

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Resistencia a la compresión del adobe compactado hecho con polvo de cáscara de huevo, Colpa Alta - Huánuco -2024”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Pereda Gomez, Paola Daleska

ASESOR: Taboada Trujillo, William Paolo

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74550319

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
2	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
3	Aguilar Alcantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 19:00 horas del día **viernes 25 de julio de 2025**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

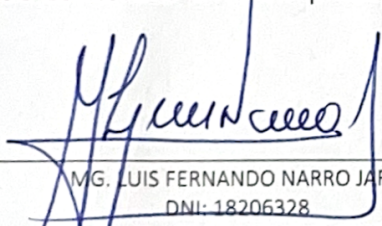
❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA	PRESIDENTE
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	SECRETARIO
❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1488-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUÁNUCO -2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Paola Daleska PEREDA GOMEZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

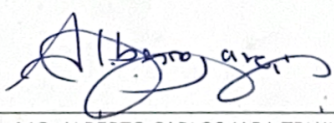
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

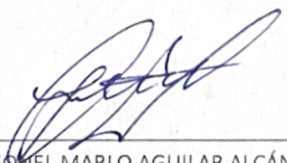
Siendo las 20:15 horas del día 25 del mes de julio del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633
PRESIDENTE



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-7920-1304
SECRETARIO (A)



MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCÁNTARA
DNI: 43415813
ORCID: 0000-0002-0877-5922
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: PAOLA DALESKA PEREDA GOMEZ, de la investigación titulada "Resistencia a la compresión del adobe compactado hecho con polvo de cáscara de huevo, Colpa Alta - Huánuco - 2024", con asesor(a) WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1207-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 18 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 10 de junio de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

6%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Este trabajo lo nombro, primero que nada, a Dios, por ser mi protector y por enseñarme sus mejores planes que sigue teniendo para mí.

Con todo mi amor para mis abuelos Julio y Clara, por ser el más grande ejemplo de amor, esfuerzo y dedicación; para mi mamá Antonia, por su amor incondicional, por motivarme siempre a crecer y confiar en mi potencial como ser humano y como profesional. Para toda mi familia, por siempre darme ánimos y por compartir mi felicidad en cada paso que doy.

A mis mejores amigas, que me demostraron por muchos años que en la amistad también existe las conexiones cósmicas, por llenarme de amor, luz y brillo.

AGRADECIMIENTOS

Con este trabajo también doy las gracias a mi asesor William Paolo Taboada Trujillo cuyo apoyo y ayuda han sido muy importantes en el avance de esta tesis. A los ingenieros maestros del Programa de Ingeniería Civil quienes, con su esfuerzo y saber, me han enseñado mucho más que solo datos, también el amor y entrega a la ingeniería. Gracias por darme sus conocimientos y por ayudarme a crecer profesionalmente.

A mis amigos, quienes han sido un gran ayuda durante esta etapa, dándome ánimo en los momentos difíciles y compartiendo conmigo cada éxito y reto. Su compañía ha hecho de este camino algo muy rico.

A la Universidad de Huánuco mi alma mater, por dejarme estudiar en sus salones, dándome los medios y el ambiente académico para llegar a este fin.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA	17
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA	17
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22

2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. ADOBE DE TIERRA COMPACTADA	23
2.2.2. CÁSCARA DE HUEVO	24
2.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO.....	25
2.2.4. ADITIVOS ALTERNATIVOS EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	26
2.2.5. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y USO DE MATERIALES LOCALES.....	27
2.2.6. ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LA CONSTRUCCIÓN	27
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	28
2.4. HIPÓTESIS.....	31
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	31
2.4.2. 2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	31
2.5. VARIABLES	31
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	31
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	32
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
CAPÍTULO III.....	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.1. ENFOQUE	34
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	34
3.1.3. DISEÑO	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	36
3.2.1. POBLACIÓN.....	36
3.2.2. MUESTRA	36
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	54
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	54

CAPÍTULO IV	56
RESULTADOS	56
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	56
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS...	63
CAPÍTULO V	70
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	70
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de las muestras	37
Tabla 2 Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo	56
Tabla 3 Medias de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo	57
Tabla 4 Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo	58
Tabla 5 Medias de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo	59
Tabla 6 Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo	59
Tabla 7 Medias de la compresión muestras patrón y con 10% de polvo de cubierta de huevo	60
Tabla 8 Resultado de la compresión promedio de las muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo	61
Tabla 9 Medias de la compresión promedio muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo	62
Tabla 10 Test de normalidad de la compresión promedio muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo	63
Tabla 11 Test U Mann-Whitney de la compresión promedio de muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo	64
Tabla 12 Test de normalidad de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo	65
Tabla 13 Test U Mann-Whitney de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo	65
Tabla 14 Test de normalidad de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo	66
Tabla 15 Test U Mann-Whitney de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo y muestras patrón	67
Tabla 16 Test de normalidad de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo	68

Tabla 17 Test U Mann-Whitney de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo	68
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adobe compactado	23
Figura 2 Muestra de tierra extraída de Colpa Alta.....	39
Figura 3 El pesaje de la tierra para el ensayo granulométrico.....	39
Figura 4 Preparación para el ensayo granulométrico	40
Figura 5 Vibrado manual de los tamices	40
Figura 6 Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices	41
Figura 7 Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices	41
Figura 8 Pesaje de la muestra	42
Figura 9 Preparación de la muestra para el ensayo Casagrande	42
Figura 10 Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande	43
Figura 11 Trazo de hendidura con el acanalador de bronce	43
Figura 12 Golpes del suelo con la Casagrande	44
Figura 13 Muestra después del ensayo de Casagrande	44
Figura 14 Muestra de Casagrande	45
Figura 15 Prueba limite plástico.....	45
Figura 16 Pesaje muestras elipsoides	46
Figura 17 Pesajes del 2% de polvo de cubierta de huevo.....	46
Figura 18 Pesajes del 6% de polvo de cubierta de huevo.....	47
Figura 19 Pesajes del 10% de polvo de cubierta de huevo.....	47
Figura 20 Humedecemos la tierra.....	48
Figura 21 Se agrega las adiciones en la mezcla húmeda de la tierra	48
Figura 22 Adición de la mezcla de tierra a la máquina de ladrillos comprimido	49
Figura 23 Procedimiento de compresión del ladrillo.....	49
Figura 24 Procedimiento de compresión del ladrillo.....	50
Figura 25 Desmoldeo de los ladrillos comprimidos	50
Figura 26 Adobes compactados	51
Figura 27 Prueba a compresión adobes compactados patrón	51
Figura 28 Rotura de adobes compactados	52
Figura 29 Rotura de adobes compactados con 2% de polvo de cubierta de huevo.....	52

Figura 30 Rotura de adobes compactados con 2% de polvo de cubierta de huevo.....	53
Figura 31 Rotura de adobes compactaos con 6% de polvo de cubierta de huevo.....	53
Figura 32 Rotura de adobes compactados con 10% de polvo de cubierta de huevo.....	54
Figura 33 Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo	57
Figura 34 Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo	58
Figura 35 Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo	60
Figura 36 Resultado de la compresión promedio muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo	62

RESUMEN

La investigación ha tenido como objetivo evaluar los efectos de la incorporación de polvo de cáscara de huevo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado. A través de un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental, se seleccionaron muestras mediante un muestreo no probabilístico para llevar a cabo el análisis.

Los resultados mostraron un efecto significativo positivo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado cuando se les añadió polvo de cáscara de huevo en distintos porcentajes respecto del peso del cemento. La resistencia promedio alcanzó los 74,98 kg/cm², superando la de los bloques patrón sin dicha adición, que registraron 71,43 kg/cm². Este incremento fue corroborado mediante un análisis estadístico inferencial ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$), confirmando que la incorporación de estos materiales tiene un impacto notable en la mejora de la resistencia de los bloques de adobe.

En conclusión, la incorporación de polvo de cáscara de huevo ha demostrado ser eficaz para aumentar significativamente la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado. Estos resultados respaldan su viabilidad como una alternativa sostenible y económica en la construcción, promoviendo el uso de materiales innovadores y de origen local. Por lo cual, los hallazgos de este estudio representan una contribución valiosa para el desarrollo de la construcción con tierra, fomentando prácticas más responsables con el medio ambiente y aprovechando recursos comunes y renovables.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, bloques, adobe compactado, polvo de cáscara de huevo, cemento.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of incorporating eggshell powder on the compressive strength of compacted adobe blocks. Using a quantitative approach and a quasi-experimental design, samples were selected through non-probabilistic sampling to conduct the analysis.

The results showed a significant positive effect on the compressive strength of compacted adobe blocks when eggshell powder was added in different percentages relative to the weight of the cement. The average compressive strength reached 74.98 kg/cm², surpassing that of the control blocks without the addition, which recorded 71.43 kg/cm². This increase was confirmed through a rigorous statistical analysis ($U=14.500$; $p=0.001<0.05$), validating that the incorporation of these materials has a notable impact on enhancing the strength of adobe blocks.

In conclusion, the incorporation of eggshell powder has proven to be an effective technique for significantly increasing the compressive strength of compacted adobe blocks. These results support its viability as a sustainable and cost-effective alternative in construction, promoting the use of innovative and locally sourced materials. Furthermore, the findings of this study contribute to the advancement of earth-based construction, encouraging more environmentally responsible practices and optimizing the use of common and renewable resources.

Keywords: Compressive strength, blocks, compacted adobe, eggshell powder, cement.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la construcción con tierra es una práctica antigua que ha prevalecido a lo largo de los siglos debido a su accesibilidad, bajo costo y facilidad de uso. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), un porcentaje alto de las viviendas rurales en el Perú están edificadas con materiales tradicionales como el adobe y el tapial. Sin embargo, estas viviendas suelen presentar limitaciones en cuanto a su resistencia mecánica, lo que las hace vulnerables frente a sismos, condiciones climáticas adversas y el desgaste natural.

Bajo este contexto, surge la necesidad de estudiar opciones que permitan mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de construcción a base de tierra, manteniendo su sostenibilidad y accesibilidad económica. En Huánuco, una región con gran predominancia de construcciones en sus zonas rurales y zonas de expansión urbana debido a su disponibilidad de materiales, los desafíos en términos de resistencia y durabilidad son particularmente importantes. A esto se suma la búsqueda de soluciones que incorporen materiales de desecho, en línea con las tendencias de una construcción más sostenible.

La presente investigación se ha centrado en evaluar los efectos de la incorporación de polvo de cáscara de huevo, un residuo orgánico de uso común, en la resistencia a compresión de bloques de adobe compactado. Este enfoque no solo busca aprovechar un material que, en la mayoría de los casos, se desecha sin mayor utilidad, sino también aportar al desarrollo de técnicas innovadoras y sostenibles para la construcción con tierra.

Los resultados de esta investigación pretenden contribuir al fortalecimiento de la industria de la construcción local y nacional, fomentando prácticas responsables con el medio ambiente y optimizando el uso de recursos disponibles.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Desde tiempos antiguos, la técnica del adobe compactado ha sido clave en la construcción de viviendas. Los bloques de tierra comprimida (BTC) se elaboran a partir de una mezcla de suelo, arena y arcilla, a la cual se puede añadir cal aérea o cemento como material estabilizante. Una vez obtenida la mezcla, se moldea y compacta con una prensa mecánica. Estos bloques se utilizan frecuentemente como sustitutos del ladrillo tradicional en la construcción de muros portantes, cerramientos o estructuras diseñadas para almacenar calor (Mompó, 2015). A pesar de los avances tecnológicos en la construcción, el adobe compactado sigue siendo prevalente en áreas con limitaciones económicas, donde la necesidad de establecer viviendas impulsa la demanda de este material asequible. Aunque este material es conocido por su costo accesible, surge incertidumbre entre los que usan la unidad de albañilería en cuanto al rendimiento estructural durante eventos sísmicos.

En el Centro Poblado de Colpa Alta, ubicada en la región de Huánuco, el adobe compactado se puede definir como un material de construcción innovador en las edificaciones. Sin embargo, este material enfrenta el desafío crucial de mejorar su resistencia a compresión. La pregunta central es cómo la incorporación de polvo de cubierta de huevo en la composición del adobe compactado podría impactar positivamente en su resistencia a compresión.

Mejorar la capacidad de resistir las fuerzas de compresión del adobe compactado en Colpa Alta no solo puede aumentar la durabilidad y seguridad de las estructuras locales, sino que también ofrece una solución sostenible y económicamente viable para las necesidades de construcción de la comunidad. Al reutilizar los recursos diarios como las cáscaras de huevo, se podría fomentar prácticas constructivas más respetuosas y alineadas con el entorno local. Por lo tanto, fue esencial llevar a cabo una investigación empírica que explore esta solución.

La investigación se ha enfocado en evaluar el impacto de la inclusión de polvo de cubierta de huevo en la compresión de los adobes compactados en Colpa Alta. Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio utilizando diversas proporciones de polvo de cáscara de huevo en la mezcla con el adobe compactado.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cuál es el impacto de la inclusión de polvo de cáscara de huevo en la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

PE1: ¿Qué efecto ocasionará la adición de 2% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado?

PE2: ¿Qué efecto ocasionará la adición de 6% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado?

PE3: ¿Qué efecto ocasionará la adición de 10% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

OG: Analizar el impacto de la inclusión de polvo de cáscara de huevo en la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar el efecto de la adición de 2% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado.

OE2: Determinar el efecto de la adición de 6% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado.

OE3: Determinar el efecto de la adición de 10% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El propósito principal de la investigación ha sido descubrir soluciones más efectivas y sostenibles para las edificaciones que empleaban el adobe compactado como su material principal. Ante ello, la inclusión del polvo de cubierta de huevo ha surgido como una opción promisoría para potenciar la compresión de estos bloques.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Se basa en los principios geotécnicos y estructurales sólidos que estuvieron vinculados con la mecánica de suelos y la resistencia. La examinación de la compresión es esencial en campos como la ingeniería civil y la geotecnia, ya que permite la evaluación de la capacidad de carga del adobe compactado y la anticipación de su comportamiento frente a diversas condiciones de carga.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Se fundamenta en la necesidad de establecer un procedimiento meticuloso y preciso para analizar de manera exhaustiva los efectos derivados de la inclusión de polvo de cubierta de huevo en la compresión

del adobe compactado. Se contempló la aplicación de diversas técnicas de ensayo, siendo los ensayos de compresión la elección principal, con el objetivo de evaluar la compresión del bloque compactado que incorporaba distintas proporciones de polvo de cubierta de huevo.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Se dirigió hacia los impactos inmediatos generados en la compresión por la adición de polvo de cubierta de huevo en el adobe compactado. A pesar de esto, la evaluación completa de los efectos a largo plazo, como la durabilidad y la degradación con el tiempo, representó un desafío. La inclusión de polvo de cubierta de huevo pudo plantear consideraciones económicas y logísticas en proyectos de construcción, y estas limitaciones no fueron completamente abordadas en un entorno de investigación de laboratorio.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA

Se apoyó en una fundamentación científica sólida, especialmente en campos como la ingeniería civil, centrándose en aspectos relacionados con la resistencia y materiales de construcción. La existencia de investigaciones previas sobre la inclusión de polvo de cubierta de huevo en el adobe compactado contribuyó a respaldar y justificar el proyecto, aprovechando la literatura científica existente. Además, la relevancia teórica se sustentó en la importancia del tema para la construcción, ya que la mejora de la resistencia de los bloques compactados representa una inquietud compartida en diversos proyectos constructivos.

1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

Implica en determinar la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo la investigación, cubriendo los costos relacionados con materiales, equipamiento de laboratorio, personal de investigación y cualquier otro gasto asociado al proyecto. En nuestra situación, se ha contado con los recursos suficientes para realizar la investigación

centrada en el impacto de la inclusión del polvo de cubierta de huevo en la compresión del adobe compactado.

1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL

Se desarrolló un calendario exhaustivo que abarcó desde la fase de planificación hasta la difusión de los resultados. La evaluación de la factibilidad del proyecto implicó verificar si era viable completarlo en un periodo de tiempo razonable. Se garantizó la presencia de personal debidamente capacitado para llevar a cabo la investigación dentro del plazo establecido, reconociendo la importancia de este aspecto para cumplir con el cronograma propuesto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Guillén Guillén et al. (2022) el estudio tuvo como objetivo analizar la granulometría de un suelo proveniente de Cuauhtémoc, Villa Flores, Chiapas, México, con el fin de evaluar su viabilidad para la elaboración de BTC sin recurrir a estabilización química. A partir de la caracterización granulométrica y de los límites de consistencia, se identificaron configuraciones de mezcla que optimizaran el acomodo de partículas, ajustando rangos granulométricos, contenido de agua y presión de compactación. Los resultados demostraron que mediante un adecuado ajuste de la curva granulométrica, se logró incrementar significativamente la compresión axial de los BTC, pasando de 32.5 kg/cm² a 54.75 kg/cm². En conclusión, se evidenció que es posible alcanzar resistencias mecánicas elevadas en BTC sin el uso de estabilizantes químicos, siempre que se controle de manera precisa la granulometría, el contenido de humedad y la presión aplicada durante su elaboración, aportando una alternativa sostenible y eficiente para la construcción.

Castro et al. (2021) la presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la capacidad de bioprecipitación de carbonato de calcio (CaCO₃) utilizando bacterias extraídas de un suelo franco-limoso del municipio de Envigado, Antioquia. Para ello, se aplicó un nutriente natural formulado a base de cachaza de caña de azúcar y cal, con el propósito de mejorar la compresión de BTC elaborados a escala de laboratorio. Se evaluaron distintas concentraciones del nutriente, midiendo el pH del medio y la capacidad de precipitación de cada cepa bacteriana. Los resultados mostraron un esfuerzo máximo de 74.6 kPa, lo cual representa un aumento del 36.7 % respecto al grupo control sin

tratamiento y del 16.2 % en comparación con el grupo tratado solo con cal. En síntesis, la cachaza de caña de azúcar, considerada un residuo de origen agroindustrial, evidenció ser un insumo eficiente y sostenible para favorecer la bioprecipitación inducida por bacterias, mejorando notablemente las propiedades mecánicas de los BTC y ofreciendo una alternativa ecológica para el sector de la construcción.

Galarza-Viera et al. (2021) este estudio tuvo como objetivo evaluar la estabilización de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) utilizando aditivos naturales y reciclables, como la ceniza calcinada del bagazo de caña de azúcar (CBCA) como puzolana y el carbonato de calcio (CaCO_3) pulverizado de conchas marinas como agente cementante. Se caracterizó un suelo arcilloso base, mezclado con agregados finos y diferentes proporciones de CBCA y CaCO_3 , analizando su comportamiento físico y mecánico ante compresión, flexión, abrasión, capilaridad y erosión. La muestra CBCA07 presentó una actividad puzolánica del 72.16 % y una pérdida por ignición de 0.63 %. La mayor compresión fue de 4.26 MPa con 6 % de CBCA y 14 % de cal, mientras que una mezcla con 70 % de CBCA y 30 % de CaCO_3 alcanzó 1.32 MPa a los 28 días. En conclusión, la reutilización de residuos como el bagazo de caña y las conchas marinas mejora las propiedades de los BTC y favorece una construcción más sostenible y de bajo impacto ambiental.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Quiroz (2023) esta investigación tuvo como objetivo analizar el comportamiento del adobe compactado frente a esfuerzos de compresión y flexión, incorporando como refuerzo materiales alternativos como fibras de lana y flakes de tereftalato de polietileno (PET). Se cuantificaron estas resistencias y se compararon con los valores exigidos por la Norma Técnica de Edificaciones E.080. La muestra de control presentó una resistencia a la compresión de 23.17 Kg/cm², superando el valor mínimo de 10.2 Kg/cm². Al introducir fibras de lana en proporciones de 0.5%, 1% y 1.5%, se obtuvieron resistencias de 25.10 Kg/cm², 31.10 Kg/cm² y 32.22 Kg/cm². En el caso del PET, se

registraron resistencias de 26.56 Kg/cm², 23.85 Kg/cm² y 23.60 Kg/cm². En conclusión, los resultados evidenciaron que la incorporación de estos materiales reciclados mejora notablemente la resistencia del adobe compactado.

Medina Cercado (2022) la investigación tuvo como propósito evaluar el comportamiento mecánico, específicamente en compresión y flexión, de bloques de adobe compactado reforzados con vaina de bambú. Se analizaron los efectos de incorporar esta fibra en proporciones del 0.5%, 0.75% y 1%, con longitudes de 4 cm, 5 cm y 6 cm, en función del peso del suelo extraído de la cantera La Paccha, en Cajamarca. Los resultados mostraron que los bloques con 1%, 1.5% y 2% de refuerzo superaron tanto la resistencia del bloque de referencia (36.90 kg/cm²) como el mínimo establecido por la Norma Técnica de Edificaciones E.080 (10.20 kg/cm²). En particular, se registró un aumento del 82.49% en la resistencia a la compresión en las muestras con 0.75% de fibra de 5 cm, conforme a la norma UNE 41410 (AENOR, 2008). En las pruebas de flexión, los bloques con 1%, 1.5% y 2% de fibra alcanzaron resistencias de 13.25 kg/cm², 16.43 kg/cm² y 22.00 kg/cm², frente a los 8.90 kg/cm² del bloque patrón. En resumen, se concluyó que la incorporación de vaina de bambú mejora significativamente las propiedades estructurales del adobe compactado, superando la estimación inicial del 25% y cumpliendo con los criterios de la norma E.080 (MVCS, 2017).

Gaitán Paredes (2022) el objetivo de este estudio fue analizar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida (BTC) fabricados con suelos de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, ubicadas en el distrito de Tacabamba. Se buscó determinar si estos bloques cumplían con los criterios de la compresión establecidos por la Norma Técnica Peruana E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008). Tras el levantamiento topográfico y el análisis de suelos, se estabilizó el material con un 15% de cemento en relación al peso seco del suelo. Se elaboraron 35 bloques por cantera, alcanzando

resistencias promedio de 17.31 kg/cm² en Succhapampa, 17.35 kg/cm² en Cumpampa y 17.30 kg/cm² en La Laguna. Estos valores cumplen con lo exigido por las normas E.080 y UNE 41410, aunque no satisfacen los requerimientos de la norma E.070. En conclusión, los BTC estabilizados demostraron un buen desempeño estructural, posicionándose como una alternativa viable, sostenible y eficiente frente al adobe tradicional en viviendas rurales.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Medina Rosales (2024) el propósito central fue evaluar cómo influye la incorporación de polvo de hormigón reciclado en la resistencia a la compresión de bloques de tierra compactada, empleando un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental y muestreo no probabilístico. Los hallazgos mostraron una mejora significativa en la resistencia de los bloques con dicho aditivo, registrando un promedio de 74,00 kg/cm² frente a los 71,18 kg/cm² de los bloques convencionales, diferencia que resultó estadísticamente significativa ($t=177,771$; $p=0,001<0,05$). En síntesis, la adición de polvo de hormigón reciclado potencia de manera considerable la capacidad mecánica de los bloques de tierra y se presenta como una alternativa ecológica, eficiente y sostenible para la construcción, al fomentar la reutilización de residuos y el uso de materiales locales en soluciones constructivas innovadoras.

Fabián Díaz (2021) esta investigación se enfocó en examinar cómo influye la incorporación del aditivo impermeabilizante Perma-Zyme en la resistencia a la compresión de bloques de adobe compactado. El objetivo principal fue determinar si dicho aditivo mejora o reduce dicha resistencia, y comparar los resultados obtenidos con los criterios establecidos en la Norma Técnica de Edificaciones E.080. Las pruebas realizadas demostraron que el uso de Perma-Zyme aumenta significativamente la resistencia del adobe, superando los valores mínimos exigidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones. En los ensayos, los bloques tratados con cal en proporciones del 1%, 2% y 3%, junto con fibras de caucho en dosis de 0.5%, 1% y 1.5%, alcanzaron

resistencias de 17.10 kg/cm², 19.93 kg/cm² y 24.11 kg/cm², respectivamente. Estos valores representan un incremento del 71.91% respecto al bloque sin aditivos, que obtuvo una resistencia de 14.29 kg/cm². En conclusión, la investigación demuestra que la adición de Perma-Zyme como componente impermeabilizante mejora sustancialmente las propiedades estructurales del adobe compactado, superando los requisitos de la normativa vigente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ADOBE DE TIERRA COMPACTADA

El adobe compactado se elabora mezclando tierra y agua con un estabilizante, como el cemento. A diferencia del adobe tradicional, esta mezcla tiene una consistencia semi seca y se moldea de inmediato, evitando el proceso de secado previo. El material es comprimido en una máquina para alcanzar altas densidades antes de proceder al secado. Como resultado, el adobe compactado es más resistente y durable que el adobe convencional (Bedoya Montoya, 2018).

Figura 1

Adobe compactado



Nota. Adobes de tierra compactada en las cuales se compone de mayor cantidad de tierra y el resto de cemento más agua. Fuente: (Pérez, 2023).

La compresión controlada de la mezcla en una máquina es importante en la producción de adobe compactado. Este proceso busca alcanzar densidades significativamente mayores que las obtenidas con adobe convencional. La alta densidad contribuye a la mejora de las propiedades mecánicas del material, promoviendo una mayor resistencia y durabilidad en las estructuras construidas (Mompó, 2015).

El adobe compactado se distingue por su capacidad para resistir las tensiones ambientales y climáticas, lo que lo convierte en una opción robusta y sostenible. La presencia del agente estabilizante, como el cemento, refuerza la cohesión de la mezcla, proporcionando estabilidad estructural y resistencia a la descomposición (Pérez, 2023).

El bloque de tierra comprimida, se fabrica mezclando tierra (82.75%), arena (6.20%) y cemento (11.03%), materiales que deben ser previamente tamizados y estabilizados. Esta mezcla se compacta mediante una prensa manual con una caja metálica de 9.5 cm de altura, 22 cm de largo y 22 cm de ancho. Luego, el bloque se retira del molde y se deja secar durante un período de dos días a una semana, según el contenido de humedad (Arteaga Medina et al., 2011).

2.2.2. CÁSCARA DE HUEVO

Compuesta principalmente de carbonato de calcio (alrededor del 94%), que es una forma de calcita. Además del carbonato de calcio, también contiene pequeñas cantidades de proteínas y otros minerales, como magnesio y fósforo (Rodríguez, 2021).

La cáscara de huevo es conocida por su resistencia y rigidez debido al CaCO_3 en forma de microcristales. A pesar de ser frágil a nivel macroscópico, a nivel microscópico, la disposición de los cristales proporciona una estructura que confiere resistencia. La cáscara de huevo, cuando se procesa adecuadamente, puede tener aplicaciones en la elaboración de materiales sostenibles, como en la elaboración de concreto (Martí et al., 2022).

La reutilización de cáscaras de huevo en aplicaciones como mejoradores de suelos o materiales de construcción contribuyen en la reducción de residuos y fomentar prácticas más sostenibles. La producción de materiales a partir de cáscaras de huevo puede ser una alternativa más ecológica a ciertos procesos industriales convencionales (Villa, 1998).

2.2.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO

Para fabricar bloques de tierra comprimida que cumplan con los estándares de calidad y resistencia, es fundamental seguir las normativas vigentes, la NTC 5324 para bloques de suelo cemento, y realizar pruebas de desempeño. Las dimensiones más comunes son 14 cm de espesor, 9.5 cm de altura y 29.5 cm de largo, o bien 22 cm de ancho, 9.5 cm de alto y 22 cm de largo. Tras la fabricación y el proceso de curado, es necesario evaluar las propiedades físicas de los bloques, tales como su apariencia, textura y medidas. Los bloques aprobados deben estar libres de grietas, fisuras, daños en las esquinas o bordes, así como deformaciones (Arteaga Medina et al., 2011).

Según la normativa colombiana NTC 5324, se establece un procedimiento para evaluar la compresión de bloques de construcción. En este proceso, los bloques deben estar completamente secos y estabilizarse durante dos horas antes de la prueba. Se pesa cada bloque individualmente después de este período y se corta transversalmente, dividiéndolo en dos mitades. Estas mitades se superponen, asegurándose de que la cara destinada a la unión esté humedecida, y se coloca mortero de 10 mm de espesor entre las caras. Después de que el mortero ha endurecido durante al menos 48 horas, se miden las dimensiones de las caras superior e inferior de las probetas, calculando el promedio entre ambas. Se impregnan las caras con un pañete y se verifica la posición del centro (Arteaga Medina et al., 2011).

El ensayo de compresión se lleva a cabo aplicando una carga continua, con velocidad constante de 0.02 mm/s en función a la presión de presión de 0.15 Mpa/s y 0.25 Mpa/s, hasta que la probeta se rompe por completo. La normativa establece una fórmula específica para calcular los esfuerzos de rotura (R) en Mega Pascal (Mpa) durante este proceso (Arteaga Medina et al., 2011).

$$R=C/(S_b \times 10)$$

Donde c = carga de rotura del bloque, S_b = sección mínima del bloque.

2.2.4. ADITIVOS ALTERNATIVOS EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La construcción ha incorporado aditivos alternativos provenientes de residuos orgánicos, industriales y agroindustriales. Estos componentes innovadores se utilizan para mejorar propiedades físicas y mecánicas de materiales tradicionales como el concreto y el adobe, representando una alternativa ecológica y económica frente a los aditivos convencionales, muchas veces costosos y de alto impacto ambiental (Hernández et, al., 2021).

Estos aditivos pueden influir positivamente en características como la compresión, durabilidad y la absorción de agua. Materiales como la ceniza volante, cáscara de arroz, bagazo de caña o la cubierta de huevo actúan como puzolanas, micro rellenos o refuerzos dentro de matrices cementicias o de tierra. Además, su uso promueve el reciclaje de residuos y se alinea con los principios de la economía circular, permitiendo el aprovechamiento eficiente de recursos y brindando soluciones accesibles en zonas rurales (Cárcel at. al., 2022).

El empleo de aditivos alternativos también contribuye a mejorar contaminación al disminuir la cantidad de cemento requerida en las mezclas, lo que representa un aporte importante frente al cambio climático. No obstante, su implementación debe basarse en una

evaluación científica rigurosa, mediante ensayos experimentales y análisis estadísticos (Hernández et, al., 2021).

2.2.5. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y USO DE MATERIALES LOCALES

La construcción sostenible busca mejorar el impacto ambiental, difundiendo el uso eficiente de recursos y la reducción de residuos y emisiones contaminantes. Este enfoque considera el ciclo completo de vida del edificio, integrando factores sociales, económicos y ecológicos. Su objetivo es garantizar que las necesidades de construcción se satisfagan sin comprometer el bienestar de las futuras generaciones (Miranda Sara, 2020).

Dentro de esta óptica, el uso de materiales locales representa una estrategia clave, además, estos materiales, al estar adaptados al entorno, mejoran la eficiencia energética y favorecen la integración arquitectónica y cultural con el medio. Entre los materiales más utilizados comúnmente están el adobe, la tierra compactada y la madera, los cuales, además de ser sostenibles, pueden ser mejorados con tecnologías adecuadas (Valdivia et al., 2019).

Sin embargo, para implementar estos materiales de manera efectiva, es necesario que se cumplan con los estándares técnicos. Estudios rigurosos permiten asegurar su resistencia y durabilidad, lo que es fundamental para su aceptación en el ámbito profesional y normativo. Así, el uso de materiales locales no solo promueve prácticas constructivas más ecológicas, sino que también fortalece la economía local y la resiliencia de las comunidades (Albir Ribera, 2021).

2.2.6. ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LA CONSTRUCCIÓN

La economía circular propone transformar el modelo económico tradicional hacia un uso continuo y eficiente de los recursos, reduciendo los residuos y promoviendo la reutilización de materiales. En la construcción, esto implica diseñar edificios que faciliten su desmontaje y

el reciclaje de sus componentes al finalizar su vida útil. Así, se reduce la extracción de recursos naturales y el impacto ambiental del sector (Mendoza y Díaz, 2023).

Para aplicar la economía circular en la construcción, se prioriza el uso de materiales reciclables y sostenibles, como residuos agroindustriales o de demolición. Esto no solo mejora la eficiencia de los recursos, sino que también promueve la innovación en los materiales constructivos, utilizando aditivos alternativos para mejorar las propiedades del concreto y el adobe. Además, este enfoque es especialmente útil en áreas rurales o de bajos recursos, donde los materiales convencionales pueden ser costosos o difíciles de obtener (Torres et al., 2024).

La implementación de la economía circular en la construcción conlleva un marco normativo adecuado que respalde el uso de materiales reciclados y promueva buenas prácticas en el sector. Políticas públicas, incentivos económicos y la concientización de los profesionales son esenciales para hacer viable este modelo (Zapana Quispe, 2022).

Según Uribe, (2019), el paso hacia la economía circular en la construcción mejora la eficiencia en el uso de los recursos y genera soluciones sostenibles que benefician al medio ambiente y a las comunidades locales.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Aditivo: Sustancia añadida a un material para mejorar sus propiedades físicas, mecánicas. En el contexto del adobe, los aditivos pueden modificar la resistencia y otras características (Cárcel et al., 2022).

Alta densidad: Característica que indica la cantidad de materia presente en un volumen dado. En términos generales, cuando se menciona alta densidad, significa que hay una mayor concentración de sustancia en un espacio específico (Moreno, 2012).

Carbonato de calcio: Compuesto químico con la fórmula CaCO_3 . Considerado como una mineral presente en la tierra y se encuentra en diversas formas, como piedra caliza, mármol y tiza (Blanco Pinon et al., 2015).

Cohesión: Capacidad de un material para resistir fuerzas internas que intentar dividir sus partículas individuales. Es una propiedad fundamental que describe la fuerza interna que mantiene unido al material (Rodríguez, 2007).

Compactación: Proceso de densificación de un material mediante presión para aumentar su resistencia y reducir su porosidad. En la fabricación de adobe, la compactación es crucial para asegurar una adecuada resistencia a la compresión (Pérez, 2023).

Corte transversal: Un corte transversal es una representación gráfica o una sección de un objeto o estructura que se realiza perpendicularmente a su eje longitudinal (Rosa, 2020).

Cristales de calcita: Mineral que pertenece a los carbonatos. Se presenta en forma de cristales transparentes o translúcidos y tiene una estructura cristalina. Son prismáticos y a menudo muestran formas geométricas bien definidas (Llinares, 2006).

Desportillados: El término "desportillado" se utiliza comúnmente para describir la acción de desprender o romper pequeños fragmentos de material de la superficie de un objeto, especialmente cuando se trata de esquinas o bordes (Pérez White, 1992).

Durabilidad: Capacidad de un material para resistir los efectos del desgaste, el clima y otras condiciones ambientales a lo largo del tiempo. La durabilidad de los bloques de adobe es importante para asegurar la longevidad de las estructuras (Bedoya Montoya, 2018).

Estabilizante: Un estabilizante es un material o agente químico utilizado para mejorar las propiedades mecánicas de un suelo. El objetivo principal es aumentar la resistencia y estabilidad del suelo, especialmente en aplicaciones de construcción y pavimentación (Rivera et al., 2020).

Estructura porosa: La estructura porosa se refiere a la presencia de poros o espacios vacíos en un material. Estos poros pueden tener diferentes tamaños y formas (Moreno, 2012).

Humedad: Contenido de agua presente en un material. La humedad influye directamente en la compresión, ya que el exceso de agua puede debilitar el material (Miranda Sara, 2020).

Masa: Cantidad de material presente en un objeto. En el contexto del adobe, la masa se refiere a la cantidad de mezcla tierra, arcilla que se utilizan para fabricar el bloque, lo que influye en su resistencia a la compresión (Miranda Sara, 2020).

Mortero: Mezcla de materiales utilizada para unir y adherir los ladrillos de adobe entre sí. El mortero desempeña un papel crucial en la estabilidad y resistencia de la construcción de adobe, proporcionando cohesión a la estructura y contribuyendo a la formación de paredes sólidas (MVCS, 2010).

NTC 5324: Establece requisitos y procedimientos de evaluación para bloques de suelo cemento empleados en la construcción de muros y divisiones, define las especificaciones y detalla los métodos de prueba específicos para evaluar dichas características (NTC, 2004).

Sostenibilidad: Capacidad de un material para minimizar la contaminación y optimizar el uso de recursos. El uso de aditivos naturales contribuye a la sostenibilidad al aprovechar residuos en lugar de recursos vírgenes (Zapana Quispe, 2022).

Tensiones ambientales: Son situaciones de conflicto o presión relacionadas con el medio ambiente. Estas tensiones pueden surgir debido a la explotación insostenible de recursos naturales, la contaminación, el cambio climático, entre otros (Merlinsky, 2022).

Tierra: La tierra es un material complejo compuesto por minerales, materia orgánica, agua y aire. Los minerales constituyen la parte inorgánica de la tierra y están formados por elementos químicos como silicio, aluminio, hierro, calcio y otros y la materia orgánica en la tierra proviene de restos de

plantas y animales descompuestos, así como de microorganismos (Ruiz, 2017).

Vida útil: Periodo durante el cual un material o estructura mantiene sus propiedades físicas y funcionales, depende de la calidad de los materiales utilizados y las condiciones ambientales (Uribe, 2019).

Vertederos: Los vertederos son sitios diseñados para la disposición final de residuos sólidos, donde los desechos son depositados y acumulados y son utilizados para manejar la eliminación de basura y otros desechos, proporcionando un lugar controlado para su disposición (Gálvez, 2011).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: La inclusión de polvo de cáscara de huevo tiene un impacto significativo en la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024.

2.4.2. 2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

HE1: La adición de 2% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

HE2: La adición de 6% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

HE3: La adición de 10% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del adobe compactado.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Polvo de cáscara de huevo.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Polvo de cáscara de huevo.	La cáscara de huevo está compuesta principalmente de carbonato de calcio (alrededor del 94%), que es una forma de calcita. Además del carbonato de calcio, la cáscara de huevo contiene pequeñas cantidades de proteínas y otros minerales, como magnesio y fósforo (Rodríguez, 2021).	La cantidad que se añadirán se medirá con una balanza electrónica calibrada. Cabe recalcar que el peso estará establecido respecto del peso del cemento.	Adición de 2%, 6% y 10% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento.	Kilos (Kg)	
VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia a la compresión del adobe compactado.	La resistencia a la compresión del adobe compactado es una consideración crucial en la ingeniería civil, especialmente cuando se utiliza este material en la construcción de estructuras (Martínez Barrera, 2015).	La evaluación de la resistencia a la compresión se llevará a cabo mediante la realización de un experimento en el laboratorio. La instrumentación utilizada en este ensayo es conocida como una prensa hidráulica.	Resistencia a la compresión del adobe compactado con adición de 2%, 6% y 10% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento.	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Ficha de laboratorio del ensayo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada se caracteriza como una forma de investigación científica cuyo principal objetivo es la aplicación directa de los conocimientos y descubrimientos obtenidos que busca resolver problemas concretos en diversos campos (Quezada, 2010).

Si los resultados de la investigación fueran positivos, se pudo utilizar el polvo de cubierta de huevo como un agente estabilizante natural para incrementar la compresión de los adobes compactados.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque cuantitativo se basa en recolectar y examinar datos en forma numérica, reconocer tendencias y formular conclusiones. En resumen, implica emplear técnicas cuantitativas para medir y cuantificar variables, seguido del análisis estadístico de dichos datos. Este enfoque busca alcanzar objetividad, generalización y reproducibilidad en los resultados obtenidos (Hernández, 2018).

Mediante la investigación, se buscó proporcionar explicaciones para las fluctuaciones en la compresión de los adobes compactados que fueron mejorados mediante la adición de polvo de cubierta de huevo.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel explicativo se concentra en la capacidad de un estudio para proporcionar comprensión y explicaciones que vayan más allá de la descripción de los fenómenos observados. Al adoptar un enfoque explicativo, se busca entender las relaciones causales entre variables, identificar patrones y ofrecer explicaciones detalladas acerca de las razones por las cuales se producen ciertos fenómenos (Hernández, 2018).

El objetivo de la investigación consistió en analizar el comportamiento de la compresión en adobes compactados que contenían polvo de cubierta de huevo. Es fundamental resaltar que estos porcentajes fueron calculados en comparación con el contenido de cemento.

3.1.3. DISEÑO

Un diseño cuasiexperimental comparte similitudes con los diseños experimentales convencionales, aunque no cumple con todos los requisitos estrictos de un experimento completamente controlado. El investigador no tiene un control absoluto sobre la asignación de participantes a grupos o condiciones de estudio, debido a limitaciones éticas, logísticas o prácticas. A pesar de estas limitaciones, los diseños cuasiexperimentales permiten evaluar relaciones causales entre variables en situaciones donde llevar a cabo un experimento completamente controlado no sería práctico (Carrasco Díaz, 2015)

En nuestra situación, optamos por un muestreo no aleatorio, lo que implica que los grupos de análisis se determinarán de antemano para la realización del experimento.

NA GR 1.....X1.....R1
 NA GR 2.....X2.....R2
 NA GR 3.....X3.....R3
 NA GR 4.....__.....R4

Donde:

NA: No aleatorio

GR1, GR2 y GR3: Muestras de adobes compactado con adición de 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo.

GR4: Muestras de adobes compactado sin adición de polvo de cubierta de huevo.

X1, X2 y X3: Intervención de la variable independiente (Adición de polvo de cubierta de huevo en porcentajes de 2%, 6% y 10% respecto de la cantidad de cemento).

R1, R2 y R3: Resultados del ensayo de compresión de adobes compactados con adición de 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo.

R4: Resultados del ensayo de compresión de adobes compactado sin adición de polvo de cubierta de huevo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Conjunto total de elementos que comparten características y que son el enfoque del estudio. El tamaño y extensión de esta población pueden ser adaptados según los objetivos de la investigación. En algunas circunstancias, la población es extensa y la recopilación de datos de todos sus elementos es impracticable, lo que justifica el uso de muestras representativas (Pino Gotuzzo, 2018).

La población estuvo compuesta por un conjunto de adobes compactados que fueron mejorados mediante la inclusión de polvo de cubierta de huevo.

3.2.2. MUESTRA

La muestra no probabilística selecciona sin recurrir a un método de elección al azar. Esto significa no todos los miembros de la población tienen igual posibilidad de ser seleccionados. La selección de participantes o elementos se realiza de manera deliberada o conveniente, a menudo basada en criterios específicos que el investigador considera pertinentes (Quezada Lucio, 2010).

Los ejemplares de adobes compactados presentarán medidas de 14 cm x 9.5 cm x 29.5 cm. A continuación, se describen las muestras que se tomarán en cuenta para el experimento.

Tabla 1

Descripción de las muestras

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE COMPRESION	NÚMERO DE MUESTRAS
Especímenes de adobes compactados sin adición de polvo de cáscara de huevo.	15
Especímenes de adobes compactados con adición de 2% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento	15
Especímenes de adobes compactados con adición de 6% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento.	15
Especímenes de adobes compactados con adición de 10% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento.	15
TOTAL=	60

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica principal de recolección de datos fue el ensayo experimental de laboratorio, específicamente el ensayo de compresión aplicado a bloques compactado con adición de polvo de cubierta de huevo. Esta técnica permitió obtener datos cuantitativos sobre la resistencia mecánica del material, siguiendo el protocolo establecido por la norma, adaptada al tipo de muestra utilizada.

Como instrumento de recolección, se utilizó una máquina universal de ensayos (prensa hidráulica), que registró con precisión la carga máxima soportada por cada bloque hasta su falla. Este equipo fue calibrado previamente para garantizar lecturas confiables y uniformes. Asimismo, se empleó una balanza electrónica de precisión para determinar la masa unitaria seca de cada probeta.

Complementariamente, se aplicó la técnica de observación directa mediante una ficha de registro de laboratorio, donde se documentaron

aspectos como el tipo de fisuración, forma de ruptura y comportamiento del material al momento de la carga. Esta técnica permitió complementar los datos cuantitativos con evidencia visual, enriqueciendo el análisis del comportamiento del adobe modificado.

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En la investigación se emplea la observación directa como método de recolección de datos, lo que permite obtener información precisa sobre las variables en estudio. Además, se utilizan técnicas de laboratorio cuando es necesario el uso de instalaciones especializadas para obtener los datos. Se han fabricado los adobes compactados con polvo de cubierta de huevo en diferentes proporciones respecto del peso del cemento.

Estas proporciones incluyen el 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo, con 15 muestras elaboradas para cada nivel de adición, además de las muestras patrón sin esta adicción. Los bloques fueron sometidos a pruebas de compresión, sumando un total de 60 muestras a ser ensayadas.

Todas las muestras fueron debidamente identificadas y el proceso experimental se documentó mediante fotografías para asegurar una mejor comprensión.

Figura 2

Muestra de tierra extraída de Colpa Alta



Figura 3

El pesaje de la tierra para el ensayo granulométrico



Figura 4

Preparación para el ensayo granulométrico



Figura 5

Vibrado manual de los tamices



Figura 6

Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices



Figura 7

Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices



Figura 8

Pesaje de la muestra



Figura 9

Preparación de la muestra para el ensayo Casagrande



Figura 10

Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande



Figura 11

Trazo de hendidura con el acanalador de bronce



Figura 12

Golpes del suelo con la Casagrande



Figura 13

Muestra después del ensayo de Casagrande



Figura 14

Muestra de Casagrande



Figura 15

Prueba limite plástico



Figura 16

Pesaje muestras elipsoides



Figura 17

Pesajes del 2% de polvo de cubierta de huevo



Figura 18

Pesajes del 6% de polvo de cubierta de huevo



Figura 19

Pesajes del 10% de polvo de cubierta de huevo



Figura 20

Humedecemos la tierra



Figura 21

Se agrega las adiciones en la mezcla húmeda de la tierra



Figura 22

Adición de la mezcla de tierra a la máquina de ladrillos comprimido



Figura 23

Procedimiento de compresión del ladrillo



Figura 24

Procedimiento de compresión del ladrillo



Figura 25

Desmoldeo de los ladrillos comprimidos



Figura 26

Adobes compactados



Figura 27

Prueba a compresión adobes compactados patrón



Figura 28

Rotura de adobes compactados



Figura 29

Rotura de adobes compactados con 2% de polvo de cubierta de huevo



Figura 30

Rotura de adobes compactados con 2% de polvo de cubierta de huevo



Figura 31

Rotura de adobes compactados con 6% de polvo de cubierta de huevo



Figura 32

Rotura de adobes compactados con 10% de polvo de cubierta de huevo



3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se utilizaron tablas y gráficos de frecuencias para presentar los datos de resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado, tanto con cómo sin la incorporación de polvo de cubierta de huevo, con el propósito de facilitar su análisis e interpretación. Estas herramientas permitieron organizar los valores de manera clara y estructurada, mostrando la distribución de los datos de forma visual y destacando fácilmente posibles valores atípicos y patrones significativos. Las representaciones gráficas fueron elaboradas con el software Microsoft Excel, el cual se destacó por su eficiencia en la creación y edición de tablas y gráficos, agilizando significativamente el proceso de análisis de los resultados obtenidos.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

El programa estadístico SPSS, versión 25, se empleó para analizar y comprender los resultados obtenidos en el estudio de la compresión de adobes compactados, fabricados con la adición de diversas proporciones de polvo de cubierta de huevo. Mediante este enfoque

metodológico, fue posible contrastar las hipótesis planteadas, utilizando técnicas de estadística inferencial que facilitaron la validación o el rechazo de las mismas, en función de la evidencia empírica recopilada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección se expone el análisis de los datos de la compresión de las muestras, obtenidos a través de ensayos realizados en el laboratorio de suelos y concreto.

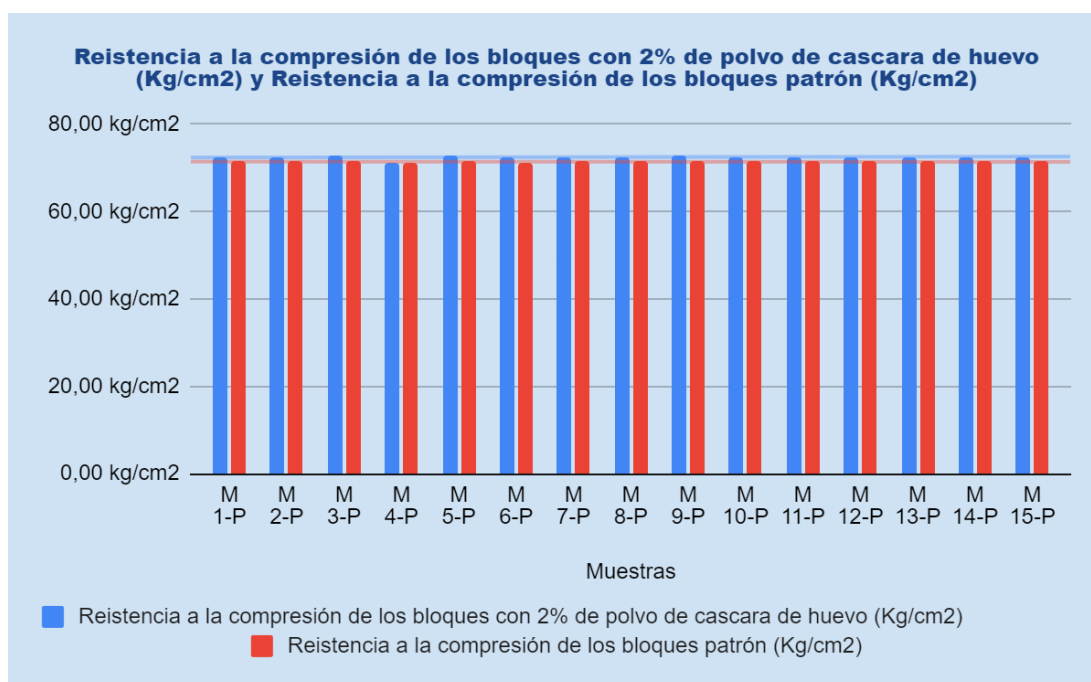
Tabla 2

Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo

Muestras	F'c de los adobes compactados con 2% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm2)	F'c de los adobes compactados patrón (Kg/cm2)
M 1-P	72,54	71,39
M 2-P	72,55	71,40
M 3-P	72,75	71,60
M 4-P	71,29	71,29
M 5-P	72,75	71,60
M 6-P	72,53	71,38
M 7-P	72,56	71,41
M 8-P	72,54	71,40
M 9-P	72,76	71,61
M 10-P	72,55	71,40
M 11-P	72,54	71,39
M 12-P	72,54	71,39
M 13-P	72,56	71,41
M 14-P	72,55	71,40
M 15-P	72,55	71,40

Figura 33

Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo



Interpretación

La figura muestra, la mayor compresión registrada en los bloques compactados con 2% de polvo de cubierta de huevo que fue 72,76 kg/cm². Frente a los bloques patrón alcanzaron un valor máximo de 71,61 kg/cm².

Tabla 3

Medias de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo

Media	Valor	Unidades
F'c de los bloques con 2% de polvo de cubierta de huevo.	72,50	Kg/cm2
F'c de los bloques patrón.	71,43	Kg/cm2

Interpretación

La tabla muestra, el valor medio de la compresión de los bloques compactados patrón es 71,43 kg/cm², y para los bloques con 2% de polvo de cubierta de huevo, la media es 72,50 kg/cm². Al comparar estos valores, se concluye que los bloques compactados con un 2% de polvo de cubierta de huevo presentan mayor resistencia.

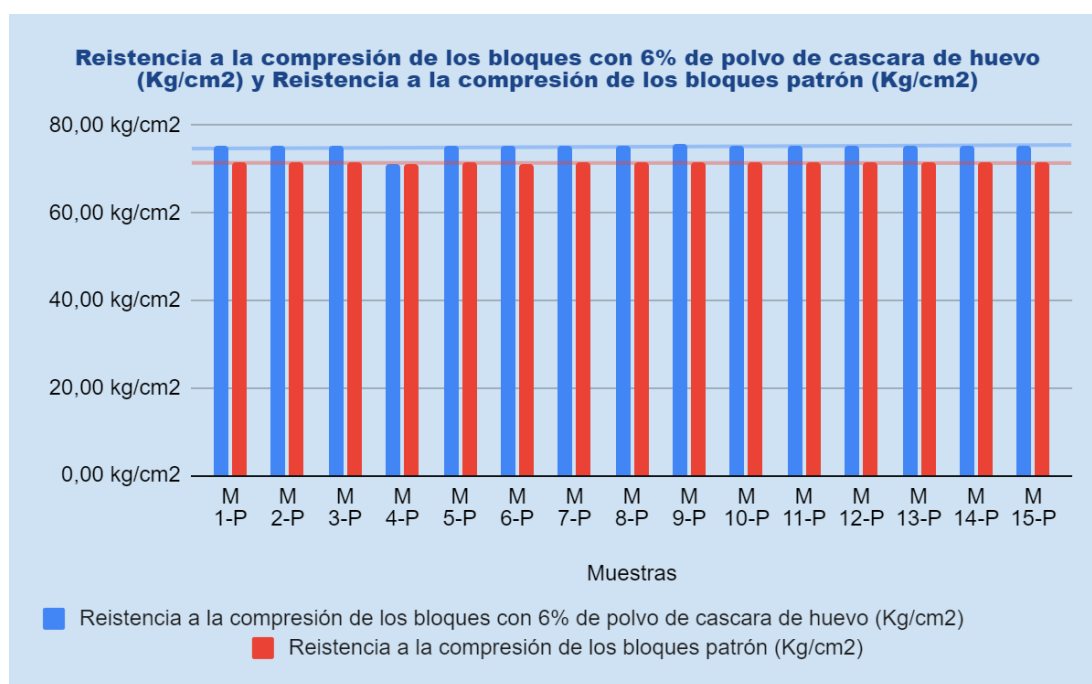
Tabla 4

Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo

Muestras	F'c de los BTC con 6% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm2)	F'c de los bloques patrón (Kg/cm2)
M 1-P	75,35	71,39
M 2-P	75,37	71,40
M 3-P	75,57	71,60
M 4-P	71,29	71,29
M 5-P	75,57	71,60
M 6-P	75,35	71,38
M 7-P	75,37	71,41
M 8-P	75,36	71,40
M 9-P	75,58	71,61
M 10-P	75,37	71,40
M 11-P	75,35	71,39
M 12-P	75,36	71,39
M 13-P	75,37	71,41
M 14-P	75,36	71,40
M 15-P	75,37	71,40

Figura 34

Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo



Interpretación

La figura muestra, la compresión más elevada en los bloques compactados se obtuvo al incorporar un 6% de polvo de cubierta de huevo alcanzando un valor de 75,58 kg/cm². En contraste, los bloques patrón lograron un valor de 71,61 kg/cm².

Tabla 5

Medias de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo

Media	Valor	Unidades
F'c de los bloques con 6% de polvo de cubierta de huevo.	75,13	Kg/cm2
F'c de los bloques patrón.	71,43	Kg/cm2

Interpretación

La tabla muestra el valor medio de la compresión de los bloques compactados patrón es 71,43 kg/cm², y para los bloques con la adición del 6% de polvo de cubierta de huevo la media es 75,13 kg/cm². Al comparar estos valores, se concluye que los bloques de adobe compactado con un 6% de adición de polvo de cubierta de huevo presentan mayor resistencia.

Tabla 6

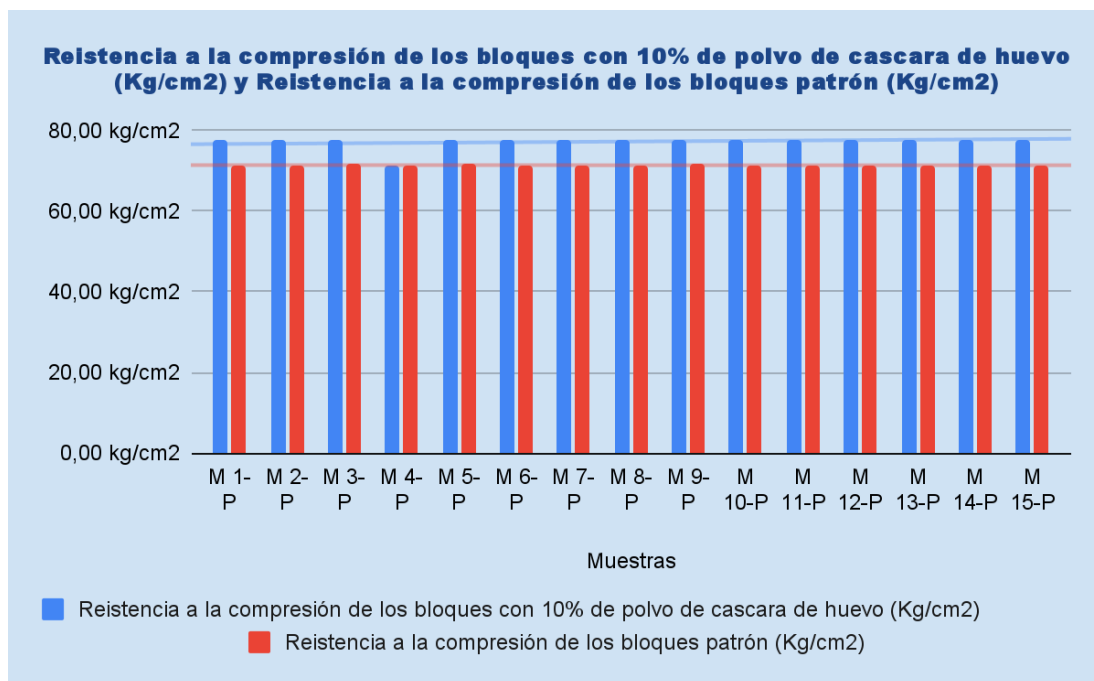
Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo

Muestras	F'c de los BTC con 10% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm2)	F'c de los bloques patrón (Kg/cm2)
M 1-P	77,68	71,39
M 2-P	77,69	71,40
M 3-P	77,89	71,60
M 4-P	71,29	71,29
M 5-P	77,89	71,60
M 6-P	77,67	71,38
M 7-P	77,70	71,41
M 8-P	77,68	71,40
M 9-P	77,90	71,61
M 10-P	77,69	71,40

M 11-P	77,68	71,39
M 12-P	77,68	71,39
M 13-P	77,70	71,41
M 14-P	77,69	71,40
M 15-P	77,69	71,40

Figura 35

Resultado de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo



Interpretación

La figura muestra, el mayor valor de la compresión en los bloques compactados se alcanzó al incorporar un 10% de polvo de cubierta de huevo logrando un valor de 77,90 kg/cm². En comparación, los bloques patrón obtuvieron como máximo 71,61 kg/cm².

Tabla 7

Medias de la compresión muestras patrón y con 10% de polvo de cubierta de huevo

Media	Valor	Unidades
F'c de los bloques con 10% de polvo de cubierta de huevo.	77,30	Kg/cm ²
F'c de los bloques patrón.	71,43	Kg/cm ²

Interpretación

La tabla muestra el valor medio de la compresión de los bloques compactados patrón es 71,43 kg/cm², y para los bloques con la adición del 10% de polvo de cubierta de huevo, la media es 77,30 kg/cm². Al comparar estos valores, se concluye que los bloques de adobes compactados con un 10% de adición de polvo de cubierta de huevo presentan mayor resistencia.

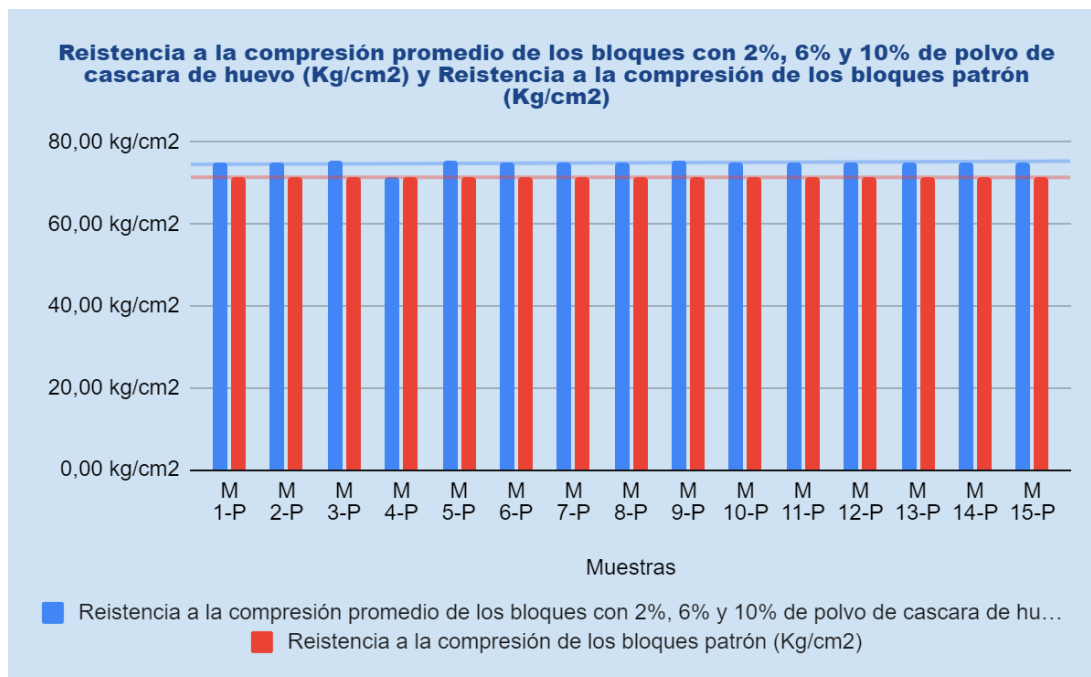
Tabla 8

Resultado de la compresión promedio de las muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo

Muestras	F'c promedio de los BTC con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm²)	F'c de los bloques patrón (Kg/cm²)
M 1-P	75,19	71,39
M 2-P	75,21	71,40
M 3-P	75,40	71,60
M 4-P	71,29	71,29
M 5-P	75,40	71,60
M 6-P	75,18	71,38
M 7-P	75,21	71,41
M 8-P	75,20	71,40
M 9-P	75,41	71,61
M 10-P	75,21	71,40
M 11-P	75,19	71,39
M 12-P	75,20	71,39
M 13-P	75,21	71,41
M 14-P	75,20	71,40
M 15-P	75,21	71,40

Figura 36

Resultado de la compresión promedio muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo



Interpretación

La figura muestra que la compresión promedio más elevada de los bloques compactados, con la incorporación del 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo fue de 75,41 kg/cm². En contraste, los bloques patrón registraron un valor máximo de 71,61 kg/cm².

Tabla 9

Medias de la compresión promedio muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo

Media	Valor	Unidades
F'c promedio de los bloques con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo.	74,98	Kg/cm2
F'c de los bloques patrón.	71,43	Kg/cm2

Interpretación

La tabla muestra el valor medio de la compresión de los bloques compactados patrón es 71,43 kg/cm², y para el promedio de los bloques con adición del 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo, la media es 74,98

kg/cm². Al comparar estos valores, se concluye que los bloques compactados con un 2%, 6% y 10% de adición de polvo de cubierta de huevo presentan mayor resistencia.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El análisis de las hipótesis se llevó a cabo utilizando el software estadístico SPSS.

Para la hipótesis general

HG: La inclusión de polvo de cubierta de huevo tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024.

HG: La inclusión de polvo de cubierta de huevo no tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

Tabla 10

Test de normalidad de la compresión promedio muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de los bloques patrón (Kg/cm ²)	,390	15	,001	,718	15	,001
F'c promedio de los BTC con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm ²)	,510	15	,001	,346	15	,001

Interpretación:

Se aplicó la normalidad Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de las muestras era inferior a 30 unidades. Los datos no presentan una distribución normal, tanto en la compresión promedio de los adobes compactados con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo ($p=0,001<0,05$), como en los bloques

patrón ($p=0,001<0,05$). Por lo tanto, se usa U de Mann-Whitney para muestras independientes que es un análisis no paramétrico.

Análisis inferencial para la hipótesis general

Tabla 11

Test U Mann-Whitney de la compresión promedio de muestras patrón vs. con 2%, 6% y 10% de polvo de cubierta de huevo

Estadísticos de prueba	
F'c bloques compactados (Kg/cm2).	
U de Mann-Whitney	14,500
W de Wilcoxon	134,500
Z	4,089
Sig. asintótica(bilateral)	,001
Significación exacta	,001
[2*(sig. unilateral)]	

Interpretación

El análisis realizado mediante el software estadístico SPSS acepta la hipótesis alterna, indicando que la incorporación de polvo de cubierta de huevo influye significativamente en la compresión de los adobes compactados en Colpa Alta - Huánuco - 2024, con un resultado de ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 1:

HE1: La adición de 2% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

HE1: La adición de 2% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento no tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 12

Test de normalidad de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de los bloques patrón (Kg/cm2).	,390	15	,001	,718	15	,001
F'c de los BTC con 2% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm2).	,463	15	,001	,471	15	,001

Interpretación

Se aplicó la normalidad Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de las muestras estudiadas es menor a 30. Los resultados mostraron que los datos no cumplen con el criterio de normalidad, tanto para la compresión promedio de los adobes compactados con 2% de polvo de cubierta de huevo ($p=0,001<0,05$) como para la resistencia de los adobes patrón ($p=0,001<0,05$). Por lo tanto, se usa U de Mann-Whitney para muestras independientes que es un análisis no paramétrico.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

Tabla 13

Test U Mann-Whitney de la compresión muestras patrón vs. con 2% de polvo de cubierta de huevo

Estadísticos de prueba	
F'c bloques compactados (Kg/cm2).	
U de Mann-Whitney	14,500
W de Wilcoxon	134,500
Z	4,087
Sig. asintótica(bilateral)	,001
Significación exacta	,001
[2*(sig. unilateral)]	

Interpretación

El análisis efectuado con el software estadístico SPSS permitió aceptar la hipótesis alterna, la cual señala que la incorporación del 2% de polvo de cubierta de huevo en relación al peso del cemento influye de manera significativa en la compresión del adobe compactado, con un valor de contraste de ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 2:

HE2: La adición de 6% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

HE2: La adición de 6% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento no tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 14

Test de normalidad de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de los bloques patrón (Kg/cm ²).	,390	15	,001	,718	15	,001
F'c de los BTC con 6% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm ²).	,514	15	,001	,345	15	,001

Interpretación

Se aplicó la normalidad Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de las muestras era menor a 30. Los resultados mostraron que los datos no cumplen con el requisito de normalidad, tanto para la compresión promedio de los bloques con un 6% de polvo de cubierta de huevo ($p=0,001<0,05$), como para

la compresión de los bloques patrón ($p=0,001<0,05$). Por lo tanto, se usa U de Mann-Whitney para muestras independientes que es un análisis no paramétrico.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

Tabla 15

Test U Mann-Whitney de la compresión muestras patrón vs. con 6% de polvo de cubierta de huevo y muestras patrón

Estadísticos de prueba	
F'c de bloques compactado (Kg/cm2).	
U de Mann-Whitney	14,500
W de Wilcoxon	134,500
Z	4,090
Sig. asintótica(bilateral)	,001
Significación exacta	,001
[2*(sig. unilateral)]	

Interpretación

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alterna en la cual nos indica que la adición de 6% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la compresión del bloque compactado. Con una contrastación de ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 3:

HE3: La adición de 10% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

HE3: La adición de 10% de polvo de cubierta de huevo respecto del peso del cemento no tiene un efecto significativo en la compresión del adobe compactado.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 16

Test de normalidad de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c de los bloques patrón (Kg/cm2).	,390	15	,001	,718	15	,001
F'c de los BTC con 10% de polvo de cubierta de huevo (Kg/cm2).	,521	15	,001	,322	15	,001

Interpretación

Se aplicó la normalidad Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de las muestras era menor a 30. Los resultados mostraron que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad, tanto para la compresión promedio de los bloques de compactados con un 10% de polvo de cubierta de huevo ($p=0,001<0,05$), como para la compresión de los bloques patrón ($p=0,001<0,05$). Por lo tanto, se usa U de Mann-Whitney para muestras independientes que es un análisis no paramétrico.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

Tabla 17

Test U Mann-Whitney de la compresión muestras patrón vs. con 10% de polvo de cubierta de huevo

Estadísticos de prueba	
	F'c bloques compactados (Kg/cm2).
U de Mann-Whitney	14,500
W de Wilcoxon	134,500
Z	4,087
Sig. asintótica(bilateral)	,001
Significación exacta	,001
[2*(sig. unilateral)]	

Interpretación

El análisis efectuado con el software estadístico SPSS permite aceptar la hipótesis alterna, indicando que la incorporación del 10% de polvo de cubierta de huevo en relación al peso del cemento influye significativamente en la compresión del bloque compactado, con un resultado de contraste ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Medina Cercado (2022), evidenció un aumento significativo en la resistencia a compresión y flexión de los adobes compactados con la adición de fibra de bambú, nuestra investigación encontró que la incorporación del 2% de polvo de cáscara de huevo presentó el valor más bajo de la compresión, alcanzando un promedio de 72,50 kg/cm² en comparación con los bloques patrón, que registraron 71,43 kg/cm². Mientras que Medina Cercado logró demostrar que la fibra de bambú mejora sustancialmente el desempeño mecánico del adobe, en nuestro caso, la adición del polvo de cáscara de huevo en este porcentaje no generó una variación significativa en la resistencia del material. No obstante, estos resultados resaltan la necesidad de seguir explorando el uso de aditivos sostenibles en la mejora del adobe compactado, evaluando no solo su influencia en la resistencia mecánica, sino también en otras propiedades que puedan optimizar su desempeño y viabilidad en la construcción sostenible.

Guillén et al. (2022) demostraron que mediante un adecuado ajuste de la curva granulométrica, se logró incrementar significativamente la compresión axial de los bloques de tierra comprimida (BTC), pasando de 32.5 kg/cm² a 54.75 kg/cm². En nuestra investigación, se encontró que la incorporación del 6 % de polvo de cáscara de huevo permitió alcanzar una compresión promedio de 75.58 kg/cm² superior a la muestra patrón 71,43 kg/cm². Mientras que el estudio de Guillén evidenció que es posible obtener resistencias mecánicas elevadas en BTC sin el uso de estabilizantes químicos, siempre que se controle de manera precisa la granulometría, el contenido de humedad y la presión aplicada durante su elaboración, nuestra investigación demuestra que la adición de polvo de cáscara de huevo también mejora significativamente la compresión, aunque bajo un enfoque distinto. Estos hallazgos aportan

alternativas sostenibles y eficientes para la construcción, destacando diferentes estrategias de optimización del BTC.

En comparación con el estudio realizado por Quiroz Ñontol (2023), que demostró un incremento en la compresión y flexión del adobe compactado mediante la sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana, nuestra investigación encontró que la incorporación del 10% de polvo de cáscara de huevo en los bloques de adobe compactado permitió alcanzar una compresión de 77,30 kg/cm², superando el valor obtenido en los bloques patrón, que fue de 71,43 kg/cm². Mientras que Quiroz Ñontol evidenció que la adición de fibras de lana y flakes de PET mejoraba significativamente las propiedades mecánicas del adobe, en nuestro estudio se confirmó que el polvo de cáscara de huevo también representa una alternativa viable para optimizar la resistencia del material, alcanzando valores notoriamente superiores.

En comparación con la investigación de Fabián Díaz (2021), que evidenció un aumento en la compresión de los adobes compactados mediante la adición del aditivo impermeabilizante perma-zyme, nuestra investigación encontró que la incorporación de 2%, 6% y 10% de polvo de cáscara de huevo respecto al peso del cemento permitió alcanzar un valor medio a compresión de 74,98 kg/cm², superando el valor obtenido en los bloques patrón, que fue de 71,43 kg/cm². Mientras que Díaz demostró que el uso de aditivos impermeabilizantes y la incorporación de cal y fibras de caucho incrementan la capacidad mecánica del adobe compactado, nuestros resultados evidencian que la adición de polvo de cáscara de huevo también genera una mejora en la compresión, aunque bajo un enfoque distinto.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

Para el objetivo general: Analizar el impacto de la inclusión de polvo de cáscara de huevo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024, se concluye que existe un impacto significativo en la compresión de los adobes compactados al incluir polvo de cáscara de huevo. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión del adobe compactado aumenta al utilizar 2%, 6% y 10% de polvo de huevo, con una media de 74,98 kg/cm², en comparación con los adobes patrón, cuya compresión promedio es de 71,43 kg/cm².

Para el objetivo específico 1: Determinar el efecto de la adición de 2% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado, se concluye que existe un efecto significativo en la compresión de los bloques adobe compactado al agregar 2% de polvo de cáscara de huevo. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión de los adobes compactados aumenta al utilizar 2% de polvo de cáscara de huevo, con una media de 72,50 kg/cm², en comparación con los bloques de adobe patrón, cuya compresión promedio es de 71,43 kg/cm².

Para el objetivo específico 2: Determinar el efecto de la adición de 6% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado, se concluye que existe un efecto significativo en la compresión de los bloques adobe compactado al agregar 6% de polvo de cáscara de huevo. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión de los bloques de adobe compactado aumenta al utilizar 6% de polvo de cáscara de huevo, con una media de 75,13 kg/cm², en comparación con los bloques de adobe patrón, cuya compresión promedio es de 71,43 kg/cm².

Para el objetivo específico 3: Determinar el efecto de la adición de 10% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento en la compresión del adobe compactado, se concluye que existe un efecto significativo en la compresión de los bloques adobe compactado al agregar 10% de polvo de cáscara de huevo. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=14,500$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión de los bloques de adobe compactado aumenta al utilizar 10% de polvo de cáscara de huevo, con una media de 77,30 kg/cm², en comparación con los bloques de adobe patrón, cuya compresión promedio es de 71,43 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Realizar estudios que analicen el desempeño de bloques compactados con polvo de cáscara de huevo frente a cargas dinámicas, como vibraciones y sismos, para determinar su aplicabilidad en zonas sísmicas del Perú.

Investigar la resistencia del material a lo largo del tiempo, considerando factores como la exposición a agentes climáticos (lluvia, humedad, cambios de temperatura) y el deterioro natural.

Explorar las propiedades térmicas y acústicas para determinar su eficiencia en la construcción de edificaciones energéticamente sostenibles.

Experimentar con diferentes proporciones de polvo de cáscara de huevo y combinarlo con otros materiales reciclados o estabilizantes naturales para optimizar sus propiedades mecánicas y físicas.

Ampliar el uso del polvo de cáscara de huevo a otros elementos constructivos de tierra, como tapiales, ladrillos de suelo-cemento o bloques inter trabados.

Evaluar la viabilidad económica de utilizar polvo de cáscara de huevo a mayor escala, considerando aspectos sociales y culturales en comunidades rurales y urbanas.

Analizar el impacto ambiental del uso del polvo de cubierta de huevo en la construcción, tanto en la reducción de residuos como en la disminución de la explotación de recursos naturales.

Comparar el efecto del polvo de cubierta de huevo con otros aditivos de origen natural o reciclado, como ceniza volcánica, fibras vegetales o polímeros reciclados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abud, L. (2005). *Todo Sobre Jabones*. Albatros Ediciones.
- Albir Ribera, A. (2021). Análisis de materiales sostenibles, ciclo de vida y su aplicación en construcción. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- Alejandro Sánchez, F. J. (2002). *Historia, caracterización y restauración de morteros*. Universidad de Sevilla.
- Arteaga Medina, K. T., Humberto Medina, Ó., & Gutiérrez Junco, Ó. J. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*.
- Bedoya Montoya, C. M. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *in Revista de Arquitectura*.
- Blanco Pinon, A., Salinas Rodriguez, E., & Hernandez Avila, J. (2015). *Carbonato de Calcio En Mexico*. OmniaScience.
- Bringas Segura, A. A., & Ruiz Castillo, M. L. (2020). Influencia del uso de la goma natural de cordia lutea en la resistencia a compresión, módulo de elasticidad y succión del tapial en el centro poblado cungunday, distrito de charat (Otuzco). Universidad Privada Antenor Orrego.
- Cabrera Zambrano, P. (2023). *Aportación a la arquitectura ecuatoriana desde la iconografía ancestral andina*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cárcel Carrasco, J., Martínez Corral, A., & Llinares Millán, J. (2022). Alternativas ecológicas de los amateriales tradicionales en la construcción sostenible. Dialnet.
- Castro Silva, D. (2021). Implementación de aditivos para mejorar la absorción y la resistencia de los adobes tradicionales, en el Centro Poblado de Pedrosa-Amarilis-2021. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Castro, V. I., Rodríguez, D. C., & Vega-Posada, C. A. (2021). Bioprecipitación Inducida con Cachaza de Caña de Azúcar como Mecanismo Potenciador para El Mejoramiento Estructural de Bloques de Tierra Comprimida. *Revista EIA*, 18(35), 153-172.

- Chávez Pérez, D. Z. (2022). Sistema constructivo mixto de tapia y bambú para la construcción de vivienda rural en zonas vulnerables de Colima. Instituto Tecnológico de Colima.
- Cid Falceto, J. (2012). Durabilidad de los bloques de tierra comprimida: Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción. Universidad Politécnica de Madrid.
- Contreras Moreto, J. A., Lozano Quispe, J., & Zurita Herrera, A. (2019). Resistencia a la Compresión y Absorción del Adobe Estabilizado con Confitillo. Universidad Nacional de Jaén.
- Coss, M. (2004). *LIBRO DEL JABÓN ARTESANAL, EL (color)*. Paidotribo.
- Fabián Díaz, J. S. (2021). Análisis de la resistencia de unidades de adobe compactado con aditivos impermeabilizantes Perma-Zyme, Huánuco-2019. UDH. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2963>
- Gaitán Paredes, E. (2022). Evaluación de bloques de tierra comprimida (btc) con fines de albañilería, Tacabamba, Chota. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota.
- Galarza-Viera, J. L., Hernández-Olivares, F., & Arcones-Pascual, G. (2021). Estabilización de bloques de tierra comprimida (BTC) por adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y óxido de calcio recuperado de conchas marinas. *Anales de Edificación*, 7(1), 30-40.
- Gálvez Pérez, A. (2011). *Tratamiento de Lixiviados de Vertederos de Residuos Urbanos*. Editorial Académica Española.
- Guillén Guillén, C. A., Muciño Vélez, A., & Guerrero Baca, L. F. (2022). Optimización del proceso de elaboración de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) mediante el control granulométrico de las partículas del Suelo. *Nova scientia*, 13(27).
- HARROLD, L. L. (2017). *Absorcion del Agua Por El Suelo: Experimentos Para Estudiantes de Secundaria (Classic Reprint)*. Fb&c Limited.
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández Zamora, M. F., Jimenez Martinez, S., & Sánchez Monge, J. I. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. Scielo.

- Hoz Onrubia, J. d., Maldonado Ramos, L., & Vela Cossío, F. (2003). *Diccionario de construcción tradicional: tierra*. Editorial Nerea.
- Iano, Y., Saotome, O., Kemper Vásquez, G. L., Cotrim Pezzuto, C., Arthur, R., & Gomes de Oliveira, G. (Edits.). (2022). *Proceedings of the 7th Brazilian Technology Symposium (BTSym'21): Emerging Trends in Human Smart and Sustainable Future of Cities (Volume 1)*. Springer International Publishing.
- Kasper, C. (2019). *El placer del jabón natural: Cómo elaborar el mejor jabón vegetal en tu propia cocina*. (L. Ibarrola Izquierdo, Trad.) Babelcube Incorporated.
- Llinares, N. (2006). *Cristales de sanación: Guía de minerales, piedras y cristales de sanación*. Editorial Edaf, S.L.
- Martí, M., Kortajarena, J., & Piper, A. (7 de December de 2022). *La cáscara de huevo y sus propiedades en la salud*. Recuperado el 22 de January de 2024, de HOLA: <https://www.hola.com/estar-bien/20221207222424/cascara-huevo-propiedades-salud/>
- Medina Cercado, S. (2022). Resistencia a compresión y flexión de bloques de adobe compactado con adición de vaina de bambú, Cajamarca, 2022. UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32531>
- Medina Rosales, A. C. (2024). Uso del polvo agregado fino del concreto reciclado para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba - Huánuco - 2024. Huánuco: Universidad de Huanuco.
- Mendoza Rangel, J. M., & Díaz Aguilera, J. H. (2023). Economía circular en la industria latinoamericana del cemento y el concreto: una solución sustentable de diseño, durabilidad, materiales y procesos. Scielo.
- Merlinsky, G. (2022). *Política, derechos y justicia ambiental. El conflicto del Riachuelo*. Fondo de Cultura Económica Argentina.
- Mileto, C., Vegas López-Manzanares, F., Vegas, F., & Cristini, V. (Edits.). (2012). *Rammed Earth Conservation*. Taylor & Francis.
- Miranda Sara, L. (2020). La construcción sostenible al alcance de todos. Colegio de Ingenieros.
- Mompó, M. (22 de June de 2015). *Construcción sostenible: Bloques de tierra comprimida BTC*. Recuperado el 20 de January de 2024, de

Arquitectura y Empresa:
<https://arquitecturayempresa.es/noticia/construccion-sostenible-bloques-de-tierra-comprimida-btc>

- Moreno, I. (2012). *Síntesis de Zeolita TS-1 con porosidad jerarquizada para su aplicación en epoxidación de olefinas*. GRIN Verlag.
- MVCS. (2010). Edificaciones antisísmicas de adobe. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- NTC. (2004). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 5324*. Recuperado el 22 de January de 2024, de studylib.es: <https://studylib.es/doc/8894854/norma-t%C3%A9cnica-colombiana-5324>
- Olivas Timoteo, E. D. (2022). Refuerzo con caucho para mejorar las propiedades físico - mecánicas del adobe en la hacienda Vichaycoto - 2021. Universidad de Huánuco.
- Oliveira Prendes, J. A., Afif Khouri, E., & Mayor López, M. (2006). *Análisis de suelos y plantas y recomendaciones de abonado*. Universidad de Oviedo.
- Peñaranda Quito, A. C. (2019). Resistencia a compresión y absorción del adobe compactado con sustitución del agua por goma de tuna en porcentajes de 5%,10% y 15%, Huaraz-Ancash. Universidad San Pedro.
- Pérez White, T. (1992). *Resistencia de materiales*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Pérez, F. (18 de July de 2023). *Ladrillo ecológico: Identifica los tipos y sus ventajas*. Recuperado el 20 de January de 2024, de Cementos Torices: <https://cementostorices.com/blog/construccion/ladrillo-ecologico/>
- Pino Gotuzzo, R. (2018). *Metodología de la investigación: elaboración de diseños para contrastar hipótesis*. San Marcos.
- Quezada Lucio, N. (2010). *Metodología de la investigación: estadística aplicada en la investigación*. Editorial Macro.
- Quiroz Ñontol, E. E. (2023). Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana. UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21545?locale-attribute=en>

- Riezu, M. D., & Riezu, D. R. (2022). *Agua y jabón: apuntes sobre elegancia involuntaria*. Anagrama.
- Rivera, J., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio, A. (10 de June de 2020). *Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión) | Informador Técnico*. Recuperado el 22 de January de 2024, de Revistas SENA: https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3417
- Rodriguez Navarro, A. (19 de Marzo de 2021). *La cáscara de huevo: estructura, formación y calidad*. Recuperado el 22 de January de 2024, de avinews.com: <https://avinews.com/la-cascara-de-huevo-estructura-formacion-que-factores-afectan-a-su-calidad/>
- Rodríguez, M. (11 de June de 2007). *Cohesión, adhesión y retención mecánica*. Recuperado el 22 de January de 2024, de Imbiomed: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=44604>
- Rojas Echevarria, C. J. (2023). Influencia del duraseal en las propiedades físicas y mecánicas en la unidad de adobe, Huánuco - 2019. Universidad de Huánuco.
- Rosa, A. F. (2020). *Corte Transversal*. Alexandro Ferraz Da Silva.
- Ruiz, L. (16 de January de 2017). *Cómo hacer ladrillos de adobe y un muro - 11 pasos*. Recuperado el 22 de January de 2024, de Mundo Deportivo: <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/como-hacer-ladrillos-de-adobe-y-un-muro-39382.html>
- Shaxson, F., & Barber, R. (1995). *Optimización de la Humedad Del Suelo Para la Producción Vegetal: El Significado de la Porosidad Del Suelo (Boletines de Suelos de la Fao)*. FAO.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2004). *Física 1a - Para La Ciencia y La Tecnología Mecánica*. Reverté.
- Torres Gonzales, Y., Gonzales Cabrera, R., & Coterá Nuñez, I. A. (2024). Valorización de Residuos Mineros como Áridos para la Construcción de Carreteras: Economía Circular en la Región Andina del Perú. Scielo.
- Uribe Celis, S., Riveros Roa, C., & Rojas Porras, L. (2019). Economía circular como estrategia para la construcción de vías en Colombia. Caso de estudio. Cipres.

- Valdivia, R., Torres, R., Neira, E., & Miranda, L. (2019). La construcción sostenible en el Perú. Cies.
- Vallejo Caicedo, J. E., Gonzales Camacho, C., & Pastuña Guanotuña, J. J. (2022). Aplicación de técnica constructiva contemporánea en tierra: tapia post-tensada con suelo del sector Chorrera Mirador- Provincia de Chimborazo. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Villa L., A. (1998). *Sostenibilidad y medio ambiente: políticas, estrategias y caminos de acción*. IICA.
- Zapana Quispe, E. (2022). Materiales para la construcción de una vivienda sostenible en el altiplano peruano. Rau Taypi.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Pereda Gomez, P. (2025). *Resistencia a la compresión del adobe compactado hecho con polvo de cáscara de huevo, Colpa Alta - Huánuco -2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2117-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 26 de setiembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1446-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO -2024"**, presentado por el (la) Bach. **Paola Daleska PEREDA GOMEZ**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1207-2024-D-FI-UDH, de fecha 27 de mayo de 2024, perteneciente a la Bach. **Paola Daleska PEREDA GOMEZ**, se le designó como ASESOR(A) al Mg. William Paolo Taboada Trujillo, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1446-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO -2024"**, presentado por el (la) Bach. **Paola Daleska PEREDA GOMEZ**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Luis Fernando Narro Jara (Presidente), Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama (Secretario) y Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO -2024"**, presentado por el (la) Bach. **Paola Daleska PEREDA GOMEZ** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Jhonny Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1207-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 27 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 854-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 490622-0000005561, de la Bach. **Paola Daleska PEREDA GOMEZ**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 490622-0000005561, presentado por el (la) Bach. **Paola Daleska PEREDA GOMEZ**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. William Paolo Taboada Trujillo, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **Paola Daleska PEREDA GOMEZ** al Mg. William Paolo Taboada Trujillo, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johana Manzano Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mt. y Reg. Acad. – Interesado – Archivo.
BLCR/EJML/nto.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE HECHAS CON LAS HOJAS DE PLANTA EPIFITAS, TOMAY KICHWA - HUÁNUCO - 2024”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Enfoque:
PG: ¿Cuál es el impacto de la inclusión de polvo de cáscara de huevo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024?	OG: Analizar el impacto de la inclusión de polvo de cáscara de huevo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024.	HG: La inclusión de polvo de cáscara de huevo tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión de los bloques de adobe compactado en Colpa Alta - Huánuco - 2024.	Enfoque cuantitativo.
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Alcance o nivel:
PE1: ¿Qué efecto ocasionará la adición de 2% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento en la resistencia a la compresión del adobe compactado?	OE1: Determinar el efecto de la adición de 2% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento en la resistencia a la compresión del adobe compactado.	HE1: La adición de 2% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe compactado.	Alcance explicativo.
PE2: ¿Qué efecto ocasionará la adición de 6% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento en la resistencia a la compresión del adobe compactado?	OE2: Determinar el efecto de la adición de 6% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento en la resistencia a la compresión del adobe compactado.	HE2: La adición de 6% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe compactado.	Diseño:
		HE3: La adición de 10% de polvo de cáscara de huevo respecto del peso del cemento tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del adobe compactado.	Diseño Cuasiexperimental.
			Técnica de investigación:
			Observación directa
			Instrumentos:
			Fichas de campo y ficha de laboratorio.
			Población:
			La población estará compuesta por un conjunto total de adobe de tierra compactada que han sido mejoradas mediante la inclusión de polvo de cáscara de huevo.
			Muestra:

resistencia a la compresión del adobe compactado?	resistencia a la compresión del adobe compactado.	Variables	La muestra tomada es la no
PE3: ¿Qué efecto ocasionará la	OE3: Determinar el efecto de la	Variable dependiente	probabilística, formada por 60
adición de 10% de polvo de	adición de 10% de polvo de	Resistencia a la compresión del adobe compactado.	probetas de adobes de tierra
cáscara de huevo respecto del	cáscara de huevo respecto del	Variable independiente	compactada.
peso del cemento en la	peso del cemento en la	Polvo de cáscara de huevo.	
resistencia a la compresión del	resistencia a la compresión del		
adobe compactado?	adobe compactado.		

ANEXO 4

INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS

Certificado de calidad de la prensa hidráulica

PyS

EQUIPOS

Comercialización de Equipos
Para Laboratorio - Ingeniería Civil
Suelos - Asfaltos - Concreto

CERTIFICADO DE CALIDAD

El equipo identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

NOMBRE DEL PRODUCTO: PRENSA DE CONCRETO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: La máquina de prueba de compresión hidráulica se utiliza para la prueba de compresión de hormigón y otros materiales de construcción, carga manual, visualización digital del valor de la presión y la relación de carga.

CARACTERÍSTICAS:

Carga manual, Cubierta protectora

Capacidad de carga máxima: 2000 kN

Espacio de compresión: 360 mm

Carrera del pistón: 120 mm

Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm

Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm

Dimensión (marco de carga: 900×400×1250 mm

Energía: 220V, 50Hz /60Hz, 1.3kW

MODELO: STYE-2000

SERIE: 221165

FECHA: 22/03/2024


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad



Telf: +51 522 0723
Cel: 945 183 033
945 181 317 / 970 055 989



ventas@pys.pe
apozo@pys.pe
www.pys.pe



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5
Urb. Virgen del Rosario - Lima 31



Certificado de calidad de tamices

		
CERTIFICATE OF COMPLIANCE		
8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA		
This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:		
ASTM E 11 ASTM E 323	ISO 565 ISO 3310	BS 410
Serial Number: 222911825		

		
CERTIFICATE OF COMPLIANCE		
8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA		
This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:		
ASTM E 11 ASTM E 323	ISO 565 ISO 3310	BS 410
Serial Number: 223716386		



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 223818406



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 223412721

W.S. TYLER®

TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

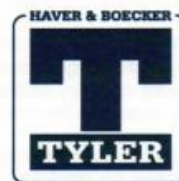
This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 220228089



w.styler

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 221710941

W.S. TYLER®

TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

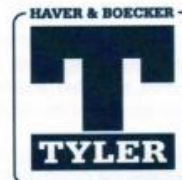
This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 215022967



w.styler

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 222414000

W.S. TYLER®

TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

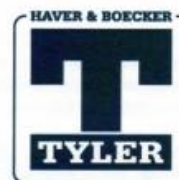
This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 220227664



W.S. TYLER®

TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

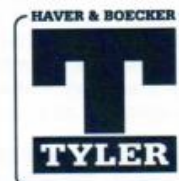
This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 220520424





CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 225211039



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11
ASTM E 323

ISO 565
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 222117750

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



Made in USA

***** KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS *****

ISSUE DATE: 4/28/2021

10BS8F976543

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



Made in USA

***** KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS *****

ISSUE DATE: 4/27/2021

1.5"BS8F976393

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

Granulometría de la muestra de suelo



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Granulometría de la muestra de suelo.

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO
DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO - 2024

TESIS

UBICACIÓN

SOLICITA

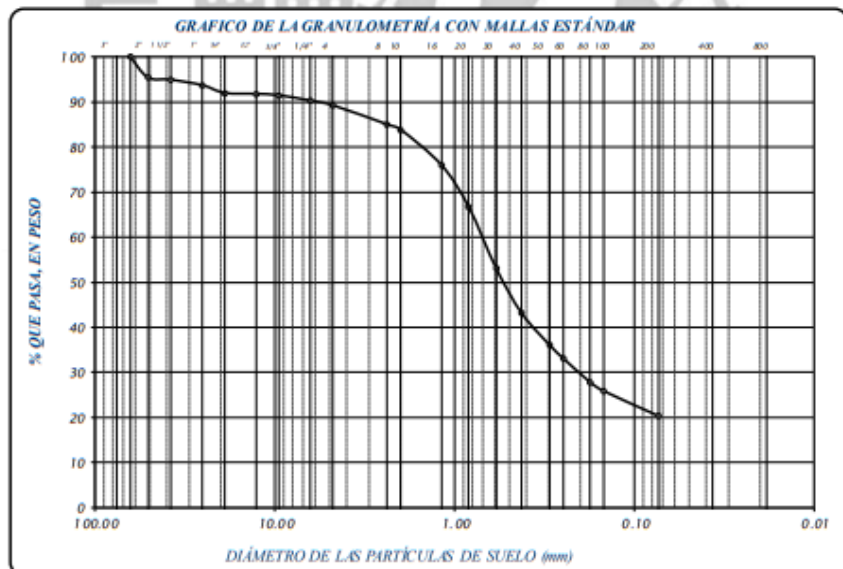
FECHA

: COLPA ALTA - HUANUCO

: Bach. Paola Dolska Pereda Gómez

: NOVIEMBRE DEL 2024

CATEGORÍA	TAM. N°	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
							en su estado (mm)	en su estado (mm)	en su estado (mm)
GRANULOMETRÍA	2"	50.800				100.00	49.7	49.4	22.5
	1 1/2"	37.500				100.00			
	1"	25.000	179.00	4.61	4.61	95.39			
	3/4"	19.000	18.0	0.46	5.08	94.92			
	1/2"	12.500	47.0	1.21	6.29	93.71			
	3/8"	9.500	67.0	1.73	8.01	91.99			
	2"	50.800	8.0	0.21	8.22	91.78			
	1 1/2"	37.500	12.0	0.31	8.53	91.47			
	1"	25.000	46.0	1.19	9.71	90.29			
	3/4"	19.000	41.0	1.06	10.77	89.23			
ARENA	No. 4	4.750	104.0	4.23	15.00	85.00			
	No. 10	2.000	46.0	1.19	16.18	83.82			
	No. 16	1.180	307.0	7.81	23.99	76.01			
	No. 20	0.840	300.0	9.28	33.26	66.74			
	No. 30	0.600	321.0	11.68	44.95	55.05			
	No. 40	0.425	385.0	9.92	54.87	45.13			
	No. 50	0.300	276.0	7.11	61.98	38.02			
	No. 60	0.250	113.0	2.91	64.89	35.11			
	No. 80	0.175	206.0	5.31	70.20	29.80			
	No. 100	0.149	75.0	1.93	72.13	27.87			
TOTAL	CAZOLITA	0.075	214.0	5.51	77.64	22.36			
					100.00	0.00			



Ing. Samuel Augusto Polanco Parodi
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218988

ACQUINO GARCIA KEVIN RHOEL
MONTAÑA
ING. LABORATORISTA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Límites de consistencia de la muestra de suelo



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Límites de consistencia de la muestra de suelo

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO - 2024

UBICACIÓN : COLPA ALTA - HUANUCO

SOLICITA : Bach. Paola Dalcía Pereda Gómez

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	15	21	29	33
Suelo Húmedo + Terro	95.08	94.83	94.38	88.38
Suelo seco + Terro	84.63	85.38	85.33	80.22
Terro de Terro	35.89	37.35	35.49	36.33
Terro de Agua	30.45	9.45	9.05	8.16
Terro de Suelo seco	48.74	48.03	49.84	43.89
HUMEDAD %	21.44	19.68	18.16	18.59

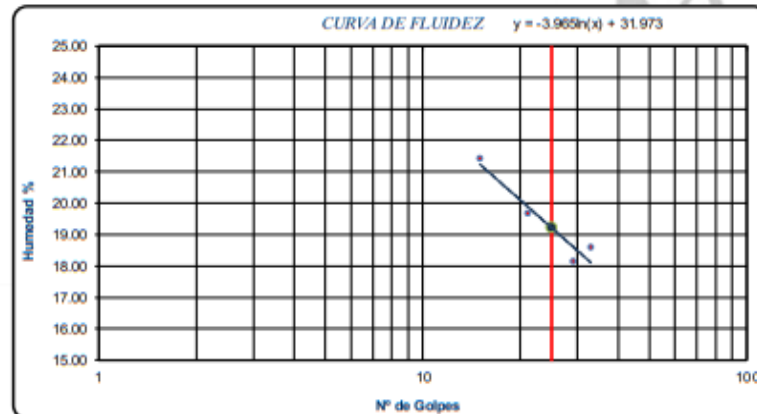
LÍMITE LÍQUIDO : 19.21

LÍMITE PLÁSTICO : 15.07

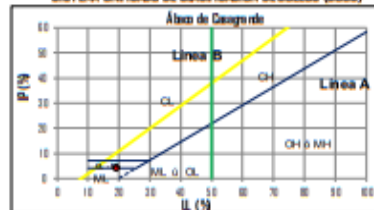
ÍNDICE PLÁSTICO : 4.14

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

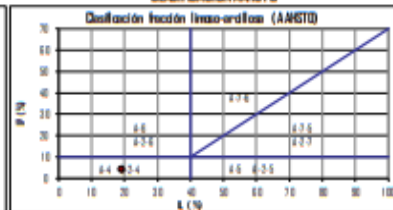
MUESTRA	01	02	03
Suelo Húmedo + Terro	29.07	29.44	28.89
Suelo seco + Terro	28.26	28.56	28.01
Terro de Terro	22.62	22.95	22.21
Terro de Agua	0.81	0.88	0.88
Terro de Suelo seco	5.64	5.61	5.89
HUMEDAD %	14.36	15.69	15.17



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Ing. Samuel Juvenal Polanco Parícuti
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218998

AKA
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Diseño de mezcla de los ladrillos comprimidos



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Diseño de mezcla de los ladrillos comprimidos

PROYECTO:	:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO - 2024
SOLICITA:	:	Badh, Paola Daleska Pereda Gómez
FECHA:	:	NOVIEMBRE DEL 2024

DISEÑO DE MEZCLA DE LOS LADRILLOS COMPRIMIDOS									
TIERRA CEMENTO					POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO				
									
PESO SECO DE MUESTRA	1	8.050 kg			PESO SECO DE MUESTRA	1	8.050 kg		
PESO SECO DE MUESTRA	15	120.750 kg			PESO SECO DE MUESTRA	15	120.750 kg		
AGUA	25%	1	2.013 lt		AGUA	25%	1	2.013 lt	
		15	30.188 lt				15	30.188 lt	
CEMENTO	20%	1	1.610 kg		POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO	2%	0.040 kg	1.215 kg	
		15	24.150 kg			6%	0.121 kg	3.645 kg	
						10%	0.201 kg	6.075 kg	


Ing. Samuel Jucuito Peláez Pardease
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218098


MONTAÑA
AQUINO GARCÍA KEVIN INEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

MONTAÑA

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultados del ensayo resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida (patrón)



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida (Patrón).

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA										
NORMA:	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"										
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO - 2024										
SOLICITA:	Bach. Paola Daleska Pereda Gómez										
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024										
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000										
MUESTRA	% DE POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				R
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm ²)	
M-1 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.84 kn	34,551.11 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.39 kg/cm ²
M-2 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.92 kn	34,559.26 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.40 kg/cm ²
M-3 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	339.85 kn	34,654.10 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.60 kg/cm ²
M-4 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.37 kn	34,503.59 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.29 kg/cm ²
M-5 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	339.86 kn	34,655.12 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.60 kg/cm ²
M-6 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.81 kn	34,548.05 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.38 kg/cm ²
M-7 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.94 kn	34,561.30 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.41 kg/cm ²
M-8 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.88 kn	34,555.19 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.40 kg/cm ²
M-9 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	339.91 kn	34,660.21 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.61 kg/cm ²
M-10 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.92 kn	34,559.26 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.40 kg/cm ²
M-11 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.84 kn	34,551.62 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.39 kg/cm ²
M-12 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.87 kn	34,554.17 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.39 kg/cm ²
M-13 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.93 kn	34,560.28 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.41 kg/cm ²
M-14 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.89 kn	34,556.21 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.40 kg/cm ²
M-15 (PATRON)	0%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.92 kn	34,559.26 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.40 kg/cm ²

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R: Resistencia a la Compresión del Mortero

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



R PROMEDIO 71.43 kg/cm²

Ing. Samuel Juvenal Pelaez Parodi
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218958

MONTAÑA

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
Téc. LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida con 2% de polvo de cáscara de huevo



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida con una adición del 2% de polvo de cáscara de huevo.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA										
NORMA:	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"										
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO -2024										
SOLICITA:	Bach. Paola Daleska Pereda Gómez										
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024										
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000										
MUESTRA	% DE POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				R
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.29 kn	35,107.46 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.54 kg/cm²
M-2	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.37 kn	35,115.61 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.55 kg/cm²
M-3	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	345.30 kn	35,210.44 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.75 kg/cm²
M-4	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.37 kn	34,503.59 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.29 kg/cm²
M-5	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	345.31 kn	35,211.46 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.75 kg/cm²
M-6	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.26 kn	35,104.40 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.53 kg/cm²
M-7	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.39 kn	35,117.65 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.56 kg/cm²
M-8	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.33 kn	35,111.53 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.54 kg/cm²
M-9	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	345.36 kn	35,216.56 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.76 kg/cm²
M-10	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.37 kn	35,115.61 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.55 kg/cm²
M-11	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.30 kn	35,107.97 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.54 kg/cm²
M-12	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.32 kn	35,110.51 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.54 kg/cm²
M-13	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.38 kn	35,116.63 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.56 kg/cm²
M-14	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.34 kn	35,112.55 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.55 kg/cm²
M-15	2%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	344.37 kn	35,115.61 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	72.55 kg/cm²

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R : Resistencia a la Compresión del Mortero
P : Carga Máxima
A : Área de la Superficie de Carga



R PROMEDIO 72.50 kg/cm²

Ing. Samuel Juanito Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida con 6% de polvo de cáscara de huevo



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida con una adición del 6% de polvo de cáscara de huevo.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA										
NORMA:	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"										
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO -2024										
SOLICITA:	Bach. Paola Daleska Pereda Gómez										
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024										
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000										
MUESTRA	% DE POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				R
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.67 kn	36,471.20 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.35 kg/cm²
M-2	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.75 kn	36,479.36 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.37 kg/cm²
M-3	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	358.68 kn	36,574.19 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.57 kg/cm²
M-4	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.37 kn	34,503.59 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.29 kg/cm²
M-5	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	358.69 kn	36,575.21 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.57 kg/cm²
M-6	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.64 kn	36,468.14 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.35 kg/cm²
M-7	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.77 kn	36,481.40 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.37 kg/cm²
M-8	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.71 kn	36,475.28 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.36 kg/cm²
M-9	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	358.74 kn	36,580.31 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.58 kg/cm²
M-10	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.75 kn	36,479.36 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.37 kg/cm²
M-11	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.67 kn	36,471.71 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.35 kg/cm²
M-12	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.70 kn	36,474.26 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.36 kg/cm²
M-13	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.76 kn	36,480.38 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.37 kg/cm²
M-14	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.72 kn	36,476.30 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.36 kg/cm²
M-15	6%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	357.75 kn	36,479.36 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	75.37 kg/cm²

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R : Resistencia a la Compresión del Mortero
P : Carga Máxima
A : Área de la Superficie de Carga



R PROMEDIO 75.13 kg/cm²

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardo
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
Téc. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida con 10% de polvo de cáscara de huevo



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida con una adición del 10% de polvo de cáscara de huevo

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA
NORMA:	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO HECHO CON POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO, COLPA ALTA - HUANUCO -2024
SOLICITA:	Bach. Paola Daleska Pereda Gómez
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				R
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.69 kn	37,595.42 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.68 kg/cm²
M-2	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.77 kn	37,603.58 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.69 kg/cm²
M-3	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	369.70 kn	37,698.41 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.89 kg/cm²
M-4	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	338.37 kn	34,503.59 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.29 kg/cm²
M-5	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	369.71 kn	37,699.43 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.89 kg/cm²
M-6	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.66 kn	37,592.36 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.67 kg/cm²
M-7	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.79 kn	37,605.62 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.70 kg/cm²
M-8	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.73 kn	37,599.50 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.68 kg/cm²
M-9	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	369.76 kn	37,704.53 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.90 kg/cm²
M-10	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.77 kn	37,603.58 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.69 kg/cm²
M-11	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.70 kn	37,595.93 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.68 kg/cm²
M-12	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.72 kn	37,598.48 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.68 kg/cm²
M-13	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.78 kn	37,604.60 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.70 kg/cm²
M-14	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.74 kn	37,600.52 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.69 kg/cm²
M-15	10%	21/10/2024	18/11/2024	28 días	368.77 kn	37,603.58 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	77.69 kg/cm²

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R : Resistencia a la Compresión del Mortero
P : Carga Máxima
A : Área de la Superficie de Carga



R PROMEDIO 77.30 kg/cm²

[Firma]
Ing. Samuel Juanito Palen Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218966

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

ANEXO 5

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

