpio, D. A. (2024). *Evaluación de las características físico mecánicas de las unidades de albañilería, ladrillos de arcilla producidos artesanalmente en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica*. Perú [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/a28c3307-e820-4027-b403-91a28db062ab>.

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