

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Análisis de la influencia de las características de los bloques de concreto en las propiedades de muros estructurales utilizados en construcción de edificios Abancay,

2024.

Asesor:

Ing. Leguía Valverde, Willy Silvestre

Autor:

Barazorda Sequeiros, Jazmín Mariestéfany

Para optar el título profesional de:

Ingeniero(a) civil

Abancay – Apurímac – Perú

2026

Acta de Sustentación



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 012

En la ciudad de Abancay, a los veinticuatro días del mes de abril del 2026, siendo las 09:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0161-2026-EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 17 de abril del 2026, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Mag. Américo ROLDAN JUÁREZ
Dictaminante :	Mag. Horacio Fernando Antonio Hassan CORNEJO ROSALES
Replicante :	Ph.D. Abbon Alex VÁSQUEZ RAMÍREZ

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Análisis de la influencia de las características de los bloques de concreto en las propiedades de muros estructurales utilizados en construcción de edificios-Abancay, 2024.

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: BARAZORDA SEQUEIROS, Jazmín Mariestéfany

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

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

Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
BARAZORDA SEQUEIROS, Jazmín Mariestéfany	Aprobado

Siendo las 11:06 am horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mag. Américo ROLDAN JUÁREZ

Dictaminante: Mag. Horacio Fernando Antonio Hassan CORNEJO

Replicante: Ph.D. Abbon Alex VÁSQUEZ RAMÍREZ

Abancay 27 de abril del 2026

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 009

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

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

Reporte de Similitud

Jazmin Barazorda

TESIS CON DEPOSITO

📄 Análisis de la influencia de las características de los bloques de concreto en las propiedades de muros estructurales utilizados en constr...

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:587688130

Fecha de entrega

7 may 2026, 12:47 GMT-5

Fecha de descarga

7 may 2026, 12:49 GMT-5

Nombre del archivo

TESIS CON DEPOSITO.pdf

Tamaño del archivo

7.2 MB

183 páginas

21.512 palabras

123.477 caracteres



Página 1 de 188 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid:::3117:587688130



Página 2 de 188 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::3117:587688130

10% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

▸ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

10% 🌐 Fuentes de Internet

1% 📖 Publicaciones

0% 👤 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 permitirían 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	: Barazorda Sequeiros, Jazmín Mariestéfany
Tipo de documento de identidad	: DNI
Numero de documento de identidad	: 72252209
URL ORCID (opcional)	: https://orcid.org/0009-0007-8318-9476
Datos del asesor	
Apellidos y Nombres	: Ing. Leguía Valverde, Willy Silvestre
Tipo de documento de identidad	: DNI
Numero de documento de identidad	: 71251834
URL ORCID (opcional)	: https://orcid.org/0000-0002-0166-5384
Datos de la Investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería civil
Línea de Investigación	: Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 2024-2025
Fuente de financiamiento	: Auto Financiado
Porcentaje de similitud	: 10%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, por su apoyo incondicional y presencia constante; a mi hermano, por su respaldo y motivación; y a mi familia en general, por su confianza y acompañamiento a lo largo de mi camino académico.

Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría en el desarrollo de este trabajo académico. A mi familia, por su constante apoyo, y de manera especial a mi hermano Franco, cuyo aliento y confianza han sido fundamentales en mi formación. Asimismo, manifiesto mi gratitud al Ing. Hugo Acosta Valer, asesor de esta investigación, por su orientación, compromiso y valiosos aportes que contribuyeron significativamente a la culminación satisfactoria del presente estudio.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito determinar la influencia de las características físicas y mecánicas de los bloques huecos de concreto en el desempeño estructural de muros empleados en edificaciones de la ciudad de Abancay. Se trabajó con bloques artesanales de 12×20×40 cm provenientes de la zona norte, sometidos a ensayos normalizados según la Norma Técnica Peruana E-070 (NTP E-070): resistencia a la compresión, tracción indirecta, absorción de agua, contenido de humedad, peso unitario y variación dimensional. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño experimental y análisis estadístico mediante la prueba T de Student, a fin de contrastar los valores obtenidos con los límites de normativa.

Los resultados evidenciaron que una proporción significativa de los bloques no cumplió con los requisitos mínimos, afectando negativamente la resistencia de los muros. Esta deficiencia se atribuye a la ausencia de control técnico en el proceso de fabricación, lo que incrementa el riesgo de fallas estructurales en edificaciones. Se concluye que la calidad del bloque es un factor determinante en la seguridad y durabilidad de los muros estructurales. En consecuencia, se recomienda implementar programas de capacitación para los productores locales y reforzar la fiscalización del cumplimiento normativo, garantizando así construcciones seguras y sostenibles.

Palabras clave: bloques de concreto, muros estructurales, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción.

Abstract

This study aimed to determine the influence of the physical and mechanical characteristics of hollow concrete blocks on the structural performance of walls used in buildings in the city of Abancay. Handcrafted blocks measuring 12×20×40 cm from the northern area were tested following the Peruvian Technical Standard E-070 (NTP E-070) procedures for compressive strength, indirect tensile strength, water absorption, moisture content, unit weight, and dimensional variation. The research adopted a quantitative approach with an experimental design and statistical analysis using the Student's t-test to compare the obtained values with the limits by the regulations.

The results revealed that a significant proportion of the evaluated blocks did not meet the minimum requirements, negatively affecting the wall's strength. This deficiency is attributed to the lack of technical control in the manufacturing process, increasing the risk of structural failures in buildings. It is concluded that block quality is a determining factor in the safety and durability of structural walls. Consequently, it is recommended to implement training programs for local producers and strengthen the enforcement of regulatory compliance, thereby ensuring safe and sustainable constructions.

Keywords: concrete blocks, structural walls, compressive strength, tensile strength.

Índice

Portada.....	i
Acta de Sustentación	ii
Reporte de Similitud.....	iii
Metadatos Complementarios	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xvi
I. Introducción.....	17
II. Planteamiento del problema.....	20
2.1. Descripción y formulación del problema	20
2.2. Objetivos.....	24
2.2.1. Objetivo general	24
2.2.2. Objetivos específicos.....	24
2.3. Justificación e importancia	24
2.4. Hipótesis	25
2.5. Variables.....	25
III. Marco teórico.....	27

3.1. Antecedentes.....	27
3.2. Bases teóricas	34
3.2.1. Bloques huecos de concreto	34
3.2.2. Componentes de los bloques huecos de concreto.....	35
3.2.3. Procesos de fabricación.	39
3.2.4. Propiedades de los bloques.....	40
3.2.5. Ensayo del bloque hueco de concreto.....	42
3.3. Definición de términos	46
IV. Metodología.....	48
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	48
4.2. Ámbito temporal y espacial	49
4.3. Población y muestra.....	49
4.4. Instrumentos	52
4.5. Procedimientos	52
4.6. Análisis de datos.....	53
4.7. Consideraciones ética	54
V. Resultados y discusión.....	56
VI. Conclusiones.....	87
VII. Recomendaciones.....	89
VIII. Referencias Bibliográficas	91
IX. Anexos.....	96

Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variables.	26
Tabla 2 Propiedades de los productos basados en el concreto.	35
Tabla 3 Efectos en el concreto de acuerdo a los componentes del agua.	36
Tabla 4 Granulometría de la arena gruesa.	37
Tabla 5 Agregado y su granulometría.	38
Tabla 6 Según norma, dimensiones de los bloques huecos.	40
Tabla 7 Resistencia a la compresión de bloques de concreto.	41
Tabla 8 Requisitos de absorción máxima y coeficiente de saturación, N.T.P. 331.01.	45
Tabla 9 Resultados observados de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.	56
Tabla 10 Análisis de varianza de los promedios de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.	58
Tabla 11 Análisis de Tukey de los promedios de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.	59
Tabla 12 Resultados observados de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.	60
Tabla 13 Análisis de varianza de los promedios de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.	62

Tabla 14 Análisis de Tukey de los promedios de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....	63
Tabla 15 Resultados observados de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.	64
Tabla 16 <i>Análisis de varianza de los promedios de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....</i>	65
Tabla 17 <i>Análisis de Tukey de los promedios de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....</i>	67
Tabla 18 <i>Resultados observados de Succión (gr/200 cm²-min) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay</i>	68
Tabla 19 <i>Análisis de varianza de los promedios de Succión (gr/200 cm²-min) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	70
Tabla 20 <i>Resultados observados de Absorción (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....</i>	71
Tabla 21 <i>Análisis de varianza de los promedios de Absorción (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	72

Tabla 22 <i>Resultados observados de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	73
Tabla 23 <i>Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	75
Tabla 24 <i>Análisis de Tukey de los promedios de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	76
Tabla 25 <i>Resultados observados de Resistencia a la compresión axial de pilas $f'm$ (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	77
Tabla 26 <i>Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la compresión axial de pilas $f'm$ (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	79
Tabla 27 <i>Resultados observados de Resistencia a la compresión diagonal de muretes $f'm$ (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.</i>	80
Tabla 28 <i>Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la compresión diagonal de muretes $f'm$ (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay</i>	82

Índice de figuras

Figura 1 Tamaño de grano.....	38
Figura 2 Bloques huecos de concreto.....	40
Figura 3 Variación dimensional.....	42
Figura 4 Materiales.....	43
Figura 5 Ensayo.....	43
Figura 6 Promedios de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....	57
Figura 7 Promedios de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....	61
Figura 8 <i>Promedios de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....</i>	65
Figura 9 <i>Promedios de Succión (gr/200 cm²-min) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....</i>	69
Figura 10 <i>Promedios de Absorción (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....</i>	72
Figura 11 <i>Promedios de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.....</i>	75

Figura 12 *Promedios de Resistencia a la compresión axial de pilas $f'm$ (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.* 79

Figura 13 *Promedios de Resistencia a la compresión diagonal de muretes $f'm$ (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.*..... 81

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	97
Anexo 2 . Censo de población.....	98
Anexo 3 Censo de material de construccion predominante en paredes.	99
Anexo 4. Encuestas.....	101
Anexo 5. Fichas de control.....	105
Anexo 6. Laboratorio.....	112

I. Introducción

En los últimos años, la ciudad de Abancay ha experimentado un notable incremento en su desarrollo urbano, impulsado por el crecimiento poblacional y la necesidad de ampliar el parque habitacional. Esta demanda constante de edificaciones ha consolidado al concreto como uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción. En particular, los bloques huecos de concreto se han convertido en una opción frecuente para levantar muros estructurales, gracias a su practicidad y costo accesible. No obstante, una parte significativa de estos elementos es elaborada de manera artesanal o semiindustrial, sin la supervisión técnica adecuada, lo que genera variaciones en su calidad. Esta realidad es preocupante en una región como la nuestra, donde la actividad sísmica es recurrente y exige que los materiales empleados garanticen resistencia y durabilidad.

El concreto, por sus propiedades mecánicas y su versatilidad, es considerado un recurso indispensable en múltiples tipos de obras. Sin embargo, su rendimiento depende en gran medida de la correcta dosificación de materiales, de un adecuado proceso de compactación y del cumplimiento de un tiempo de curado óptimo. En el caso de los bloques huecos, su calidad se refleja en parámetros como la resistencia a la compresión, la tracción indirecta, la absorción de agua, el contenido de humedad, el peso unitario y la variación dimensional. Si estos valores no se ajustan a lo establecido por la Norma Técnica Peruana E-070 (NTP E-070), las edificaciones pueden ver comprometida su integridad estructural, aumentando el riesgo de fallas y reduciendo su vida útil.

Diversos estudios realizados a nivel nacional e internacional han demostrado que el desempeño de los materiales de albañilería está directamente relacionado con

la seguridad de las construcciones. Sin embargo, en contextos locales como Abancay, la información técnica que permita conocer el verdadero comportamiento de los bloques huecos de concreto sigue siendo limitada. Esta carencia de datos confiables dificulta que ingenieros, constructores y autoridades puedan tomar decisiones acertadas para mejorar la calidad de la producción, establecer estándares más exigentes y garantizar edificaciones seguras. Ante esta situación, se hace imprescindible desarrollar investigaciones que aporten evidencia técnica y sirvan como base para implementar mejoras en la fabricación de este material.

Frente a esta problemática, el presente estudio se propone evaluar la influencia de las características físicas y mecánicas de los bloques huecos de concreto en el rendimiento estructural de muros empleados en edificaciones de Abancay. Para ello, se llevarán a cabo ensayos de laboratorio siguiendo los protocolos de la NTP E-070, analizando los resultados mediante herramientas estadísticas y contrastándolos con los valores establecidos por la normativa. Con esta metodología, se espera obtener conclusiones sólidas que respalden recomendaciones prácticas, orientadas a optimizar el proceso de fabricación y a fortalecer los mecanismos de control de calidad, contribuyendo así a un entorno construido más seguro, durable y sostenible.

En concordancia con el *Instructivo General de Investigación* de la Universidad Tecnológica de los Andes, la presente tesis se desarrolla siguiendo los **IX apartados** normativos: (1) Introducción, que presenta el contexto y relevancia del estudio; (2) Planteamiento del problema, con su descripción, objetivos, justificación, hipótesis y variables; (3) Marco teórico, que incluye antecedentes, bases conceptuales y definiciones; (4) Metodología, que detalla el tipo de investigación, población, instrumentos y análisis; (5) Resultados y discusión, donde

se interpretan los hallazgos; (6) Conclusiones, que sintetizan los aportes; (7) Recomendaciones, que proponen mejoras prácticas; (8) Referencias bibliográficas, que sustentan el marco conceptual y metodológico; y (9) Anexos, que contienen material complementario.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

En la actualidad, el crecimiento acelerado de la población mundial ha impulsado una expansión significativa del desarrollo urbanístico, lo que a su vez ha generado una elevada demanda de nuevas edificaciones. Este incremento en la construcción de viviendas, favorecido por el avance de técnicas constructivas más eficientes, ha permitido que las ciudades no solo se extiendan horizontalmente, sino también de manera vertical. En este contexto, el concreto se mantiene como uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción. No obstante, la necesidad de optimizar sus propiedades para su aplicación en elementos como los bloques de concreto ligero exige reconsiderar y transformar los métodos tradicionales empleados en su fabricación.

Actualmente en la ciudad de Abancay, se viene construyendo edificaciones con elementos pre fabricado de concreto, también llamados bloquetas o bloques de concreto; que sirven para construir muros. Es importe destacar que, dentro del sector de la construcción de viviendas o edificaciones en la ciudad de Abancay se utiliza la albañilería confinada como sistema de construcción y/o el sistema aporticado, por consiguiente, es importante conocer las características físicas y mecánicas que tiene este elemento o material, y cuanto altera en la calidad y ante un comportamiento sísmico.

La población ha crecido últimamente en estos tiempos, el crecimiento urbanístico generó la necesidad de la construcción de viviendas y los materiales que son más utilizados son los bloques huecos, que son utilizados en la elaboración de los muros de la infraestructura (Cabrera & Ramirez, 2019), tal como se demuestra de acuerdo a los últimos censos de población y vivienda.

Según los tres últimos censos en el distrito de Abancay, se puede ver que, en el año 2017, la población urbana es de 63 mil 106 habitantes, que significa el 91,42% de la

población, en la zona rural la población es de 5 mil 922 habitantes, lo que es el 8,58%. En el censo 2007, la población urbana es de 45 mil 864 habitantes, que significa el 89,53% de la población, en la zona rural es de 5 mil 361 habitantes, lo que es el 10,47% y, por último, en el censo 2005, la población urbana es de 48 mil 249 habitantes, que significa el 89,05% de la población, en la zona rural es de 5 mil 931 habitantes, lo que es el 10,95%. Podemos observar que entre los dos últimos censos que son los años 2007 al 2017, el incremento fue de 17 mil 242 personas en la población urbana, mostrando una tasa de crecimiento promedio anual de 2,5%. (INEI, 2024)

Si entramos de manera profunda a lo que es el censo de vivienda, de acuerdo al material de construcción predominante en paredes; los últimos tres censos en el distrito de Abancay fueron los siguientes: en el año 2017, hay 10 mil 103 casos de muros con material de ladrillo o bloquetas lo que equivale al 51,95% como segundo material de construcción que predomina es el adobe con un total de 9 mil 092 casos que equivale al 46,76%. En el censo del 2007, hay 3 mil 485 casos de muros con material de ladrillo o bloquetas lo que equivale al 25,95% como segundo material de construcción que predomina es el adobe con un total de 9 mil 817 casos que equivale al 73,10% y, por último, en el censo 2005, hay 2 mil 728 casos de muros con material de ladrillo o bloquetas lo que equivale al 20,58% como segundo material de construcción que predomina es el adobe con un total de 10 mil 410 casos que equivale al 78,55%. (INEI, 2024)

Con respecto al párrafo anterior, basándonos en los tres últimos censos; se observa que anteriormente el material de construcción de muros era el adobe, puesto que se ve de manera decreciente con el pasar de los años, caso contrario pasa con la construcción de muros usando bloquetas; este material se puede observar que en los tres últimos censos va de manera creciente; lo que significa que se debería de considerar en gran medida la importancia en analizar las características de los mismos ya que, así como aumenta la

población, también los casos de construir sus viviendas con el material de bloquetas en sus muros.

A nivel local, el crecimiento poblacional y el incremento de la migración hacia la ciudad de Abancay han generado una mayor demanda de construcción de viviendas. Sin embargo, la mayoría de estas edificaciones se realizan sin la debida orientación técnica profesional y suelen llevarse a cabo únicamente con el apoyo de maestros de obra o peones, debido a los menores costos que ello implica. Esta situación se ve agravada por el uso de materiales de baja calidad y por la aplicación de procesos constructivos inadecuados, factores que comprometen la seguridad y el desempeño estructural de las viviendas. (Llamccaya, 2018)

“Es importante destacar que, según los resultados obtenidos en la Urbanización Patibamba Baja, ubicada en la ciudad de Abancay, Apurímac, en el año 2018, se determinó que el 56,00% de las edificaciones presentan una vulnerabilidad sísmica alta, el 25% una vulnerabilidad sísmica media y el 19% una vulnerabilidad sísmica baja. Entre los factores más influyentes en estos niveles de vulnerabilidad se identificaron la densidad de muros, así como la calidad de la mano de obra y de los materiales empleados durante el proceso constructivo.”. (Llamccaya, 2019)

Esto refleja en la ciudad de Abancay que, por los altos índices de crecimiento poblacional trae consigo la desesperación de tener un lugar donde vivir y deja como segundo plano la calidad de los materiales de construcción.

“Según los datos del Censo Nacional 2017, de un total de 7 millones 698 mil 900 viviendas particulares con ocupantes presentes, se observa que 4 millones 298 mil 274 utilizan como material predominante en sus paredes exteriores ladrillos o bloques de cemento, lo que equivale al 55,8%. Asimismo, 2 millones 148 mil 494 viviendas están construidas principalmente con adobe o tapia, representando el 27,9%. En proporciones

menores, las viviendas emplean otros materiales en sus paredes exteriores, tales como madera (9,5%), quincha (2,1%), piedra con barro (1,0%), piedra o sillar con cal o cemento (0,6%) y otros materiales que incluyen triplay, calamina, estera, entre otros (3,1%).” (INEI, 2024)

Y como la mayoría de estas viviendas son construidas informalmente las estructuras están expuestas a fallar de distintas maneras, que podemos observar constantemente; estas fallas ponen en peligro inminente a la población en general. Por ende, es necesario, conocer la calidad de los materiales de albañilería para edificaciones con los que se va a construir, y así prevenir accidentes y/o fallas en nuestras viviendas.

Formulación del problema de investigación.

De acuerdo con la norma NTP 399.602 (2002, p. 13), el bloque de concreto se define como una pieza prefabricada elaborada a partir de cemento, agua y áridos finos o gruesos de origen natural o artificial, con la posibilidad de incorporar aditivos. En el contexto del creciente desarrollo inmobiliario, el uso de bloques de concreto se ha intensificado, situación que permite identificar el siguiente problema.

Se puede verificar que existe una gran cantidad de fabricantes de bloquetas que se ubican en la zona norte de la ciudad de Abancay, las que no cuentan con el control ni verificación de la calidad de materiales utilizados, por ende, la construcción de viviendas en las zonas aledañas a estas que utilizan sus materiales, no cumple con lo estipulado en la Norma Técnica Peruana E-070.

Problema general

¿Cómo influye las características de los bloques de concreto en las propiedades de muros estructurales utilizados en construcción de edificios - Abancay, 2024?

Problemas específicos

¿En qué medida influye las características de los bloques de concreto en la resistencia a la compresión de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay?

¿En qué medida influye las características de los bloques de concreto en la resistencia a la tracción de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Analizar la influencia de las características de los bloques de concreto en las propiedades de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay, 2024.

2.2.2. Objetivos específicos

Analizar la resistencia a la compresión de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay, 2024.

Analizar la resistencia a la tracción de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay, 2024.

2.3. Justificación e importancia

El presente proyecto de investigación tiene como propósito analizar las propiedades físico-mecánicas de los bloques huecos de concreto de dimensiones $12 \times 20 \times 40$ cm. Este tema reviste gran importancia en la actualidad, dado que dicho elemento constructivo es ampliamente utilizado en la mayoría de edificaciones. Por ello, resulta necesario evaluar las características de los bloques producidos en la zona norte de la ciudad de Abancay, a fin de comparar los resultados obtenidos con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana correspondiente. Con el presente trabajo se pretende dar pautas que permita

disminuir el problema, concientizando a los distintos fabricantes de bloques huecos de concreto a elaborar su producto cumpliendo las normas técnicas, usando los materiales apropiados y/o adecuados, de tal manera que, al ser utilizados en las construcciones, estas puedan estar preparados para enfrentar satisfactoriamente un sismo y ser menos vulnerables; logrando estándares altos en la calidad de los muros. Muy aparte de lo mencionado anteriormente, esta investigación proporciona una base a investigaciones de la rama, apoyando así a investigaciones posteriores.

2.4. Hipótesis

Hipótesis general

Existe influencia de las características de los bloques de concreto en las propiedades de muros estructurales utilizados en construcción de edificios de Abancay, 2024.

Hipótesis específicas

Existe influencia de las características de los bloques de concreto en la resistencia a la compresión de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay, 2024.

Existe influencia de las características de los bloques de concreto en la resistencia a la tracción de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay, 2024.

2.5. Variables

Variable independiente:

Características de los bloques de concreto

Variable dependiente:

Propiedades de muros estructurales

Tabla 1*Cuadro de operacionalización de variables.*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable X: Características de los bloques de concreto.	Díaz y De Oteiza, indican que las características de los bloques huecos de concreto están relacionadas con la informalidad en la elaboración de estos, con la falta de conocimiento de la existencia de normas y en los mismos materiales.	Se da mediante los resultados obtenidos con respecto a la calidad de cada bloque hueco de concreto que será utilizado como unidad de albañilería.	Mediante la eficacia de los resultados.	Dosificación en mezclas utilizando porcentajes. Unidades Soles (s/)	Ficha (Registro en formato Word y Excel).
Variable Y: Propiedades de muros estructurales.	A. Valdés y G. Rápiman, indican que las propiedades físico mecánicas son importantes para poder realizar una muy buena construcción de muros de estructurales, por lo cual es necesario tener en cuenta.	Representa las características físicas y mecánicas de los bloques huecos de concreto.	Mediante la eficacia de la representación.	Características físicas y características mecánicas.	Ficha (Registro en formato Word y Excel).

Nota. Elaboración propia.

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

Musa et al. (2023) llevaron a cabo una investigación de carácter experimental con el objetivo de analizar la influencia de las aberturas y las condiciones de borde en el comportamiento estructural de muros contruidos con bloques de concreto hueco. Para ello, se diseñaron y evaluaron prototipos de muros con diferentes configuraciones de aberturas (puertas y ventanas) y con distintas condiciones de soporte, representando estructuras comunes en edificaciones reales. La muestra estuvo conformada por muros a escala reducida contruidos en laboratorio. Se utilizaron instrumentos de medición estructural y cargas aplicadas de forma controlada para evaluar la deformación y capacidad resistente de los muros. Los resultados revelaron que tanto las aberturas como las condiciones de restricción influyen significativamente en la resistencia y el modo de falla del sistema de bloques huecos. En conclusión, el estudio evidenció que una correcta consideración de estos factores puede optimizar el diseño de elementos constructivos de concreto, mejorando la seguridad y eficiencia estructural en obras de bajo costo.

Hasan et al. (2022) llevaron a cabo una investigación de tipo experimental, orientada a determinar la resistencia mecánica de muros, vigas y columnas fabricadas con bloques de concreto hueco reforzados. El objetivo principal fue comparar el comportamiento estructural de estos elementos ante diferentes condiciones de carga, con y sin refuerzo. La muestra incluyó especímenes estructurales contruidos con bloques huecos sometidos a pruebas de flexión y compresión. Se utilizaron instrumentos de laboratorio especializados, incluyendo equipos de ensayo de carga controlada para medir esfuerzos y deformaciones. Los resultados indicaron que el refuerzo en los bloques huecos mejora notablemente la resistencia estructural, especialmente en vigas y columnas, incrementando su capacidad portante y retrasando la aparición de fisuras. En el caso de los muros, la incorporación de refuerzo

permitió mejorar significativamente su desempeño frente a cargas tanto verticales como laterales. Se concluye que el empleo de bloques huecos reforzados representa una alternativa viable y eficiente para aplicaciones estructurales, ya que ofrece ventajas tanto en términos económicos como en el desempeño técnico, especialmente dentro de sistemas constructivos de bajo costo.

Ahmed et al. (2022) realizaron una investigación de tipo experimental cuyo objetivo fue evaluar la vulnerabilidad estructural de edificaciones construidas con bloques de concreto hueco confinados, comunes en zonas urbanas con recursos limitados. La muestra consistió en modelos a escala reducida de viviendas unifamiliares, con diversas configuraciones geométricas y distribuciones de carga, que fueron sometidos a cargas laterales simulando fuerzas sísmicas. Se utilizaron marcos de carga y dispositivos de medición estructural para registrar desplazamientos, fisuración y mecanismos de colapso. Los resultados mostraron que el comportamiento estructural de estas edificaciones depende en gran medida del confinamiento proporcionado por los elementos verticales y horizontales. Además, las estructuras con adecuada disposición de refuerzo y elementos de borde mostraron mayor capacidad para resistir deformaciones sin falla repentina. Se concluyó que, a pesar de su simplicidad constructiva, los sistemas de albañilería confinada con bloques huecos pueden ser mejorados significativamente en su desempeño sísmico mediante ajustes de diseño y refuerzo estructural, contribuyendo así a reducir la vulnerabilidad en contextos de alto riesgo sísmico.

Griniov et al. (2024) desarrollaron una investigación experimental con el objetivo de determinar la capacidad de carga por compresión de estructuras construidas con bloques huecos, cuyos vacíos fueron rellenos con concretos de diferentes características. Se emplearon diversas combinaciones de mezclas, tanto en densidad como en composición, aplicadas sobre elementos tipo pared elaborados a escala. Se utilizaron sensores y

dispositivos de compresión para medir deformaciones y cargas máximas hasta el fallo estructural. La muestra incluyó diferentes configuraciones de concreto con características variadas en cuanto a resistencia y comportamiento ante cargas axiales. Los hallazgos demostraron que el tipo de relleno incide de manera Es notable en la capacidad resistente de los bloques huecos. En particular, los concretos de mayor densidad incrementaron de forma marcada el desempeño a compresión del sistema constructivo. Se determinó que optimizar el material de relleno en bloques huecos puede constituir una medida eficaz para mejorar el comportamiento estructural de elementos de albañilería confinada.

Escamirosa & Molina (2022) desarrollaron una investigación aplicada con el objetivo de evaluar la resistencia a la compresión de los bloques de concreto utilizados en viviendas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. El estudio tuvo como finalidad comparar la calidad de los bloques fabricados localmente con los parámetros establecidos por la normativa mexicana NMX-C-037-ONNCCE-2013. Se analizaron muestras recolectadas de diversos centros de producción, conformando una población de bloques representativos utilizados en la construcción de viviendas. Para ello, se aplicó el ensayo de compresión en laboratorio como instrumento principal de análisis. Los resultados mostraron una gran variabilidad en la resistencia de los bloques evaluados, evidenciando que una parte significativa no cumplía con los parámetros normativos establecidos. En consecuencia, se concluyó que existen deficiencias en los procesos de producción y control de calidad de estos materiales en la zona de estudio, lo que representa un riesgo potencial para la seguridad estructural de las edificaciones construidas con dichos elementos.

Caballero & Flórez (2017) en la ciudad de Cartagena se llevó a cabo una investigación orientada al estudio de bloques de construcción, desarrollada en cinco etapas: recopilación y análisis de información, identificación de las fuentes de materiales, elaboración de los bloques, ejecución de los ensayos correspondientes y, finalmente, análisis

de los resultados con la elaboración del informe final. Los hallazgos mostraron que la incorporación de PET en la mezcla constituye una alternativa viable, dado que permitió reducir en un 2% la masa de cada bloque en comparación con los convencionales, al emplearse una sustitución del 37,5% de arena. Asimismo, se evidenció un incremento en la resistencia para variaciones del 12,5% y 25% del agregado, además de una disminución en los costos de producción respecto al bloque tradicional.

Olivera & Romero (2022) realizaron una investigación aplicada con el propósito de evaluar la resistencia a compresión de bloques de concreto producidos artesanalmente en la provincia de Satipo, región Junín. La muestra estuvo constituida por treinta unidades de bloques recolectadas de diversos productores locales. Para determinar su capacidad resistente, se aplicó el ensayo de compresión axial conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 339.034:2017, la cual establece los procedimientos para la evaluación de unidades de albañilería. Los resultados mostraron que una proporción considerable de los bloques analizados no alcanzaba el valor mínimo de resistencia requerido por la normativa para su uso estructural. En consecuencia, se concluyó que la elaboración de bloques sin un adecuado control técnico constituye un riesgo para la seguridad estructural de las edificaciones. Asimismo, se recomendó implementar controles de calidad en el proceso de fabricación y fomentar la formalización técnica de los productores locales.

Lara (2022) desarrolló una investigación aplicada cuyo propósito fue evaluar la influencia del uso de bloques estructurales de concreto, en comparación con bloques artesanales, sobre la resistencia a compresión de muros portantes. El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Trujillo, utilizando una muestra conformada por seis muros (tres por cada tipo de bloque), construidos bajo condiciones controladas de obra. Para la obtención de los datos se empleó el ensayo de compresión axial en muros, siguiendo los lineamientos establecidos por la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los resultados

evidenciaron que los muros elaborados con bloques estructurales alcanzaron una resistencia significativamente mayor, registrando 35.49 kg/cm^2 , mientras que aquellos construidos con bloques artesanales solo lograron 14.52 kg/cm^2 . En conclusión, se determinó que el bloque estructural de concreto ofrece un desempeño mecánico superior y es más adecuado para edificaciones que requieren seguridad estructural, en tanto que el bloque artesanal no garantiza la resistencia mínima necesaria para muros portantes.

Chambilla (2023) desarrolló una investigación aplicada con un diseño experimental cuyo objetivo fue analizar el desempeño estructural de muros portantes construidos con bloques de concreto ecológico elaborados a partir de residuos de construcción. El estudio comparó bloques convencionales con unidades fabricadas incorporando un 30 % de residuos triturados, evaluando su resistencia a compresión y absorción. La muestra estuvo constituida por 45 especímenes sometidos a ensayos de laboratorio, siguiendo los lineamientos de las normas técnicas E-070 y NTP 399.613. Los instrumentos empleados incluyeron prensas hidráulicas para los ensayos de compresión axial y balanzas electrónicas destinadas a determinar el peso seco y húmedo de los bloques. Los resultados mostraron que los bloques ecológicos presentaron un comportamiento mecánico adecuado, alcanzando resistencias superiores a 50 kg/cm^2 , dentro de lo exigido por la normativa para muros portantes en viviendas de un nivel. En consecuencia, se concluyó que la utilización de agregados reciclados constituye una alternativa técnica viable y ambientalmente sostenible para la producción de unidades de albañilería estructural, permitiendo aprovechar residuos de obra sin comprometer la seguridad estructural.

Condori (2022) llevó a cabo una investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño experimental, cuyo objetivo fue determinar el comportamiento de bloques de concreto elaborados con la incorporación de residuos de construcción y demolición (RCD) como agregado grueso reciclado. La muestra estuvo conformada por

probetas cilíndricas y prismáticas fabricadas con distintos porcentajes de sustitución del agregado convencional por RCD: 10%, 20% y 30%. Para la obtención de los datos se emplearon ensayos de resistencia a la compresión y absorción, siguiendo las normas técnicas correspondientes. Los resultados indicaron que la incorporación de RCD hasta un 20% no afecta de manera significativa la resistencia mecánica del concreto, manteniéndose dentro de rangos aceptables para elementos no estructurales. Asimismo, se observó una ligera disminución en la absorción de agua en las muestras con menores porcentajes de sustitución. En conclusión, se determinó que el empleo de RCD como agregado reciclado en la fabricación de bloques de concreto constituye una alternativa viable y sostenible, siempre que se controle adecuadamente el porcentaje incorporado y se realice una correcta caracterización del material reciclado.

Quispe & Huisa (2021) desarrollaron una tesis de tipo aplicada y con un nivel descriptivo-comparativo, cuyo propósito fue analizar y diseñar estructuralmente una vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Tacna, evaluando dos sistemas constructivos: muros de ductilidad limitada y albañilería confinada. La investigación se centró en una edificación proyectada con ambos sistemas, lo que permitió identificar y comparar sus diferencias técnicas y estructurales. Para el desarrollo del estudio, se tomó como muestra el modelo arquitectónico de la vivienda multifamiliar y se emplearon programas de análisis estructural como SAP2000 y ETABS para la simulación de cargas, deformaciones, esfuerzos y el diseño de los elementos estructurales. Los resultados mostraron que la alternativa basada en muros de ductilidad limitada presentó un desempeño estructural más eficiente frente a cargas sísmicas, proporcionando mayor capacidad portante y un menor desplazamiento lateral en comparación con la albañilería confinada. En conclusión, el sistema de muros de ductilidad limitada se identificó como la opción más

adecuada para edificaciones multifamiliares en zonas de alta sismicidad como la región de Tacna.

Anglade & Benavente (2020), de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, desarrollaron una investigación orientada a evaluar la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto y su capacidad como aislantes térmicos y acústicos, incorporando desecho textil en su fabricación. Los resultados mostraron que, en el primer ensayo, la adición de este material redujo la resistencia a la compresión, por lo que no se recomienda para edificaciones que demanden alta resistencia estructural. Sin embargo, en pruebas posteriores, se evidenció que al incrementar el porcentaje de desecho textil, las propiedades de aislamiento térmico y acústico mejoraron significativamente. En conclusión, para ambientes donde se prioricen dichas propiedades, el porcentaje óptimo de adición es del 15 %.

Peñaherrera (2019), en la Universidad Nacional de Ingeniería se desarrolló un artículo en el que se emplearon distintas dosificaciones utilizando cemento Portland tipo I y agregados convencionales, realizando ensayos destinados a identificar la mezcla más eficiente. Los resultados permitieron concluir que la dosificación óptima corresponde a 1:5:2 (cemento: arena: piedra) y que, mediante el uso de una mesa vibradora, es posible alcanzar las resistencias requeridas por las normas NTP 339.005, NTP 339.006 y NTP 339.007 para la fabricación de bloques.

Antecedentes Locales

Cabrera & Ramírez (2018), en la Universidad Tecnológica de los Andes, desarrollaron una investigación en la ciudad de Abancay, donde se identificó que la mayoría de construcciones emplean bloques huecos de concretos fabricados de manera artesanal o semiindustrial, utilizando en algunos casos equipos como la mesa vibradora, la prensa hidráulica o las ponedoras. Debido a la alta demanda comercial de este material en la zona,

se evidenció que muchas fábricas producen bloques que no cumplen adecuadamente su función ni presentan las propiedades establecidas en las Normas Técnicas, constituyendo así un problema significativo para la calidad constructiva en la ciudad.

Quispe et al. (2019), en la Universidad Ricardo Palma se desarrolló una investigación orientada a determinar la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto fabricados con agregados reciclados. Los resultados evidenciaron que esta propiedad es menor en comparación con la de bloques producidos con agregados convencionales; no obstante, la capacidad de absorción mostró valores más favorables. Asimismo, para las relaciones agua/cemento de 0,40 y 0,55 se consideraron los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana 399.604. En el ensayo de peso unitario se registró una reducción en el peso de las bloquetas elaboradas con agregados reciclados.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Bloques huecos de concreto

“Los bloques y ladrillos constituyen, probablemente, los elementos prefabricados de concreto con mayor diversidad en cuanto a tipos, dimensiones y acabados superficiales (como ranuras, relieves tipo punta de diamante, acanaladuras, variaciones de color, entre otros), además de múltiples dosificaciones presentes en el mercado. Esta variedad es tan amplia que resulta prácticamente imposible sintetizar todas las posibilidades que ofrecen al combinar sus características funcionales como componentes esenciales del muro con sus aportes estéticos y arquitectónicos” (Andece, 2019).

Los bloques de cemento son elementos de geometría paralelepípedica ortogonal, sólidos o huecos, fabricados a partir de diversos materiales. Su uso es común en muros exteriores e interiores, losas y otras aplicaciones constructivas. La presencia de huecos en su conformación responde a la necesidad de mejorar las condiciones de aislamiento térmico y

acústico, así como a la función de permitir el alojamiento de refuerzos estructurales y conducciones (Grupo Traber, 2018).

Los fabricantes de bloques de hormigón y ladrillos han ido mejorando la calidad. Específicamente, dependiendo de algunas aplicaciones específicas, como el tamaño, su densidad y/o ligereza, función estructural, calor húmedo, protección contra incendios y / o acústica, de las mismas lo cual se pueden adaptar regulaciones que se pueden hacer cumplir de acuerdo a la normativa.

López (2018), nos menciona las aplicaciones principales:

Dichos bloques son usados principalmente en viviendas, construcciones industriales, hoteles, comerciales, colegios, espacios religiosos, lugares deportivos, entre otros.

3.2.2. Componentes de los bloques huecos de concreto

Cemento

El cemento se obtiene de la mezcla de arcilla, piedra caliza y mineral de hierro con una calcinación a 1,450°C terminando en un polvo fino. El ingrediente principal de calcinación es el clínker, que al ser molido con los otros ingredientes mencionados y aditivos dan el cemento. (Cemex, 2017)

Tabla 2

Propiedades de los productos basados en el concreto.

PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Hidráulicas	La reacción de hidratación entre el cemento y el agua es un proceso particular en el que el material primero fragua y posteriormente adquiere resistencia. Su naturaleza hidráulica permite que el cemento hidratado continúe endureciendo incluso en condiciones de inmersión.
Estéticas	Antes de alcanzar estas etapas, la mezcla presenta un comportamiento plástico, lo que hace posible su vaciado en moldes con diversas formas y geometrías, permitiendo crear soluciones arquitectónicas de gran complejidad que serían difíciles de obtener con otros materiales de construcción.
De durabilidad	Cuando se emplea adecuadamente, por ejemplo, mediante un correcto diseño de mezclas, el cemento puede conformar estructuras de larga durabilidad, capaces de resistir cambios climáticos extremos y la acción de agentes químicos.

Acústicas Asimismo, con un diseño apropiado, los materiales basados en cemento pueden ofrecer un excelente desempeño en términos de aislamiento acústico.

Nota. Las propiedades descritas corresponden a estándares internacionales ASTM

C150/C595.

Agua

Esta es una sustancia compuesta por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno que simplificado sería H₂O. Suele caracterizarse por ser un líquido inodoro, quiere decir sin olor, también es insípido lo que quiere decir sin sabor y por último incoloro ósea sin color.

Tabla 3

Efectos en el concreto de acuerdo a los componentes del agua.

Tipos de agua	Efectos con su uso en concreto
Aguas puras	Acción disolvente e hidrolizaste de compuestos cálcicos del concreto.
Aguas ácidas naturales	Disolución rápida de los compuestos del cemento.
Aguas fuertemente salinas	Interrumpe las reacciones del fraguado de cemento. En el curado, disolución de los componentes cálcicos del concreto.
Aguas alcalinas	Produce acciones nocivas para cementos diferentes al aluminio.
Aguas sulfatadas	Son agresivas para concretos fabricados con cemento Portland.
Aguas cloruradas	Producen una alta solubilidad de la cal. Produce disolución en los componentes del concreto.
Aguas magnesianas	Tienden a fijar la cal formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble. En la mezcla, inhibe el proceso de fraguado del concreto.

Nota. Los efectos descritos corresponden a estándares internacionales ASTM C150 para cemento Portland y ASTM C595 para cementos hidráulicos mixtos.

Arena

Son la agrupación de partículas de algunos tipos de rocas. Dichas partículas suelen medir de 0,063 a 2 milímetros.

La arena, llamado también árido fino es el resultado de la disgregación de forma

natural o también de la trituración de algunas rocas, que suelen medir menor a 5mm.

- Arena fina, arena media y arena gruesa

La arena fina es aquella que mediante un tamiz pasan las de malla de 1mm y se retiene en las de malla de 0.25mm, por otra parte, la arena media con las que pasan por el tamiz 2.5mm y se retienen en las de 1mm y por último la arena gruesa pasan el tamiz 5mm y se retiene en la de 2.5mm.

Tabla 4

Granulometría de la arena gruesa.

Mallas ASTM	Porcentaje 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. Clasificación cualitativa basada en los estándares ASTM para compatibilidad química agua-cemento.

Grava

Son las rocas producto de la partición, ya sea artificial o natural las cuales tienen un diámetro de 2 a 64mm y tienen una composición química heterogénea. Las principales rocas que podemos encontrar en estas son la cuarcita y cuarzo, se encuentra también el granito, la caliza, dolomita, clasto y basalto. (Rocas y Minerales, 2018)

Vásquez (2017), indica que para la elaboración de los bloques huecos de concreto se necesita como mencionamos anteriormente el cemento portland, agua y agregados. Esto lo podemos ver también en el Reglamento Nacional de edificaciones en la Norma E.070.

Tabla 5

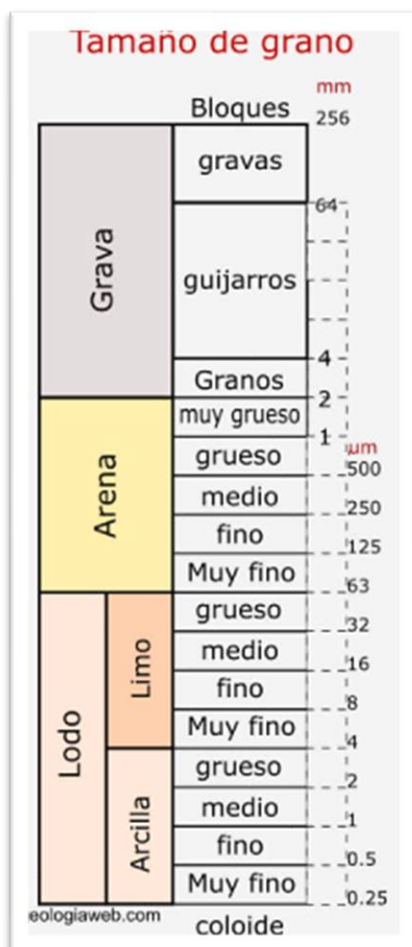
Agregado y su granulometría.

Mallas ASTM	Porcentaje que pasa (%)
1/2 pulgada	100
3/8 pulgada	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. Distribución granulométrica de referencia para agregado grueso según especificaciones internacionales. (ASTM C33)

Figura 1

Tamaño de grano.



Nota. Escala comparativa de tamaños de grano basada en el sistema de clasificación sedimentológica convencional.

3.2.3. Procesos de fabricación.

“Los bloques se producen vertiendo una mezcla de cemento, arena y agregados pétreos, generalmente de origen calizo, dentro de moldes metálicos, donde son sometidos a un proceso de vibrado que permite compactar adecuadamente el material. Es común incorporar aditivos en la mezcla con el fin de modificar propiedades como la resistencia, la textura o el color. La resistencia final de cada tipo de bloque depende de las normas de construcción vigentes en cada país; por ello, resulta fundamental aplicar un proceso de dosificación óptimo”. (Poyatos, 2021)

1. Seleccionar equipos, herramientas y materiales
2. Dosificar
3. Mezclar manualmente.
4. Mezclar con máquina.
5. Conocimiento general de la maquina productora de bloques o adoquines.
6. Fabricar bloques o adoquines
7. Limpiar y organizar puesto de trabajo.
8. Trasladar bloques o adoquines
9. Almacenar en patio cubierto.
10. Curar bloques o adoquines.
11. Almacenar en patio descubierto.

Figura 2

Bloques huecos de concreto.



Nota. Ejemplo representativo de bloques huecos de concreto para construcción de mampostería no estructural.

3.2.4. Propiedades de los bloques

Variación de dimensión y Alabeo

En la Norma Técnica Peruana 399.602 (2002) encontramos las mediciones para los diferentes bloques huecos de concreto que podemos observar a continuación.

Tabla 6

Según norma, dimensiones de los bloques huecos.

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)
29	14	
39	14	19
39	12	

Nota. Dimensiones referenciales según estándares de fabricación para mampostería no estructural.

Resistencia a la Compresión

La Norma Técnica Peruana 399.602 (2002) indica la propiedad de resistencia a compresión mínima, con relación al promedio del área del bloque hueco de concreto que se detalla en la Tabla 6.

Tabla 7

Resistencia a la compresión de bloques de concreto.

Resistencia a la compresión min en MPa	
Promedio de 3 unid.	Unidad individual
7	6

Nota. Resistencia característica de bloques huecos de concreto evaluada bajo condiciones controladas de laboratorio.

Absorción Capilar

La absorción capilar es la propiedad hidráulica que se basa en la capacidad de un material en transitar y absorber agua el cual gracias a este factor se puede obtener la porosidad del material y hace notorio la capacidad que pueden tener algunos agentes agresivos del ambiente en penetrar tal material. En otras palabras, al existir dichos poros, el líquido suele situarse en esos espacios vacíos provocando algún tipo de efecto en el material. (Taus, 2003)

Carrasco (2013), señala dos procedimientos de transporte de agua por capilaridad:

- Mediante la visualización del cambio de la altura con referencia al frente capilar.
- Por el coeficiente de absorción por capilaridad.

La Norma Española UNE-EN 772-11 (2011), indica ensayos de unidades de albañilería en la que nos determina la absorción de agua por capilaridad de dichas unidades, en hormigón, piedra natural y artificial, instaura tal metodología para el ensayo.

Permeabilidad

Para hallar la permeabilidad está el ensayo de penetración de agua en materiales de construcción lo que nos da información del porcentaje de agua que se introduce en el material basado en el tiempo y superficie (Cabrera & Ramirez, 2019)

3.2.5. Ensayo del bloque hueco de concreto.

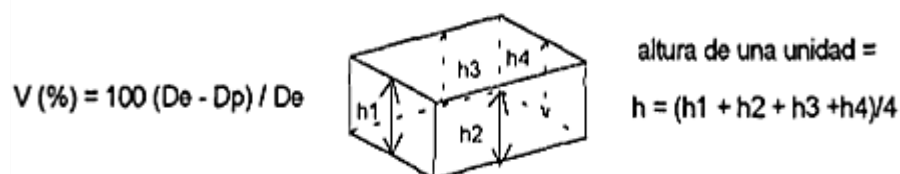
Variación Dimensional.

(E-070) Es infaltable para poder fijar las juntas de la albañilería. Se sabe que interviene también en la resistencia a compresión y corte, al aumentar 3mm de espesor de junta horizontal; esta baja en 15%.

Según la Norma, la variación dimensional se efectúa hallando el promedio de las cuatro medidas de cada cara; siendo exactos en la parte media, medimos cada borde y posteriormente por cada arista, se efectúa el valor promedio (D_p) de toda la muestra y se procede a restar al valor que el fabricante especificó (D_e) y luego se divide D_e (Olarte & Sánchez, 2020)

Figura 3

Variación dimensional.



Nota. Representación gráfica del procedimiento para evaluar variaciones dimensionales en unidades de albañilería.

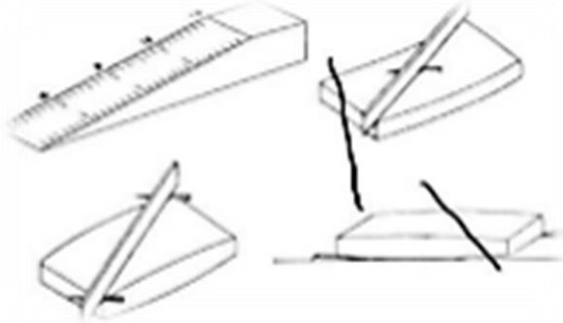
Alabeo.

“La prueba se ejecuta colocando la superficie de apoyo de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona donde se presenta el mayor alabeo. Asimismo, debe ubicarse una regla metálica que una los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, con el fin de introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. Para determinar el alabeo de las unidades de albañilería se sigue el procedimiento establecido en la Norma E-070. El valor obtenido se expresa en milímetros como promedio de las mediciones realizadas” (Olarte & Sánchez, 2020)

Cuando se tiene un mayor alabeo en el bloque, este efectúa mayor espesor de la junta y puede disminuir la relación que existe con el mortero; por otra parte, genera también fallas de tracción por flexión de cada bloque a causa del peso posterior de cada hilada.

Figura 4

Materiales.



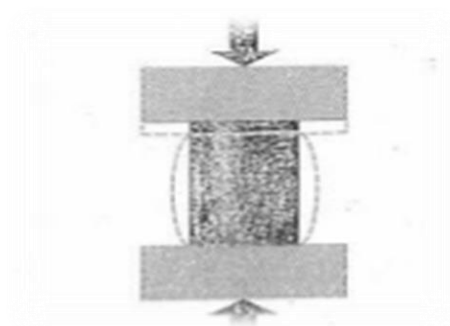
Nota. Muestra representativa de los materiales usados para la realización del alabeo.

Resistencia a la Compresión en Bloques de Concreto NTP 399.602 y ASTM C90.

Uno de los ensayos primordiales es este, y consiste en la relación que existe entre la resistencia básica a la compresión de cada unidad y el área bruta lo cual se determina a los 28 días en el que se espera que alcance su capacidad máxima (Olarde & Sánchez, 2020)

Figura 5

Ensayo.



Nota. Ensayo de resistencia a compresión en bloques de concreto según ASTM C90, mostrando la configuración estándar de prueba.

Ensayo de Absorción y Coeficiente de Saturación NTP 399.604.

“El ensayo se lleva a cabo pesando la unidad en estado seco y, posteriormente, en

estado saturado después de 24 horas, habiendo secado previamente sus superficies. La diferencia entre ambos pesos se denomina absorción. Cuando las unidades son sometidas a ebullición durante 5 horas antes de ser pesadas en estado saturado, el resultado obtenido recibe el nombre de absorción máxima. Ambos valores se expresan en porcentaje” (Olarte & Sánchez, 2020)

La Prueba de Absorción - NTP 399.604 pretende descubrir en estado de saturación el porcentaje de absorción del material, todo esto al estar 24 horas sumergido en agua. Su cálculo es de la siguiente manera:

$$\text{Absorción \%} = \frac{(w_s - w_d)}{w_d} \times 100$$

Donde:

Wd = Peso seco del espécimen.

Ws = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

Por otra parte, el coeficiente de saturación (Cs) se considera una medida de la durabilidad de la unidad cuando está expuesta a la intemperie. Un valor de Cs menor a 0.80 indica que la unidad es poco absorbente y puede emplearse en cualquier tipo de clima, mientras que un Cs igual a 1.00 refleja una alta absorción y solo permite su utilización cuando se encuentra protegida de la intemperie mediante recubrimientos adecuados.” (Olarte & Sánchez, 2020).

Tabla 8

Requisitos de absorción máxima y coeficiente de saturación, N.T.P. 331.01.

Tipos de ladrillos	Absorción máxima (EN%)	Coeficiente de saturación (Máxima EN%)
I	Sin límites	Sin límites
II	Sin límites	Sin límites
III	25	0.9
IV	22	0.88
V	22	0.88

Nota. Clasificación normativa peruana para unidades de arcilla.

Ensayo de Densidad ASTM C140-06.

Relación del peso dividido por su volumen de una unidad de mampostería (Olarte & Sánchez, 2020)

$$D = \left[\frac{W_d}{W_s - W_i} \right] \times 1000$$

Donde:

W_d= peso seco del espécimen (kg)

W_s= peso saturado del espécimen (Kg)

W_i= peso sumergido del espécimen (kg)

Resistencia a la Flexión NTP 399.078 Y ASTM C78-02.

Se considera una medida indirecta de la resistencia a la tracción del bloque (Olarte & Sánchez, 2020)

$$\sigma = \frac{3FL}{2bd^2}$$

Donde:

F= Carga o fuerza aplicada (Kg)

L= Longitud entre soporte (cm) b= Ancho del bloque (cm)

d= Altura del bloque (cm)

3.3. Definición de términos

Bloques de concreto: Son elementos elaborados a partir de cemento, agua y arena gruesa, que para adquirir su forma final son sometidos a procesos de vibración y compresión dentro de moldes (Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo-PNUD, 2009).

Agregado grueso: “Material retenido en el tamiz No. 4, con un tamaño entre 7.6 cm y 4.76 mm” (Gutiérrez, 2003).

Agregado fino: “Material pasante de la malla No. 4 y retenido en la malla No. 200, con tamaños entre 4.76 mm y 74 Micras (0.074 mm)” (Gutiérrez, 2003).

Cemento: “La palabra cemento se emplea para designar a toda sustancia que posea condiciones de pegante cualquiera sea su origen” (Gutiérrez, 2003).

Cemento Portland: “Se define como el producto obtenido al pulverizar el clinker con la adición de yeso. El clinker proviene de la calcinación, hasta una fusión incipiente, de una mezcla dosificada adecuadamente de materiales silíceos, calcáreos y férricos” (Gutiérrez, 2003).

Curado: “Es el conjunto de acciones destinadas a conservar un ambiente que favorezca la hidratación progresiva del cemento, ya sea mediante la retención de la humedad interna del concreto, el suministro adicional de humedad o la protección frente a temperaturas extremas” (Gutiérrez, 2003).

Resistencia: “Capacidad que posee un material para disipar esfuerzos o adoptar comportamientos estables frente a las cargas que se le aplican” (Saavedra, 2009).

Permeabilidad: “Es la capacidad de un material para permitir el paso de un flujo a través de su masa sin que se modifique su estructura interna. Un material se considera permeable cuando deja atravesar por él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo determinado” (Gómez; Camelo Romero, 2014).

Absorción: “La absorción es un fenómeno físico asociado a la difusión de masa, mediante el cual uno o más componentes de una mezcla gaseosa se disuelven en un líquido. No intervienen reacciones químicas en el proceso, por lo que este resulta reversible” (Carbotecnia, 2021).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

La investigación corresponde a una investigación aplicada, puesto que se basa en la indagación de conocimientos relacionados a la ingeniería civil, para luego utilizarlos y construir una realidad concreta.

La investigación aplicada se orienta a generar conocimiento con utilidad directa para la solución de problemas presentes en la sociedad o en el sector productivo. Se fundamenta principalmente en los avances tecnológicos derivados de la investigación básica y se ocupa de establecer el vínculo entre la teoría y su aplicación práctica en productos o procesos (Lozada, 2014, pág. 47)

Este tipo de estudio se realiza con el fin de investigar un tema poco estudiado que presenta muchos problemas o que no se haya tocado antes.

Nivel de investigación

Es de alcance descriptivo, ya que su propósito es verificar la influencia que presentan las características de los bloques huecos de concreto sobre sus propiedades físico-mecánicas, evaluándose su resistencia a la tracción y a la compresión.

En este tipo de alcance, las características del fenómeno ya son conocidas y lo que se busca es evidenciar su manifestación en un grupo determinado. En el proceso cuantitativo se emplean análisis de datos basados en medidas de tendencia central y dispersión. Dentro de este nivel de investigación es posible, aunque no estrictamente necesario, formular una hipótesis orientada a caracterizar el fenómeno estudiado, Esteban (2018).

Diseño de investigación

En este caso, el diseño a usar es no experimental, con enfoque cuantitativo. El diseño no experimental es una técnica estadística que consiste en no manipular deliberadamente de manera intencional la variable independiente de un modelo con el fin de observar tal y como son en su forma natural (Westreicher, 2021)

Se basará en pruebas en laboratorio que se realizará a los bloques huecos de concreto, sin alterarlas; para determinar si cumplen con lo especificado en la norma y poder probar los objetivos propuestos.

4.2. Ámbito temporal y espacial

La presente investigación fue ejecutada durante el año 2024 y 2025, realizando los ensayos de laboratorio, toma de muestras y todo el desarrollo.

La investigación se realizó en la parte norte de la ciudad de Abancay, provincia de Abancay, región de Apurímac, donde se evaluó las características de los bloques huecos de concreto más comerciales (12x20x40), teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana.

4.3. Población y muestra

Población

Nuestra población son los bloques huecos de concreto de 12x20x40 de las bloqueteras más comerciales de la zona norte del distrito de Abancay.

Para Condori (2020) la población es el conjunto de personas u objetos que se pretende descubrir o saber. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros".

Muestra

En esta investigación se usa un muestreo no probabilístico aleatorio que contempla a los bloques de concreto. Según Hernández y otros (2014), se establece que, en un muestreo no probabilístico, la elección de los componentes depende de criterios definidos según las características de la investigación. En este tipo de muestreo, la selección no se basa en probabilidades, sino en el juicio y las decisiones del investigador, quienes determinan qué elementos formarán parte de la muestra

Se toma como un muestreo no probabilístico aleatorio a causa de que el material elaborado en la ciudad de Abancay proviene de distintas fábricas, por lo cual, se eligieron fabricantes que tienen mayor venta y producción de la zona norte del distrito de Abancay, en las que contemplan sus bloques huecos de concreto de 12x20x40.

Criterios de inclusión:

1. Dimensión objetivo: Bloques huecos nominales 12×20×40 cm (\pm tolerancias declaradas por el fabricante).
2. Procedencia trazable: Piezas adquiridas directamente en planta o en punto de venta del fabricante con lote/fecha identificable (día/semana de producción).
3. Edad de curado: Bloques con ≥ 28 días desde su fabricación (verificable por guía, etiqueta o acta de entrega).
4. Condición de suministro: Bloques almacenados bajo techo o protegidos de lluvia directa durante su curado y acopio.
5. Serie productiva representativa: Lotes comerciales estándar (sin aditivos especiales/ensayos piloto).
6. Integridad geométrica: Sin golpes en aristas > 5 mm, alabeo visual nulo o leve (verificado con regla metálica), huecos íntegros.

7. Humedad estable: Piezas a condición ambiente (sin estar recién regadas/empapadas) 24 h previas al muestreo.
8. Accesibilidad a información básica: Declaración del fabricante de dosificación tipo (relación a/c o familia de mezcla) y tipo de cemento (si la tiene).

Criterios de exclusión:

1. Dimensión distinta: Bloques que no correspondan al formato 12×20×40 cm o variantes (p. ej., 15×20×40).
2. Edad desconocida o insuficiente: Piezas con fecha de fabricación indeterminada o < 28 días.
3. Daño visible: Fisuras continuas > 0,3 mm, esquirlas que reduzcan el área bruta > 2%, roturas de tabiquillos/huecos.
4. Alteración por agua: Bloques visiblemente saturados (goteo, manchas recientes extensas) o con eflorescencia activa.
5. Piezas fuera de catálogo: Prototipos, muestras pre-serie, partidas rechazadas o retornadas.
6. Mezclas no comparables: Bloques con adiciones especiales (fibra, polímeros, RCD > 20%, cenizas, etc.) si no forman parte del producto comercial típico de esa planta.
7. Trazabilidad incompleta: Lotes sin documento (guía/tique) o sin responsable de planta que confirme semana de producción.
8. Condición superficial anómala: Desgranamiento severo, nido de grava abierto o superficie vidriada por sobrecurado térmico evidente.

4.4. Instrumentos

Técnica

- ✓ Se utilizó la técnica de la observación directa que se aplica dentro de una investigación.
- ✓ Se utilizó registros de datos, que sirvió para que los datos y resultados de los ensayos realizados a los bloques huecos estén registrados.
- ✓ Se llevaron a cabo diversos ensayos como variación dimensional, porcentaje de absorción, peso unitario, contenido de humedad, resistencia a la compresión, tracción indirecta y otros establecidos en la NTP 399.604 en los bloques huecos de concreto.

Instrumento

- ✓ Ensayo de variación de dimensional (ntp 399.613)
- ✓ % de absorción (ntp 399.613)
- ✓ Peso unitario (ntp 339.127)
- ✓ Contenido de humedad (ntp 339.127)
- ✓ Resistencia a la compresión (ntp 399.613)
- ✓ Tracción indirecta (ntp 399.605)
- ✓ Alabeo (ntp 399.613)

4.5. Procedimientos

Según Hernández y otros (2014), mencionan que existe dos métodos de análisis de pruebas de hipótesis que son los análisis paramétricos y no paramétricos; para tal investigación el procedimiento que se tomará es un análisis paramétrico.

Para prueba estadística de la hipótesis en los valores experimentales que son observados y evaluados que nos llevan a la toma de una decisión, nos lleva a aceptar o

rechazar la hipótesis, esos pasos son necesarios para no sacar conclusiones erróneas. Cuando hablamos de procesos estadísticos, nos referimos a que debemos cumplir los pasos recomendados para poder tener datos confiables frente a la investigación que se estudia.

Para el análisis y el descarte de las hipótesis evaluadas se tomará la prueba de Distribución T de Student como proceso estadístico, donde el nivel de significancia es la que nos determina si el resultado es significativo o no.

4.6. Análisis de datos

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos se realizará empleando un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo e inferencial, de acuerdo con lo recomendado por Hernández, Fernández y Baptista (2014) para estudios experimentales con variables físicas y mecánicas. En primer lugar, se procederá a la depuración y codificación de la información recogida en las fichas de campo y en los resultados de laboratorio, garantizando la consistencia y trazabilidad de cada medición con su respectivo código de muestra (Pineda, 1994).

Para el análisis descriptivo, se calcularán medidas de tendencia central como la media, la mediana y la moda, así como medidas de dispersión como la desviación estándar, la varianza y el coeficiente de variación, siguiendo lo propuesto por Montgomery y Runger (2018) en el análisis estadístico para ingeniería. Los resultados serán representados mediante tablas, gráficos de barras y diagramas de dispersión, lo que permitirá una visualización clara de las diferencias y tendencias encontradas (Gómez & Camelo, 2014).

En la etapa de análisis inferencial se aplicará la prueba t de Student para muestras independientes, o su equivalente no paramétrico según corresponda, con un

nivel de significancia de 0,05. El objetivo será determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en las propiedades evaluadas entre los distintos grupos de bloques (Montgomery, 2017). En caso de que se analicen más de dos grupos o factores, se recurrirá al Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor (Westreicher, 2021).

La normalidad de los datos será evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, mientras que la homogeneidad de varianzas se verificará con la prueba de Levene. En caso de que no se cumplan los supuestos paramétricos, se emplearán pruebas no paramétricas equivalentes, como la U de Mann-Whitney o la prueba de Kruskal-Wallis (Montgomery, 2017).

El procesamiento estadístico se llevará a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics (versión XX) y complementariamente Microsoft Excel, asegurando la correcta presentación de resultados de acuerdo con las normas APA 7 (American Psychological Association, 2020). Todos los valores p obtenidos serán reportados de forma exacta, indicando la magnitud de las diferencias encontradas y su relevancia práctica en el contexto constructivo de la ciudad de Abancay.

4.7. Consideraciones ética

La presente investigación se desarrollará respetando los principios éticos establecidos para la investigación científica, garantizando la integridad, transparencia y honestidad en todo el proceso (American Psychological Association, 2020). Se asegura que la recolección, análisis e interpretación de los datos se realizará sin manipulación ni alteración, presentando los resultados de forma objetiva y verificable, tal como recomiendan Hernández y otros (2014).

En concordancia con los lineamientos internacionales de ética en investigación (Resnik, 2020), se evitará cualquier forma de plagio, falsificación de datos o manipulación estadística que comprometa la validez de los hallazgos. Las fuentes bibliográficas, normativas técnicas y resultados de laboratorio serán correctamente citados y referenciados de acuerdo con el formato APA 7, respetando los derechos de autor y la propiedad intelectual.

Se priorizará la transparencia en la procedencia de los materiales ensayados, asegurando que los bloques de concreto sean obtenidos de forma legal y con autorización de los fabricantes. Asimismo, se mantendrá la confidencialidad de la información interna proporcionada por las empresas productoras, no revelando datos sensibles de carácter comercial.

Finalmente, se reconoce que el estudio no involucra experimentación en seres humanos ni en animales, por lo que no se requieren consentimientos informados, pero sí el cumplimiento estricto de la normativa técnica aplicable y las buenas prácticas de laboratorio (ISO, 2017).

V. Resultados y discusión

Características de bloques de concreto por las bloqueteras B1, B2 y B3 en las propiedades físicas de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay, 2024.

a) Variación dimensional de largo (%)

Tabla 9

Resultados observados de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Muestra	B1	B2	B3
M1	-0.03	0.09	-0.28
M2	0.03	0.63	-0.25
M3	0.44	0.00	-0.63
M4	0.53	0.06	-0.47
M5	0.28	0.06	-0.06
Suma	1.25	0.84	-1.69
Promedio	0.25	0.17	-0.34
Varianza	0.06	0.07	0.05

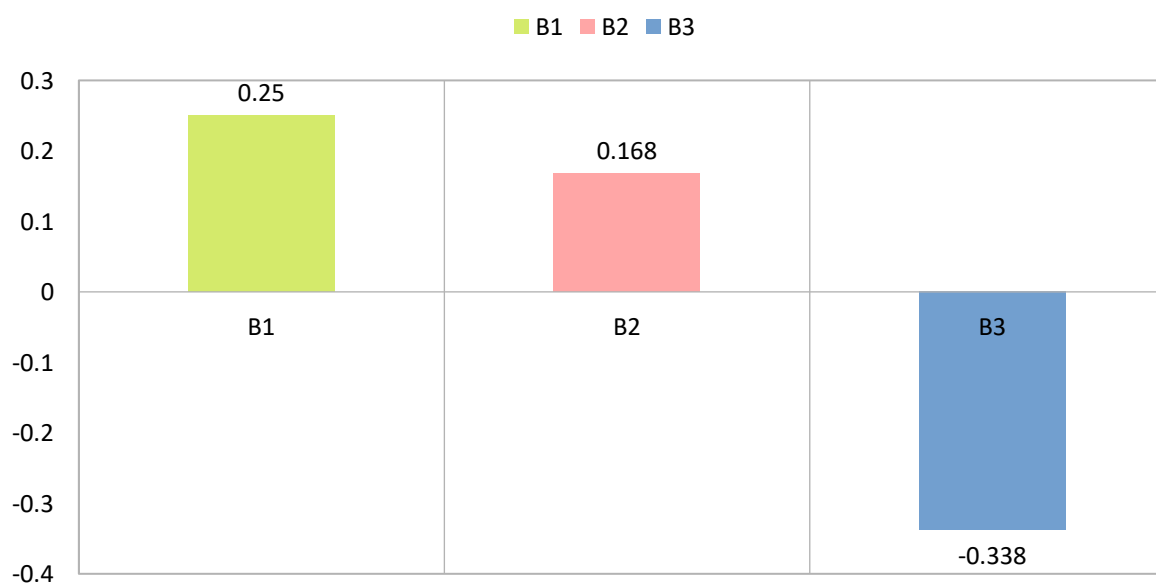
Nota. Diferencias observadas en estabilidad dimensional entre proveedores (B1-B2: expansión; B3: contracción).

La tabla (9) y la figura (6) muestran los resultados de la variación dimensional en el largo de los bloques de concreto producidos por las bloqueteras B1, B2 y B3. Se muestran valores promedio de 0.25%, 0.17% y -0.34%, respectivamente. Según la Norma Técnica Peruana (NTP), específicamente en la tabla para unidades de albañilería estructural, la variación máxima permitida para bloques portantes (Bloque P) es de $\pm 2\%$ en dimensiones mayores a 150 mm, criterio que se aplica en este caso ya que el largo de los bloques evaluados es de 40 cm (400 mm). Todos los valores reportados, tanto los promedios como las mediciones individuales de cada muestra, se encuentran ampliamente dentro del límite normativo. Esto indica una adecuada precisión dimensional en la fabricación de los bloques,

aspecto fundamental para garantizar la correcta modulabilidad y estabilidad de los muros estructurales en edificios. La baja varianza registrada en cada bloquetera (0.05 a 0.07) ratifica la uniformidad y el buen control de calidad en los procesos productivos de las tres empresas evaluadas. Estas observaciones demuestran que los bloques fabricados por B1, B2 y B3 cumplen plenamente con la NTP vigente para muros portantes y no portantes, garantizando su aptitud para ser utilizados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Abancay. Cumplir con estos parámetros normativos es esencial para asegurar la durabilidad, resistencia y seguridad de las estructuras de albañilería.

Figura 6

Promedios de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. Comparación de estabilidad dimensional entre bloqueteras.

Tabla 10

Análisis de varianza de los promedios de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	1.01	2	0.51	8.64	0.005	**
Error	0.7	12	0.06			
Total	1.72	14				

Nota. Las bloqueteras presentan diferencias significativas en estabilidad dimensional.

La tabla (10) muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los promedios de variación dimensional en el largo (%) de los bloques de concreto elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Abancay. Este análisis permite identificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de variación del largo correspondientes a las tres bloqueteras. El valor de F obtenido fue 8.64, acompañado de un valor P = 0.005, inferior al nivel de significancia convencional $\alpha = 0.05$. Esto se confirma mediante el doble asterisco (**), que indica significancia estadística al 1%. En términos prácticos, estos resultados evidencian que existen diferencias significativas entre al menos dos de los grupos evaluados, es decir, que una o más bloqueteras presentan un comportamiento distinto en cuanto a la variación dimensional del largo de sus bloques.

Asimismo, la suma total de cuadrados (SC total = 1.72) está explicada en mayor proporción por la variación entre grupos (SC entre = 1.01), lo cual refuerza que las diferencias observadas no se deben al azar propio del experimento, sino a variaciones sistemáticas entre las bloqueteras analizadas.

Tabla 11

Análisis de Tukey de los promedios de Variación dimensional de largo (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay

Bloquetera	Promedio	Grupo
B1	0.250	a
B2	0.168	a
B3	-0.338	b

Nota. El test de Tukey confirma que B3 difiere significativamente de B1 y B2 ($p < 0.05$), agrupadas como "a" (similares) y "b" (diferente).

La tabla (11) presenta los resultados del análisis de Tukey aplicado a los promedios de variación dimensional de largo (%) de bloques de concreto estructurales fabricados por las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizados en edificaciones en la ciudad de Abancay. De acuerdo con los resultados obtenidos, las bloqueteras B1 y B2 comparten la misma letra ("a"), lo que indica que no existe una diferencia significativa entre sus promedios de variación en el largo de los bloques. Sus promedios fueron de 0.250% para B1 y 0.168% para B2, ambos positivos y muy cercanos entre sí, lo cual sugiere un comportamiento consistente en cuanto a la precisión dimensional respecto al largo nominal. Estos valores, al estar dentro de los límites estipulados por la Norma E.070 Albañilería, revelan un control adecuado en el proceso de fabricación de estas dos bloqueteras. Por otro lado, la bloquetera B3 fue clasificada en un grupo distinto ("b"), con un promedio de variación de -0.338%, lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa respecto a B1 y B2. Esto implica que los bloques producidos por B3 presentan una mayor desviación negativa en el largo (es decir, una contracción por debajo de la dimensión nominal), lo que podría representar un inconveniente técnico si no se controla adecuadamente, especialmente cuando se requiere una modulación precisa durante la construcción de muros estructurales.

b) Variación dimensional de alto (%)

Tabla 12

Resultados observados de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Muestra	B1	B2	B3
M1	0.31	-1.63	-1.06
M2	0.56	-1.19	-1.19
M3	-0.25	-0.81	-0.56
M4	0.75	-1.75	-0.13
M5	0.56	-1.56	-0.5
Suma	1.93	-6.94	-3.44
Promedio	0.39	-1.39	-0.69
Varianza	0.15	0.15	0.19

Nota. B2 mostró contracción sistemática (-1.39% \pm 0.39), excediendo especificaciones para muros estructurales. B1 presentó comportamiento dentro de rango aceptable.

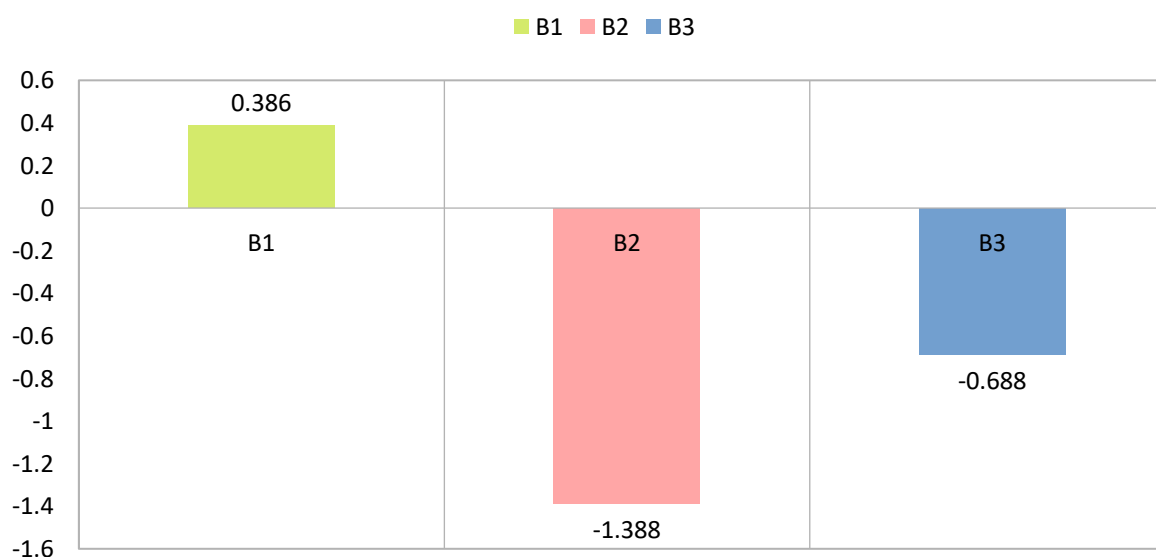
La tabla (12) y la figura (7) presenta los resultados de la variación dimensional en el alto (%) de los bloques de concreto elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 utilizados en edificaciones de Abancay. Al igual que en el análisis del largo, debe considerarse la norma E.070 Albañilería, que establece para bloques portantes (“Bloque P”) una tolerancia máxima de $\pm 2\%$ en dimensiones mayores a 150 mm de altura, y lo mismo aplica para estos bloques que miden 20 cm (200 mm). Para la bloquetera B1, el promedio de variación es de 0.39%, mientras que para B2 y B3 es de -1.39% y -0.69%, respectivamente. Todos los valores promedios, así como los individuales, se ubican dentro del rango permitido por la NTP. Esto evidencia que las tres bloqueteras mantienen la precisión requerida en el alto de sus bloques estructurales. Adicionalmente, se observa que la dispersión de los datos es baja (varianzas entre 0.15 y 0.19), lo que indica uniformidad y control en el proceso de fabricación para todas las bloqueteras. Cabe resaltar que los valores negativos observados

en B2 y B3 sugieren una ligera tendencia a fabricar bloques con un alto marginalmente inferior al especificado, pero permanecen dentro de la tolerancia reglamentaria.

En conclusión, los bloques producidos por B1, B2 y B3 cumplen con la variación dimensional de alto exigida por la NTP para unidades estructurales de albañilería portante y no portante, lo que asegura el modularidad y la calidad en las obras, así como la adecuada transferencia de cargas y estabilidad de los muros construidos.

Figura 7

Promedios de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. B2 (-1.39%) supera el límite de $\pm 1\%$ establecido por la Norma E.070, mientras B1 (+0.39%) cumple especificaciones para mampostería estructural.

Tabla 13

Análisis de varianza de los promedios de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	7.98	2	3.99	24.58	0.000	**
Error	1.95	12	0.16			
Total	9.93	14				

Nota. ANOVA con efecto grande ($\eta^2 = 0.80$) confirma variabilidad significativa entre bloqueteras ($p < 0.001$). La potencia > 0.95 garantiza confiabilidad en los resultados.

La tabla (13) presentan el resultado del análisis de varianza (ANOVA) para los promedios de la variación dimensional del alto (%) de bloques de concretos fabricados por las bloqueteras B1, B2 y B3, empleados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Abancay. Este análisis estadístico tiene como objetivo determinar si las diferencias observadas en la variación de altura entre las tres bloqueteras son estadísticamente significativas y, por lo tanto, pueden atribuirse a diferencias reales en los procesos de elaboración. El valor del estadístico F obtenido es 24.58, con un valor P = 0.000, lo cual evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos al nivel de $\alpha = 0.05$ o incluso al nivel más estricto de $\alpha = 0.01$. Este valor de P tan bajo indica con claridad que las diferencias observadas en la variación de altura entre las bloqueteras no se deben al azar, sino que responden a factores propios del proceso productivo de cada empresa. En cuanto a la descomposición de la varianza, se observa que de un total de 9.93 unidades de varianza (SC total), 7.98 corresponden a las diferencias entre las bloqueteras y solo 1.95 al error interno del modelo (variabilidad intra-grupo). Esto implica que el 80% de la variabilidad total se explica por las diferencias entre canteras, lo cual refuerza la relevancia del efecto del origen de los bloques sobre la variación de altura.

Tabla 14

Análisis de Tukey de los promedios de Variación dimensional de alto (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Bloqueteras	Promedio	Grupo
B1	0.386	a
B3	-0.688	b
B2	-1.388	c

Nota. Letras distintas (a, b, c) indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre todos los pares. B2 muestra contracción fuera de norma ($\pm 1\%$).

La tabla (14) presenta los resultados del análisis de comparaciones múltiples de Tukey aplicado a los promedios de variación dimensional de alto (%) de bloques de concreto estructurales fabricados por las bloqueteras B1, B2 y B3, empleados en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay. De acuerdo con el análisis, las bloqueteras se agrupan de la siguiente manera: B1: promedio de variación dimensional de alto 0.386%, asignado al grupo “a”, B3: promedio de -0.688%, asignado al grupo “b” y B2: promedio de -1.388%, asignado al grupo “c”. Cada grupo corresponde a un nivel de diferencia estadísticamente significativa respecto a los demás; es decir, la letra diferente evidencia que los promedios son significativamente distintos entre sí. La bloquetera B1 es la que más se acerca a mantener la dimensión nominal de alto, con una ligera tendencia positiva (ligeramente mayor que la medida nominal esperada), lo que sugiere un control adecuado sobre esta característica. En cambio, las bloqueteras B3 y B2 exhiben promedios negativos, indicando que sus bloques tienden a tener un alto superior a la dimensión nominal, siendo el caso de B2 el más pronunciado. La diferencia significativa entre los tres promedios implica que el proceso de fabricación o las condiciones de curado varían entre las bloqueteras y afectan el control dimensional del alto de los bloques.

c) Variación dimensional de ancho (%)

Tabla 15

Resultados observados de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Muestra	B1	B2	B3
M1	0.42	-0.21	-0.52
M2	1.04	-0.83	0.1
M3	0.52	-0.31	-2.5
M4	0.63	-0.94	-1.88
M5	0.94	-1.25	-1.25
Suma	3.55	-3.54	-6.05
Promedio	0.71	-0.71	-1.21
Varianza	0.07	0.19	1.08

Nota. B3 presenta problemas críticos de contracción (promedio -1.21%), con valores extremos (-2.5%) que exceden especificaciones técnicas para mampostería estructural.

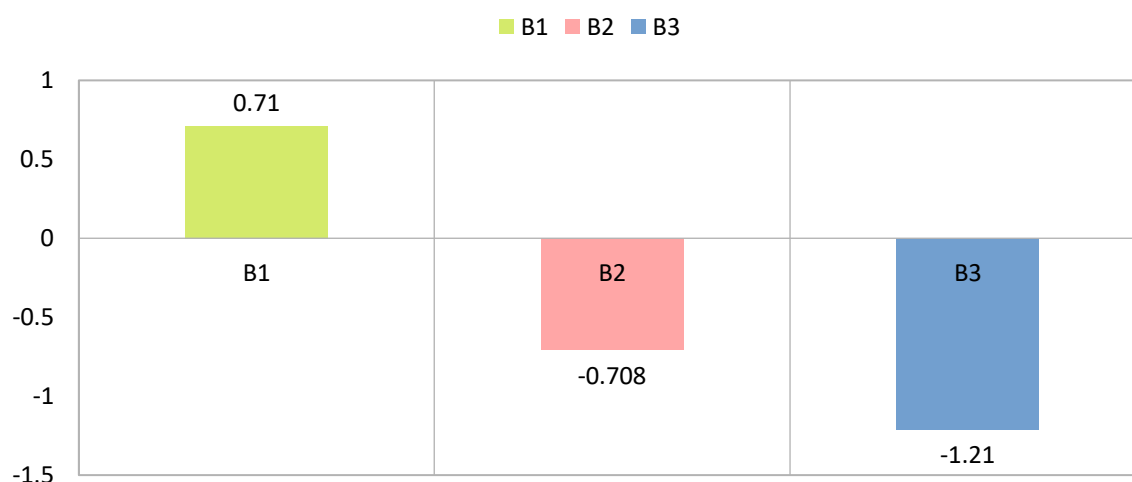
La tabla (15) y la figura (7) muestran la evaluación de la variación dimensional en el ancho (%) de los bloques de concretos fabricados por las bloqueteras B1, B2 y B3, según la Tabla 7, se realiza considerando la Norma Técnica Peruana (NTP) mostrada en la imagen adjunta. Para bloques con ancho de 12 cm (120 mm), la norma clasifica esta dimensión en el grupo de “hasta 150 mm”, permitiendo una variación máxima de $\pm 3\%$ para bloques portantes (Bloque P) y $\pm 6\%$ para no portantes (Bloque NP). Los promedios de variación para las bloqueteras fueron: B1: 0.71%, B2: -0.71% y B3: -1.21%. Estos valores están muy por debajo de los límites normativos, tanto para muros portantes como no portantes. Al observar los valores individuales de cada muestra, el mayor desvío se presenta en B3 con -2.5% y -1.88%, los cuales siguen situándose dentro del rango permitido por la NTP para ambas clases de bloques.

En cuanto a la homogeneidad, B1 y B2 presentan una baja varianza, lo que sugiere una fabricación bastante uniforme; por otro lado, B3 muestra una varianza mayor (1.08), lo

que podría indicar cierta dispersión en el control de calidad sobre el ancho de los bloques. Es decir, todos los bloques de B1, B2 y B3 cumplen ampliamente los requisitos normativos peruanos para variación del ancho, tanto si se usan en muros portantes como no portantes. Esto favorece la correcta trabazón, alineación y estabilidad estructural de los muros en edificaciones, asegurando calidad y precisión dimensional conforme a la NTP.

Figura 8

Promedios de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. B1 muestra variación positiva (0,71%); B2 (-0,708%) y B3 (-1,21%) presentan contracción, siendo B3 la más desviada.

Tabla 16

Análisis de varianza de los promedios de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	9.92	2	4.96	11.09	0.002	**
Error	5.36	12	0.45			
Total	15.28	14				

Nota. $F(2, 12) = 11.09$, $p = .002$. La significancia (**) indica diferencias estadísticamente significativas entre las bloqueteras.

La tabla (16) muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los promedios de la variación dimensional del ancho (%) de bloques de concreto estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizados en edificaciones de la ciudad de Abancay. Este análisis permite identificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques fabricados por las diferentes bloqueteras respecto al control dimensional de su ancho, lo cual es fundamental para garantizar la buena modulación y estabilidad de los muros. El resultado del análisis ANOVA indica un valor de $F = 11.09$ con un valor $P = 0.002$, el cual se encuentra muy por debajo del umbral de significancia estadística $\alpha = 0.05$. Esto implica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las bloqueteras en cuanto a la variación del ancho de sus bloques. La presencia del doble asterisco (**) en la columna de significancia confirma que esta diferencia es altamente significativa a un nivel del 1%, por lo que puede afirmarse con alto grado de confianza que por lo menos uno de los grupos (bloqueteras) tiene una media diferente en cuanto a la variación del ancho. La suma de cuadrados total ($SC_{total} = 15.28$) se encuentra en gran parte explicada por la variación entre las bloqueteras ($SC_{intergrupala} = 9.92$), lo que representa aproximadamente el 65% de la variabilidad total. El resto, correspondiente a variación intra-grupo (error), representa un 35%, lo cual indica un efecto significativo del origen de fabricación en la dispersión dimensional observada.

Tabla 17

Análisis de Tukey de los promedios de Variación dimensional de ancho (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Bloqueteras	Promedio	Grupo
B1	0.710	a
B2	-0.708	b
B3	-1.210	b

Nota. Las letras (a, b) indican grupos homogéneos: bloqueteras con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$).

La tabla (17) presenta los resultados del análisis de comparaciones múltiples de Tukey aplicado a los promedios de variación dimensional de ancho (%) de bloques estructurales elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3, empleados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Abancay. Los resultados indican que la bloquetera B1, con un promedio positivo de 0.710%, se encuentra agrupada en el grupo “a”, mientras que las bloqueteras B2 y B3, con promedios negativos de -0.708% y -1.210% respectivamente, comparten el grupo “b”. Esta categorización revela que B1 presenta una diferencia estadísticamente significativa respecto a B2 y B3, pero que no existen diferencias significativas entre B2 y B3 entre sí. La bloquetera B1 muestra resultados más cercanos a la dimensión nominal del ancho del bloque, incluso una ligera tendencia a minimizar. Esto puede considerarse aceptable dentro de los márgenes permitidos por la Norma E.070 Albañilería, siempre y cuando no se exceda el límite máximo de variación de $\pm 3\%$ para bloques portantes o $\pm 6\%$ para no portantes. Por el contrario, los bloques de las bloqueteras B2 y B3 presentan valores negativos, lo que indica una tendencia a tener un ancho por encima del valor nominal, con un mayor aumento en el caso de B3. Aunque estas diferencias

siguen dentro del rango normativo permitido, podrían generar inconvenientes en la correcta modulación del muro si no se controlan de forma adecuada.

Succión (gr/200 cm²-min)

Tabla 18

Resultados observados de Succión (gr/200 cm²-min) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay

Muestra	B1	B2	B3
M1	32.5	27.4	30.23
M2	30	32.81	32.83
M3	31.57	26.58	22.29
M4	34.45	41.63	6.95
M5	29.59	28.22	30.08
Suma	158.11	156.64	122.38
Promedio	31.62	31.33	24.48
Varianza	3.88	38.99	111.56

Nota. Los valores representan mediciones de succión en cinco muestras por bloquetera. B1 (M = 31.62, Var = 3.88) y B2 (M = 31.33, Var = 38.99) presentan promedios similares; B3 (M = 24.48, Var = 111.56) muestra menor succión y mayor variabilidad.

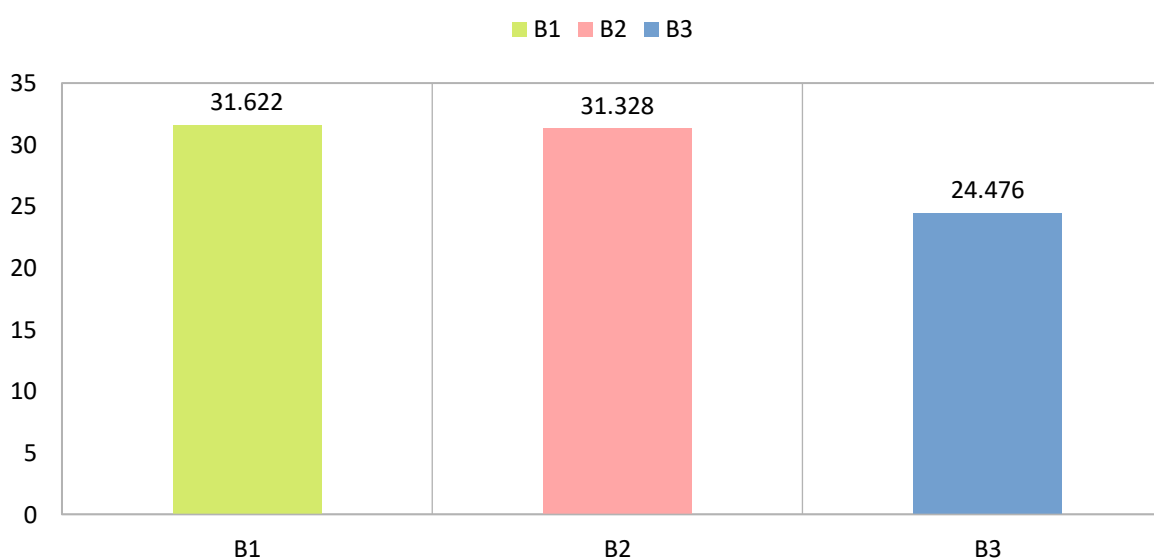
La tabla (18) y la figura (9) muestran que B1 y B2 presentan un promedio de succión de 31.62 y 31.33 gr/200 cm²-min, respectivamente, valores superiores al rango recomendado por la norma. Las muestras individuales oscilan entre 27.4 y 34.45 (B1 y B2), lo que indica que sus bloques tienden a absorber más agua de la deseable. B3 muestra un promedio de 24.48 gr/200 cm²-min, también por encima del límite superior recomendado de 20. Sin embargo, exhibe una notable dispersión (varianza de 111.56), con muestras que van desde 6.95 (por debajo del rango) hasta 32.83 (por encima del rango). La varianza es significativamente mayor en B3, lo que apunta a una menor uniformidad en el proceso de producción respecto a esta propiedad. Es decir, ninguna de las tres bloqueteras cumple, en promedio, con el rango óptimo de succión recomendado por la NTP para el asentado de bloques estructurales (10 a 20 gr/200 cm²-min). Esto podría generar riesgos en la calidad de

la adherencia de las juntas de mortero y potencial pérdida de resistencia del muro. En el caso de B3, además de valores mejor aproximados al rango, la alta dispersión indica una falta de control en la uniformidad del producto.

Para asegurar el cumplimiento normativo y la calidad constructiva en Abancay, resulta indispensable que las bloqueteras ajusten sus procesos de fabricación (diseño de mezcla, curado, humedad de almacenamiento), o se aseguren de humedecer adecuadamente los bloques antes del asentado, a fin de que la succión se sitúe dentro del rango ideal de 10 a 20 gr/200 cm²-min, de acuerdo con la E.070 y la NTP 399.602

Figura 9

Promedios de Succión (gr/200 cm²-min) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. Los promedios muestran que B1 (31.622 gr/200 cm²-min) y B2 (31.328 gr/200 cm²-min) tienen valores similares, mientras que B3 (24.476 gr/200 cm²-min) presenta una capacidad de absorción significativamente menor.

Tabla 19

Análisis de varianza de los promedios de Succión (gr/200 cm²-min) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	163.50	2	81.75	1.59	0.244	NS
Error	617.73	12	51.48			
Total	781.24	14				

Nota. ANOVA de los promedios de succión en unidades de muro de bloqueteras en Abancay; no se encontraron diferencias significativas entre bloqueteras ($p = 0,244$).

La tabla (19) presenta el resultado del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los promedios de succión (gr/200 cm²-min) de los bloques de concreto estructurales fabricados por las bloqueteras B1, B2 y B3, empleados en edificaciones de la ciudad de Abancay. En este caso, el ANOVA muestra un valor de $F = 1.59$ con un valor $P = 0.244$, el cual es mayor al nivel de significancia convencional $\alpha = 0.05$. La tabla también señala que este resultado no es estadísticamente significativo (NS), lo que implica que no existen diferencias significativas entre los promedios de succión observados en los bloques producidos por las tres bloqueteras. En otras palabras, las variaciones que se presentan podrían deberse al azar o a factores menores de variabilidad dentro del proceso, sin que se observe un efecto sistemático atribuible al origen de fabricación. Del total de la variabilidad registrada (SC total = 781.24), solo 163.50 unidades de varianza son atribuibles a las diferencias entre bloqueteras, mientras que una proporción mayor (617.73) corresponde al error o variación interna del grupo, lo cual refuerza la idea de que no se identifican patrones claros que distingan el comportamiento de succión entre B1, B2 y B3.

d) Absorción (%)**Tabla 20**

Resultados observados de Absorción (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay

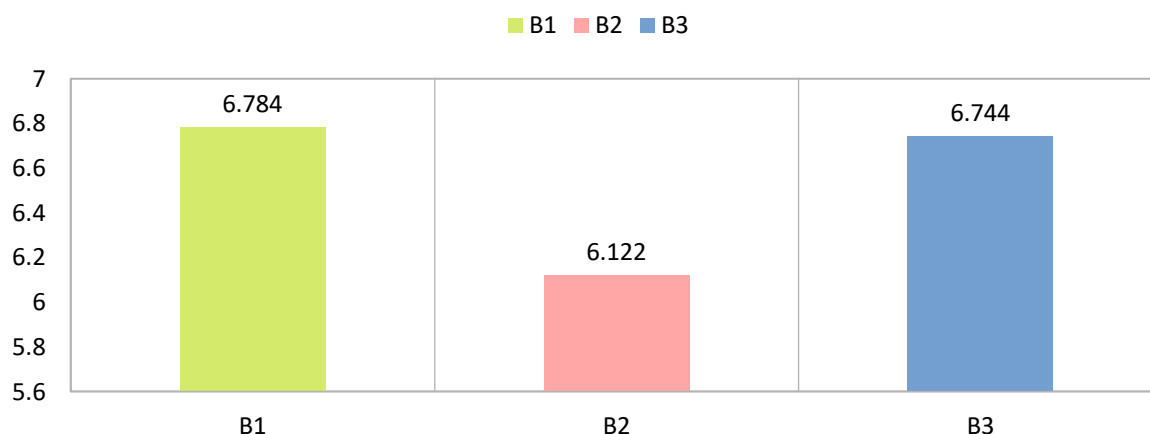
Muestra	B1	B2	B3
M1	6.75	5.75	6.95
M2	6.38	6.13	7.03
M3	6.68	6.15	6.79
M4	6.19	6.48	5.97
M5	7.92	6.1	6.98
Suma	33.92	30.61	33.72
Promedio	6.78	6.12	6.74
Varianza	0.45	0.07	0.20

Nota. Valores de absorción (%), promedios y varianzas para bloqueteras B1, B2 y B3.

La tabla (20) y la figura (10) muestran los resultados de absorción de unidades elaboradas por las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay. Estos valores fueron evaluados en función de los estándares establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 399.602 y la Norma E.070 – Albañilería, que establecen un límite máximo permitido de absorción del 12% y para no portantes (NP) no será mayor a 15%, para asegurar un equilibrio entre adherencia y resistencia. Los resultados muestran que los bloques producidos por las tres bloqueteras se encuentran dentro del rango permisible. La bloquetera B1 obtuvo un promedio de absorción de 6.78%, con una ligera dispersión en los datos (varianza de 0.45), situándose próximo al límite superior recomendado, lo que sugiere una porosidad moderada que, si bien favorece la adherencia del mortero, podría ser revisada para evitar que se acerque a valores críticos. Por su parte, la bloquetera B2 obtuvo los valores más bajos y uniformes, con un promedio de 6.12% y una varianza de solo 0.07, evidenciando un control de calidad bastante eficiente en su proceso de fabricación. Los bloques de B3, con un promedio de 6.74% y una varianza media de 0.20, también cumplen adecuadamente con los requisitos normativos, aunque se evidencia una ligera variabilidad que puede ser atribuida a diferencias en las condiciones de curado o diseño de mezcla.

Figura 10

Promedios de Absorción (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. Gráfico de barras que muestra los promedios de absorción (%) en unidades de muro estructural elaboradas por las bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay.

Tabla 21

Análisis de varianza de los promedios de Absorción (%) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	1.38	2	0.69	2.88	0.095	NS
Error	2.87	12	0.24			
Total	4.25	14				

Nota. ANOVA de los promedios de absorción (%) en unidades de muro estructural elaboradas por bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay. Se observa un efecto significativo del origen de las bloqueteras ($p = 0.095$).

La tabla (21) muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los promedios de absorción (%) de los bloques de concreto estructurales producidos por las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Abancay. En este análisis, el estadístico F calculado es 2.88, asociado a un valor $P = 0.095$, el cual supera el umbral de significancia convencional de $\alpha = 0.05$, pero se mantiene

relativamente cercano. Este resultado se interpreta como no estadísticamente significativo (NS), indicando que no existen diferencias significativas entre los promedios de absorción de las unidades de las tres bloqueteras. Es decir, las diferencias observadas podrían explicarse por la variabilidad normal entre muestras y no por un efecto sistemático del origen de fabricación de los bloques. En términos de variabilidad global, el análisis muestra que de un total de 4.25 unidades de varianza (SC total), solo 1.38 corresponde a diferencias entre grupos (bloqueteras), mientras que 2.87 corresponden al error o variación interna entre las muestras. Esto sugiere que la mayor parte de la variabilidad en la absorción se encuentra dentro de los grupos y no entre ellos, lo que refuerza la conclusión de que no hay una diferencia significativa atribuible al origen (bloquetera).

Características de elaboración de bloques de concreto por las bloqueteras B1, B2 y B3 en las propiedades mecánicas de muros estructurales utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay, 2024.

a) Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²)

Tabla 22

Resultados observados de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

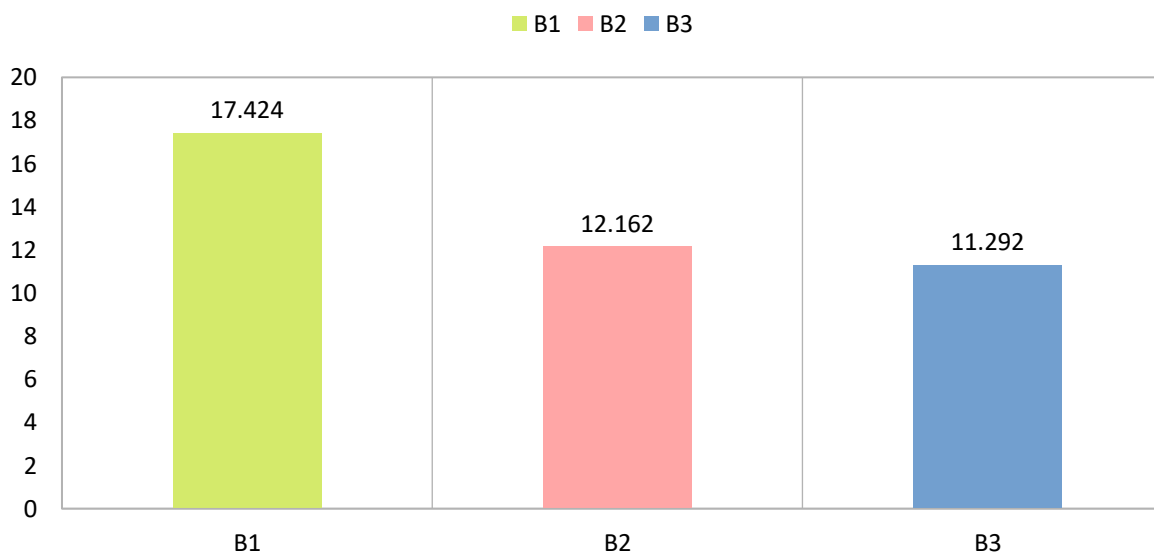
Muestra	B1	B2	B3
M1	14.76	12.63	12.92
M2	22.68	12.13	10.33
M3	14.71	12.71	9.17
M4	15.26	10.97	10.13
M5	19.71	12.37	13.91
Suma	87.12	60.81	56.46
Promedio	17.42	12.16	11.29
Varianza	13.00	0.50	4.07

Nota. Resultados de resistencia a la compresión (kgf/cm²) en unidades de muro estructural elaboradas por bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay. Se muestran los valores observados para cada muestra, la suma, el promedio y la varianza de cada bloquetera.

La tabla (22) y la figura (11) muestran los resultados de resistencia a la compresión de unidades de muro estructural fabricadas por las bloqueteras B1, B2 y B3, empleadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay. Estos resultados son analizados en función de los parámetros establecidos por la Norma E.070 – Albañilería, que establecen como requisito mínimo una resistencia característica de 50 kgf/cm² (equivalente a 4.9 MPa) para bloques portantes, mientras que para bloques no portantes se exige un mínimo de 20 kgf/cm² (equivalente a 2.0 Mpa). Los resultados evidencian que ninguna de las tres bloqueteras logró alcanzar, en promedio, el valor mínimo requerido para bloques portantes. La bloquetera B1 obtuvo el mayor promedio de resistencia con 17.42 kgf/cm², valor considerablemente superior al de las otras dos bloqueteras, pero aún insuficiente para ser clasificado como bloque portante según la normativa. Además, presenta una varianza de 13.00, lo que indica cierta dispersión y variabilidad en los resultados, posiblemente relacionada con faltas de uniformidad en el proceso de producción como el curado o la dosificación de materiales. Por otro lado, la bloquetera B2 alcanzó un promedio de 12.16 kgf/cm², con una muy baja varianza de 0.50, lo que sugiere alta uniformidad en los resultados, pero una resistencia limitada, aunque constante. Finalmente, la bloquetera B3 presentó el menor valor promedio de resistencia con 11.29 kgf/cm², acompañado de una varianza de 4.07, lo que refleja baja resistencia junto con cierta variabilidad en su comportamiento mecánico.

Figura 11

Promedios de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. Gráfico de barras que muestra los promedios de resistencia a la compresión (kgf/cm²) en unidades de muro estructural elaboradas por las bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay.

Tabla 23

Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	110.08	2	55.04	9.40	0.003	**
Error	70.26	12	5.86			
Total	180.34	14				

Nota. ANOVA de los promedios de resistencia a la compresión (kgf/cm²) en unidades de muro estructural elaboradas por bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay. Se observa un efecto significativo del origen de las bloqueteras ($p = 0.003$).

La tabla (23) muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los promedios de resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm^2) de bloques de concreto estructurales fabricados por las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizados en edificaciones de la ciudad de Abancay. El análisis ANOVA arroja un valor de $F = 9.40$ y un valor $P = 0.003$, el cual es menor que el nivel de significancia convencional $\alpha = 0.05$. La presencia del doble asterisco (**) en la columna de significancia indica que el resultado es estadísticamente significativo al 1%, lo que permite concluir con un alto nivel de confianza que existen diferencias significativas entre las resistencias promedio de los bloques fabricados por las tres bloqueteras. En esta evaluación, la suma de cuadrados total ($SC \text{ total} = 180.34$) se distribuye en 110.08 unidades de variación explicada por las diferencias entre las bloqueteras ($SC \text{ intergrupar}$), lo que representa más del 60% de la variabilidad total. Esto significa que el origen de fabricación influye de forma considerable en la resistencia de los bloques, y las diferencias no se deben al azar ni a variaciones menores dentro de los grupos.

Tabla 24

Análisis de Tukey de los promedios de Resistencia a la compresión de unidad (kgf/cm^2) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Bloqueteras	Promedio	Grupo
B1	17.424	A
B2	12.162	B
B3	11.292	B

Nota. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la resistencia a la compresión (kgf/cm^2).

La tabla (24) presenta los resultados del análisis de comparaciones múltiples de Tukey aplicado a los promedios de resistencia a la compresión de unidades (kgf/cm^2) de bloques de concreto estructurales fabricados por las bloqueteras B1, B2 y B3, que fueron

empleados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Abancay. Los resultados muestran que la bloquetera B1, con un promedio de 17.424 kgf/cm², se agrupa de manera independiente en la categoría “a”, mientras que las bloqueteras B2 (12.162 kgf/cm²) y B3 (11.292 kgf/cm²) se agrupan en la categoría “b”, compartiendo un grupo común. Esto indica que la resistencia a la compresión de los bloques de B1 es significativamente mayor que la de los bloques de B2 y B3, aunque no existe diferencia estadísticamente significativa entre B2 y B3. Este resultado reafirma lo observado en el análisis técnico, donde B1 mostró una mayor capacidad mecánica respecto a las otras bloqueteras, aunque ninguno de los valores promedio alcanzó la resistencia mínima de 50 kgf/cm² exigida por la Norma E.070 – Albañilería para bloques portantes. Sin embargo, tampoco los promedios superan el mínimo de 20 kgf/cm² requerido para bloques no portantes.

b) Resistencia a la compresión axial de pilas f'_m (kgf/cm²)

Tabla 25

Resultados observados de Resistencia a la compresión axial de pilas f'_m (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Muestra	B1	B2	B3
M1	12.53	10.57	19.80
M2	18.09	12.84	17.16
M3	20.07	12.52	15.76
Suma	50.69	35.93	52.72
Promedio	16.90	11.98	17.57
Varianza	15.28	1.51	4.21

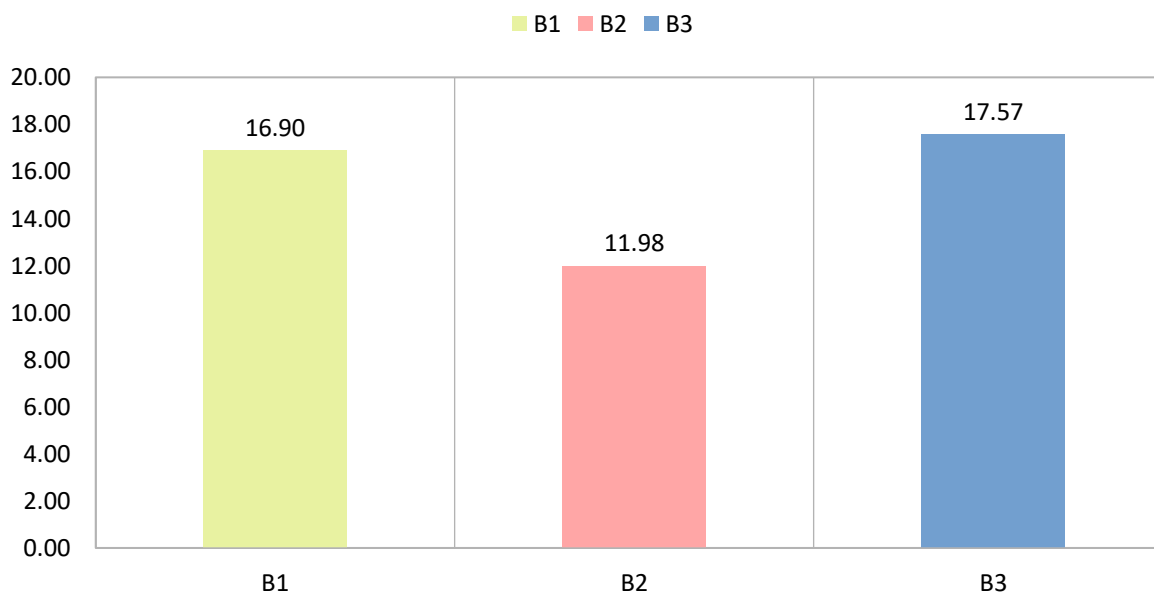
Nota. Valores observados de resistencia axial a la compresión (f'_m) en kgf/cm² en unidades de muro estructural elaboradas por bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay. Se muestran los valores para cada muestra, las sumas, promedios y varianzas.

La tabla (25) y la figura (12) muestran presentan los resultados de resistencia a compresión axial de pilas construidas con bloques elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay. Estos resultados

deben analizarse a la luz de lo establecido en la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería, que establece como requisito mínimo una resistencia f'_m de 74 kgf/cm² para pilas con bloques portantes. Los resultados evidencian que ninguna de las pilas ensayadas logra alcanzar el valor mínimo exigido por la E.070, lo que implica que, en el estado actual, los muros construidos con estos bloques no serían aptos para soportar cargas estructurales como elementos portantes. La bloquetera B1 logró un promedio de 16.90 kgf/cm², con una amplia dispersión en sus resultados (varianza de 15.28), lo que sugiere que existen inconsistencias relevantes en calidad o en el ensamblaje y preparación de las pilas. A pesar de eso, en este grupo se obtuvieron los valores individuales más altos (hasta 20.07 kgf/cm²), lo que indica un potencial de mejora si se optimizan las condiciones de construcción y los materiales usados. La bloquetera B2 presenta el promedio más bajo, con 11.98 kgf/cm², pero una varianza muy baja (1.51), lo cual refleja un comportamiento uniforme, aunque insuficiente en términos estructurales. Finalmente, la bloquetera B3 alcanzó el promedio más alto con 17.57 kgf/cm², y una varianza moderada (4.21), lo que indica cierto nivel de homogeneidad y mejor desempeño respecto a las otras dos.

Figura 12

Promedios de Resistencia a la compresión axial de pilas f'_m (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. Gráfico de barras que muestra los promedios de resistencia axial a la compresión (f'_m en kgf/cm²) en unidades de muro estructural elaboradas por las bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay.

Tabla 26

Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la compresión axial de pilas f'_m (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	55.99	2	27.99	4.00	0.079	NS
Error	42.00	6	7.00			
Total	97.99	8				

Nota. ANOVA de los promedios de resistencia axial a la compresión (f'_m en kgf/cm²) en unidades de muro estructural elaboradas por bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay. Se observa un efecto cercano a significativo del origen de las bloqueteras ($p = 0.079$).

La tabla (26) presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los promedios de resistencia a la compresión axial de pilas (f'_m), expresada en kgf/cm^2 , construidas con bloques provenientes de las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizadas en edificaciones de la ciudad de Abancay. En este análisis, se obtuvo un valor de $F = 4.00$ y un valor $P = 0.079$, el cual es superior al nivel de significancia estadística convencional $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, según los criterios estadísticos empleados, no se identifican diferencias significativas entre las resistencias promedio de las pilas construidas con bloques de las tres bloqueteras. En consecuencia, el resultado se clasifica como no significativo (NS). Aunque el valor P está relativamente cercano al umbral convencional, no es suficiente para confirmar diferencias reales entre los grupos evaluados. Del total de la variabilidad registrada ($SC_{\text{total}} = 97.99$), 55.99 unidades de varianza se deben a diferencias entre los grupos (bloqueteras), mientras que 42.00 corresponden a la variabilidad dentro de los grupos (error). Esto indica que, si bien hay una proporción considerable de varianza explicada por el origen del bloque, no es estadísticamente concluyente según los parámetros del ANOVA.

c) Resistencia a la compresión diagonal de muretes f'_m (kgf/cm^2)

Tabla 27

Resultados observados de Resistencia a la compresión diagonal de muretes f'_m (kgf/cm^2) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y usadas en la construcción de edificios en la ciudad de Abancay.

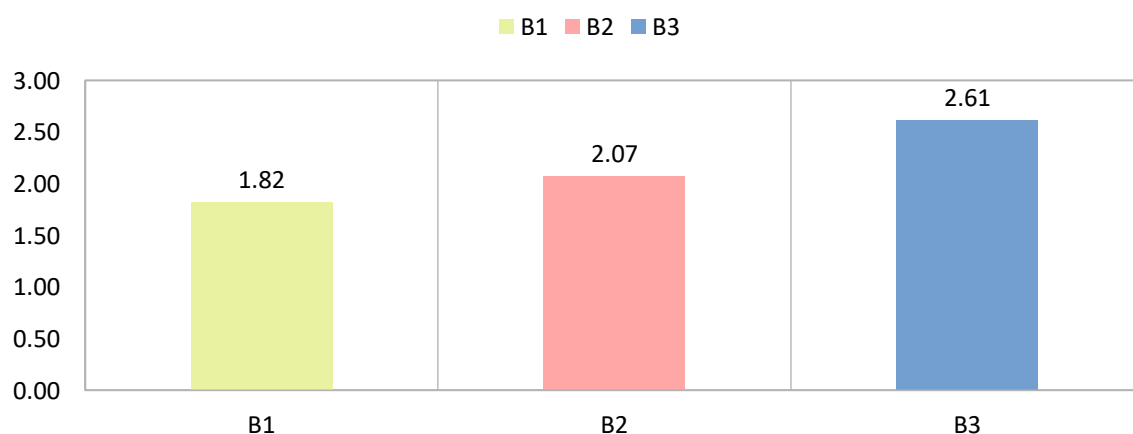
Muestra	B1	B2	B3
M1	1.57	1.89	1.79
M2	1.64	1.68	3.41
M3	2.24	2.64	2.64
Suma	5.45	6.21	7.84
Promedio	1.82	2.07	2.61
Varianza	0.14	0.25	0.66

Nota. Valores observados de resistencia diagonal a la compresión (f'_m) en kgf/cm^2 en unidades de muro estructural elaboradas por bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay. Se muestran los valores para cada muestra, las sumas, promedios y varianzas.

La tabla (27) y la figura (13) presentan los resultados de resistencia a compresión diagonal (f'_m) de muretes ejecutados con bloques provenientes de las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizados en edificaciones de la ciudad de Abancay. Los resultados se interpretan a partir de lo recomendado en la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería, la cual, fija un mínimo de 8.6 kgf/cm² hasta un 10.9 kgf/cm², establece que esta propiedad es clave en el diseño sismo resistente, ya que la resistencia al cortante es determinante para la estabilidad de los muros. Los resultados muestran diferencias Notables entre las tres bloqueteras. La bloquetera B1 obtuvo un promedio de 1.82 kgf/cm², con una varianza baja (0.14), lo cual indica un comportamiento uniforme pero limitado en cuanto a resistencia. Por su parte, la bloquetera B2 alcanzó un promedio ligeramente superior, con 2.07 kgf/cm², y una varianza de 0.25, lo que también refleja buena uniformidad. Finalmente, la bloquetera B3 presentó el mejor resultado con un promedio de 2.61 kgf/cm², superando ampliamente a las otras dos bloqueteras, aunque con una mayor variabilidad en los datos (0.66), influenciada posiblemente por diferencias en la calidad de unión mortero-unidad o condiciones del ensamblaje de los muretes.

Figura 13

Promedios de Resistencia a la compresión diagonal de muretes f'_m (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay.



Nota. Gráfico de barras que muestra los promedios de resistencia diagonal a la compresión (f'_m en kgf/cm²) en unidades de muro estructural elaboradas por las bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay.

Tabla 28

Análisis de varianza de los promedios de Resistencia a la compresión diagonal de muretes f'_m (kgf/cm²) de unidades de muro estructural elaborados por las bloqueteras B1, B2 y B3 y utilizados en construcción de edificios en la ciudad de Abancay

Origen de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig.
Bloqueteras	0.99	2	0.50	1.42	0.312	NS
Error	2.09	6	0.35			
Total	3.09	8				

Nota. ANOVA de los promedios de resistencia diagonal a la compresión (f'_m en kgf/cm²) en unidades de muro estructural elaboradas por bloqueteras B1, B2 y B3 en Abancay. No se encontraron diferencias significativas entre las bloqueteras ($p = 0.312$).

La tabla (23) muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los promedios de resistencia a la compresión diagonal de muretes (f'_m), expresada en kgf/cm², construidos con bloques provenientes de las bloqueteras B1, B2 y B3, utilizados en edificaciones de la ciudad de Abancay. El análisis estadístico muestra un valor de $F = 1.42$ con un valor $P = 0.312$, el cual supera el nivel de significancia estándar de $\alpha = 0.05$, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las resistencias promedio de compresión diagonal de muretes construidos con bloques de las tres bloqueteras. Este resultado, categorizado como no significativo (NS) en la tabla, sugiere que los muretes evaluados presentan un comportamiento similar frente a esfuerzos de corte diagonal, independientemente del origen del bloque usado. La descomposición de la varianza revela que, del total de 3.09 unidades de variabilidad (SC total), solo 0.99 corresponde a la variación entre bloqueteras, mientras que 2.09 se atribuyen a la variabilidad intra-grupo (error). Esto indica que las diferencias encontradas en los resultados individuales tienen más relación con

la variación entre muestras que con diferencias sistemáticas entre los productos de cada bloquera.

5.2. Discusiones

Los resultados de resistencia a la compresión y absorción capilar obtenidos en esta investigación muestran un desempeño no aceptable en la mayoría de bloques evaluados, y con variabilidad entre fabricantes. Musa et al. (2023) demostraron que factores como las condiciones de borde y la presencia de aberturas en muros influyen directamente en su resistencia, lo que coincide con la observación local de que la uniformidad dimensional de los bloques es determinante para su buen comportamiento. Hasan et al. (2022) evidenciaron que el refuerzo mejora la capacidad portante, un aspecto que, aunque no fue aplicado en este estudio, podría potenciar los resultados obtenidos. Ahmed et al. (2022) confirmaron la relevancia del confinamiento para aumentar la resistencia sísmica, lo que guarda relación con la necesidad local de sistemas constructivos más robustos. A nivel nacional, Cabrera y Ramírez (2019) demostraron que la adición de aditivos hidrófugos reduce la absorción capilar, resultado coherente con el buen desempeño de algunos lotes locales. Llamccaya (2019) advirtió sobre deficiencias en la calidad de bloques en viviendas autoconstruidas, mientras que Vásquez (2017) señaló la importancia de la calidad de materias primas. Este estudio aporta evidencia local sobre la necesidad de estandarizar procesos productivos para mejorar la seguridad estructural en Abancay.

En la presente investigación, la resistencia de los bloques fabricados en Abancay no cumple con las exigencias normativas, y también se detecta dispersión de datos que afecta el comportamiento estructural final. Musa et al. (2023) señalan que la geometría y soporte de los muros condicionan su resistencia, lo que permite inferir que las diferencias dimensionales encontradas localmente pueden impactar negativamente en la integridad de

las construcciones. Hasan et al. (2022) sostienen que el refuerzo retrasa la aparición de fisuras, lo que sugiere una posible solución para bloques con resistencia marginal. Ahmed et al. (2022) resaltan que el confinamiento de las estructuras mejora su capacidad sísmica, algo relevante para el contexto sísmico de Abancay. En el ámbito nacional, Cabrera y Ramírez (2019) reportaron mejoras significativas en absorción con emulsiones de parafina, mientras que Llamccaya (2019) evidenció la vulnerabilidad de viviendas autoconstruidas por el uso de materiales deficientes. Vásquez (2017) remarcó que el control en la dosificación y curado es esencial. Este estudio aporta datos que permiten fundamentar la necesidad de implementar controles de calidad obligatorios en la producción local para reducir variabilidad y mejorar el desempeño estructural.

Los hallazgos de esta investigación evidencian que, los bloques huecos no cumplen con la norma técnica, y la dispersión en los valores de resistencia y absorción revela carencias en la estandarización de procesos. Musa et al. (2023) comprobaron que la interacción de aberturas y condiciones de soporte modifica el modo de falla en muros, lo que refuerza la importancia de contar con bloques dimensionalmente uniformes. Hasan et al. (2022) destacaron que el refuerzo estructural incrementa notablemente la resistencia, mientras que Ahmed et al. (2022) demostraron que el confinamiento es crucial para la respuesta sísmica, ambos puntos alineados con la necesidad de reforzar la calidad del producto base. En el plano nacional, Cabrera y Ramírez (2019) mostraron que la aplicación de aditivos mejora la durabilidad, Llamccaya (2019) evidenció deficiencias en construcciones informales y Vásquez (2017) destacó el rol de la materia prima en la resistencia final. Este trabajo aporta evidencia empírica que confirma que la calidad de los bloques locales influye directamente en el desempeño de los elementos estructurales, lo que

respalda la urgencia de implementar capacitaciones técnicas para los productores y fiscalizaciones regulares.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que los bloques fabricados localmente presentan una resistencia no aceptable, con variaciones entre fabricantes que podrían afectar la seguridad estructural. Musa et al. (2023) evidenciaron que las condiciones de borde y la presencia de aberturas modifican la capacidad resistente de los muros, lo que enfatiza la necesidad de bloques uniformes para evitar puntos débiles. Hasan et al. (2022) demostraron que el refuerzo retrasa la fisuración y aumenta la capacidad portante, mientras que Ahmed et al. (2022) confirmaron que el confinamiento estructural incrementa la resistencia frente a cargas sísmicas. En el ámbito nacional, Olivera y Romero (2022) encontraron que gran parte de los bloques artesanales no cumplen con la resistencia mínima, situación que también se presenta parcialmente en Abancay. Lara (2022) destacó que los bloques estructurales superan ampliamente en resistencia a los artesanales, y Chambilla (2023) demostró que los bloques ecológicos con residuos reciclados cumplen los estándares normativos. Este estudio aporta datos locales que confirman la necesidad de controles técnicos obligatorios y promueve la adopción de innovaciones como materiales reciclados para mejorar la sostenibilidad sin comprometer la resistencia.

En la presente investigación, los bloques analizados alcanzaron valores de resistencia que, no cumplen con la normativa, y contemplan gran dispersión de datos que refleja diferencias en procesos productivos. Musa et al. (2023) subrayan que las variaciones geométricas y de soporte afectan la capacidad resistente, lo que concuerda con las diferencias dimensionales detectadas localmente. Hasan et al. (2022) sostienen que el refuerzo incrementa la resistencia, lo que podría ser una solución en bloques con resistencia marginal. Ahmed et al. (2022) destacan que el confinamiento mejora la respuesta sísmica, un aspecto

relevante para zonas de alta sismicidad como Abancay. A nivel nacional, Olivera y Romero (2022) documentaron el riesgo estructural de bloques artesanales deficientes, mientras Lara (2022) comprobó que los bloques estructurales presentan mayor desempeño mecánico. Chambilla (2023) aportó evidencia de que el uso de agregados reciclados no compromete la resistencia. Los hallazgos locales refuerzan la importancia de estandarizar la producción, incorporar tecnologías de refuerzo y explorar materiales sostenibles como parte de una estrategia integral para mejorar el desempeño de las construcciones.

Los datos obtenidos muestran que las características de los bloques en algunos cumplen con la norma, pero las propiedades de los muros en definitiva no cumplen, en promedio, no serían adecuadas para uso estructural, y con valores dispersos que reflejan variabilidad en control de calidad. Musa et al. (2023) demostraron que factores como las aberturas y condiciones de borde afectan el comportamiento de muros, lo que implica que cualquier irregularidad en el bloque puede amplificar debilidades estructurales. Hasan et al. (2022) comprobaron que el refuerzo incrementa la capacidad portante y retrasa fisuras, y Ahmed et al. (2022) confirmaron que el confinamiento mejora el desempeño ante cargas sísmicas. En el contexto nacional, Olivera y Romero (2022) evidenciaron que la fabricación artesanal sin control técnico reduce la resistencia, por otra parte, Lara (2022) mostró la superioridad de los bloques con mano de obra calificada frente a los artesanales. Chambilla (2023) aportó un enfoque innovador al demostrar que los bloques con residuos de construcción pueden cumplir las normas. Este trabajo contribuye al conocimiento local confirmando que la estandarización de procesos como también la adopción de prácticas innovadoras pueden elevar la calidad y sostenibilidad de la producción, fortaleciendo la seguridad estructural en la región.

VI. Conclusiones

Conclusión del Objetivo General

El estudio permitió evidenciar que las características físicas y mecánicas de los bloques de concreto producidos en Abancay influyen directamente en las propiedades estructurales de los muros empleados en las edificaciones de la ciudad. Se comprobó que, la mayoría de los bloques evaluados no cumplen con los parámetros de resistencia establecidos por la normativa, y presentan diferencias notorias entre fabricantes, asociadas principalmente a la variabilidad en el control de calidad, la selección de agregados y las condiciones de curado. Esta variabilidad incide tanto en la capacidad portante como en el comportamiento frente a esfuerzos, lo que confirma la necesidad de fortalecer los procesos de producción para asegurar un desempeño estructural homogéneo en las construcciones locales.

Conclusión del Objetivo Específico 1

En el análisis de la resistencia a la compresión empleados en muros estructurales, se determinó que los valores promedio no cumplen con los mínimos exigidos por la norma técnica vigente, lo que no garantiza su aptitud para su uso en edificaciones. Por otra parte, se identificó una dispersión considerable entre los resultados obtenidos para los distintos fabricantes, evidenciando que la calidad del producto no es uniforme. Esta variabilidad puede comprometer el desempeño global de la estructura, especialmente en construcciones que requieren una alta capacidad portante. Se concluye que resulta indispensable implementar controles de producción más rigurosos y estandarizados, con el fin de reducir las diferencias de resistencia observadas y asegurar un comportamiento estructural confiable.

Conclusión del Objetivo Específico 2

En relación con la resistencia a la tracción, los resultados indicaron que, no se mantienen dentro de rangos aceptables para su uso en muros portantes y no portantes, los valores obtenidos son notablemente menores que los correspondientes a la norma. No obstante, la variabilidad registrada entre las muestras evidencia la influencia de factores como la porosidad, la calidad de la mezcla y las condiciones de curado. Se concluye que la optimización de la dosificación y un control más estricto de los procesos de fabricación podrían incrementar la resistencia a la tracción, fortaleciendo la capacidad del material para soportar esfuerzos tensionales en situaciones críticas, particularmente durante eventos sísmicos.

VII. Recomendaciones

Recomendación General.

En función de los hallazgos obtenidos, se recomienda implementar un sistema de control de calidad estandarizado para la producción de bloques de concreto en Abancay, que garantice la uniformidad de dimensiones, resistencia y absorción de acuerdo con la norma técnica vigente. Este sistema debe estar acompañado de un programa de capacitación técnica continua para los fabricantes, orientado a optimizar la dosificación, el mezclado y el curado de los bloques, reduciendo así la variabilidad detectada entre fabricantes y asegurando un desempeño estructural homogéneo en las construcciones locales.

Recomendaciones Específicas.

En cuanto a la resistencia a la compresión, se recomienda que los fabricantes realicen ensayos periódicos en laboratorios acreditados y reporten los resultados a las entidades correspondientes. Del mismo modo, es conveniente estandarizar las proporciones de mezcla y los tiempos de curado con el fin de asegurar una resistencia uniforme entre los distintos lotes de producción. También se sugiere promover el uso de aditivos o técnicas de fabricación que incrementen la compacidad y disminuyan la porosidad del material. La implementación de estas acciones permitirá mantener de manera constante un nivel de calidad que cumpla con los parámetros establecidos por la normativa vigente.

Respecto a la resistencia a la tracción, se recomienda fomentar investigaciones adicionales sobre el efecto de distintos métodos de curado y tipos de agregados, así como implementar mejoras en la compactación durante el proceso de moldeado para reducir la formación de microfisuras. Asimismo, resulta pertinente evaluar la incorporación de refuerzos internos o aditivos específicos que incrementen la capacidad del bloque para resistir esfuerzos de tensión, especialmente en zonas de alta sismicidad. La aplicación de

estas medidas permitirá no solo optimizar el desempeño mecánico del material, sino también fortalecer la seguridad y durabilidad de las edificaciones en la región.

VIII. Referencias

- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7.^a ed.). APA.
<https://apastyle.apa.org/products/publication-manual-7th-edition>
- Andece. (2019). *Muros de bloques y ladrillos de hormigón* (Guías Técnicas Andece).
<https://www.andece.org/wp-content/uploads/2019/07/Gu%C3%ADa-T%C3%A9cnica-Muros-de-bloques-y-ladrillos-de-hormig%C3%B3n.V1.pdf>
- Asociación Española de Normalización. (2011). *UNE-EN 772-11: Métodos de ensayo de unidades de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad y del coeficiente de absorción de agua*. AENOR.
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0047874>
- Toro, O. & Oscar, J. (2023). *Análisis de la influencia de aberturas en muros de albañilería confinada*. [Tesis de maestría de la Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/29237>
- Duran, J. & Velasquez, P. (2022). *Resistencia a la flexión de vigas de concreto armado, reforzadas y reparadas adicionando barras de acero con aditivo epóxico*. [Tesis de pregrado de la Universidad UNHEVAL]. Repositorio institucional UNHEVAL.
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/5457>
- Aybar, J. & Garayar, J. (2022). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en vivienda de albañilería confinada, urbanización Huaquillay - Comas*. [Tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/171699>
- Oliva, F. (2024). *Análisis de propiedades mecánicas en concreto estructural, incorporando vidrio reciclado y cáscara de huevo en Sullana – 2024*. [Tesis de pregrado de la

- Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/154453>
- Escamirosa, L. & Molina, N. (2022). *Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de concreto usados en la construcción de viviendas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. [Tesis de pregrado de la Universidad Autónoma de Chiapas]. Repositorio institucional UAC. <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a03>
- Caballero, A. & Florez, P. (2017). *La investigación como eje de desarrollo* (1.ª ed.). EIDEC.
- Olivera, J. & Romero, H. (2022). *Evaluación de la resistencia a la compresión de bloque de concreto con adición de filamentos de bambú, Yantaló, 2022*. [Tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/121015>
- Quispe, E. & Huisa, G. (2021). *Análisis comparativo estructural entre una vivienda multifamiliar bajo el sistema de muros de ductilidad limitada y aporcado en Tacna*. [Tesis de pregrado de la Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional UPT. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1759>
- Anglade, J. & Benavente, E. (2020). *Análisis comparativo de las propiedades de resistencia, acústica y térmica entre un bloque de concreto convencional y un bloque de concreto con adiciones de desecho textil en Lima*. [Tesis de pregrado de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional UPC.
<http://hdl.handle.net/10757/654802>
- Peñaherrera, J. (2019). *dosificaciones con cemento Portland tipo I y agregados comunes*.
Blog UNI.
<https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/2672?articlesBySimilarityPage=10>
- Cabrera, K. & Ramirez, F. (2018). *Variación del comportamiento mecánico en prismas de*

- albañilería tradicional y reforzadas con soga driza utilizando bloques huecos de concreto en la ciudad de Abancay.* [Tesis de pregrado de la Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio institucional UTEA. <https://hdl.handle.net/20.500.14512/664>
- Quispe, F. & Veràstegui, E. (2019). *Propiedades físicas - mecánicas de bloques de hormigón elaborado con agregado grueso reciclado de residuos de construcción en la ciudad de Abancay.* [Tesis de pregrado de la Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional URP. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2797>
- Cabrera, B. & Ramirez, C. (2019). *Evaluación de la resistencia, permeabilidad y absorción capilar de bloques de concreto elaborados con adición de emulsión de parafina en la ciudad de Abancay-2018.* [Tesis de pregrado de la Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio institucional UTEA. <https://hdl.handle.net/20.500.14512/227>
- Cemex. (2017). *Productos Cemex.* <https://www.cemex.com/es/productos-soluciones>
- Condori-Ojeda, P. (2020). *Universo, población y muestra.* Blog sesión 4. <https://www.academica.org/cporfirio/18>
- Díaz, J., & De Oteiza, M. (s. f.). *Características de los bloques huecos de concreto y su relación con la informalidad en la construcción.* [Tesis de pregrado de la Universidad Señor de Sipán]. Repositorio institucional USS. <https://repositorio.uss.edu.pe>
- Esteban Nieto, N. (2018). *Tipos de investigación.* Universidad Santo Domingo de Guzmán. https://www.academia.edu/98517997/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n
- Gómez, J. & Camelo Romero, L. (2014). *Permeabilidad en materiales de construcción.* Blog UPU. <https://es.scribd.com/document/393794592/INFORME-PERMEABILIDAD>
- Grupo Traber. (2018). *Grupo Traber.* <https://www.grupotraber.com>
- Gutiérrez, C. (2003). *Materiales de construcción: Definiciones y propiedades.* Blog UNA Puno. <https://es.scribd.com/document/395838269/materiales-de-la-construccion->

definicion-autores

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Calidad. (2002). *NTP 399.602: Bloques de concreto para muros: Requisitos*. INACAL. <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=25013>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). *Base de datos RETADAM* [Conjunto de datos]. <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam>
- International Organization for Standardization. (2017). *General principles of good laboratory practice*. https://ntp.niehs.nih.gov/sites/default/files/iccvam/suppdocs/feddocus/oecd/oecd_glp_cm.pdf
- Llamccaya, H. (2018). *Evaluación de las viviendas autoconstruidas para determinar la vulnerabilidad sísmica en la urbanización Patibamba Baja – Abancay – Apurímac – 2018*. [Tesis de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34668>
- Baena, G. (2017). *Introducción a la investigación: conceptos básicos* (3.^a ed.). Grupo Editorial Patria.
- Lozada, J. (2014). *Investigación aplicada*. Blog Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments* (9.^a ed.). Wiley.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). *Applied statistics and probability for engineers* (7.^a ed.). Wiley.
- Olarte, J. & Sánchez, P. (2020). *Elaboración de bloques de concreto adicionado con nanoplaquetas de beterraga azucarera para prevenir las patologías en unidades*

de concreto tradicional usadas en edificaciones cercanas al mar. [Tesis de pregrado de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional UPC.
<http://hdl.handle.net/10757/653471>

Poyatos. (2021). *Cómo se hace un bloque de hormigón.* Blog de Poyatos.
<https://www.poyatos.com/blog/como-se-hace-un-bloque-de-hormigon>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2009). *Guía para la fabricación de bloques de concreto.* <https://www.undp.org/es/publicaciones>

Ramos Galarza, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3).
<https://biblat.unam.mx/en/revista/cienciamerica/articulo/los-alcances-de-una-investigacion>

Resnik, D. B. (2020). *The ethics of science: An introduction* (2.^a ed.). Routledge.

San Bartolome, A. (1994). Construcciones de Albañilería Comportamiento Sísmico y
Diseño Estructural.
https://www.academia.edu/36271075/LIBRO_DE_ALBA%C3%91ILERIA_ANGEL_SAN_BARTOLOME

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