

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Efecto del adhesivo sintético (goma sintética) en la
resistencia a la compresión de un bloque comprimido
hechos de cascarilla de arroz, Tingo María - Huánuco - 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Chávez Falcón, Nael Marvin

ASESOR: Chiguala Contreras, Yasser Everet

HUÁNUCO – PERÚ

2025



U

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 de la construcción

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43116120

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 18081080

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas,
mención: proyectos de inversión

Código ORCID: 0000-0001-5877-9377

DATOS DE LOS JURADOS:

H

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Valdivieso Echevarría, Martín César	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
2	Taboada Trujillo, William Paolo	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40847625	0000-0002-4594-1491
3	Diestra Rodríguez, Alexander	Maestro en ciencias de la educación con mención en docencia en educación superior e investigación	41478459	0000-0002-5764-9121



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL
FILIAL LEONCIO PRADO

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

En la ciudad de Tingo María, siendo las 17:05 horas del día **viernes 20 de junio de 2025**, en el Aula 301 – EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, 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. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA PRESIDENTE
- MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO SECRETARIO
- MG. ALEXANDER DIESTRA RODRIGUEZ VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1059-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "Efecto del adhesivo sintético (goma sintética) en la resistencia a la compresión de un bloque comprimido hechos de cascarilla de arroz, Tingo María - Huánuco - 2024", presentado por el (la) Bachiller **Nael Marvin CHAVEZ FALCON**, 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 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 17:20 horas del día **viernes 20 de junio de 2025**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI 22416570
COD ORCID 0000-0002-0579-5135

Secretario

MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO
DNI 40847625
COD ORCID 0000-0002-4594-1491

Vocal

MG. ALEXANDER DIESTRA RODRIGUEZ
DNI 41478459
COD ORCID 0009-0003-1147-1262



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: NAEL MARVIN CHÁVEZ FALCÓN, de la investigación titulada "Efecto del adhesivo sintético (goma sintética) en la resistencia a la compresión de un bloque comprimido hechos de cascarilla de arroz, Tingo María - Huánuco - 2024", con asesor(a) YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1351-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % 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, 11 de febrero de 2025



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



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

39. Nael Marvin, Chávez Falcón.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.cientificosaficionados.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%



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



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A Dios por ser mi luz en mis momentos de oscuridad, por sostenerme cuando sentí no poder más, por llenar mi camino de esperanza y amor, por qué cada paso que damos, cada meta, cada reto si está bajo su dirección siempre será un éxito.

A mis amados padres, Félix L. y Segundina, con esfuerzo incansable y valores inculcados fue la base de mi formación y mis logros. Su ejemplo de perseverancia y dedicación fueron guía en este camino y me motivó a superar cada desafío.

A mis queridas hermanas, Olga, Flor y Cindy, quienes con su apoyo constante y palabras de aliento me recordaron siempre que los sueños son alcanzables con esfuerzo y pasión. Por el aliento constante para no rendirme en el proceso.

A mi esposa, Yudiht, por su paciencia infinita, su amor inquebrantable y su fé en mis capacidades. Tu presencia ha sido mi mayor fortaleza y tu apoyo mi principal inspiración. Este logro no habría sido posible sin tu confianza y sacrificio.

A mis dos amados hijos Keylor Y. y Ludwig V., que los sueños se pueden lograr con perseverancia y pasión.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a mi asesor, cuya guía, motivación y conocimiento como sustento en cada etapa de mi formación. Sus enseñanzas y consejos no solo enriquecieron mi trabajo, sino también mi perspectiva profesional. Gracias por su dedicación y por confiar en mi potencial.

A mis profesores, quienes a lo largo de mi carrera académica compartieron no solo conocimientos técnicos, sino también valores esenciales para el ejercicio de la ingeniería civil. Cada lección impartida y cada experiencia compartida han dejado una huella imborrable en mi desarrollo como profesional.

A la Universidad de Huánuco, Filial Leoncio Prado, por ser el espacio donde forjé mi vocación y por brindarme las herramientas académicas y humanas necesarias para alcanzar este logro. Agradezco a cada miembro de la comunidad universitaria por contribuir a mi formación y por fomentar un ambiente de aprendizaje y crecimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	15
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	19
1.5. LIMITACIONES	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. BLOQUES ECOLÓGICOS O LADRILLOS ECOLÓGICOS	25
2.2.2. ADHESIVO SINTÉTICO	26
2.2.3. CASCARILLA DE ARROZ	27
2.2.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	28
2.2.5. ASPECTO NORMATIVO NTC 5324	28
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	29
2.4. HIPÓTESIS	31
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	31
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	31
2.5. VARIABLES	32
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	32
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	32
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
CAPÍTULO III	34
METODOLOGÍA	34
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.1. ENFOQUE	34
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	35
3.1.3. DISEÑO	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.2.1. POBLACIÓN	37
3.2.2. MUESTRA	37
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	38
3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	38

3.5 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	60
3.6. ASPECTOS ÉTICOS	60
CAPÍTULO IV	62
RESULTADOS	62
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS	62
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES	73
CAPÍTULO V	81
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS	81
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de las muestras	38
Tabla 2 Resultado resistencia a compresión: bloques comprimidos y bloques comprimidos según diseño	62
Tabla 3 Medias de resistencia a la compresión de bloques comprimidos y de diseño (Kg/cm ²).....	63
Tabla 4 Resistencia a compresión bloques con cascarilla de arroz y 300 gr de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²)	64
Tabla 5 Medias de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 300gr adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²)	65
Tabla 6 Resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	66
Tabla 7 Medias de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	67
Tabla 8 Resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	68
Tabla 9 Medias de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	69
Tabla 10 Resistencia a compresión promedio: bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²)	70
Tabla 11 Medias de resistencia a compresión promedio: bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²)	71
Tabla 12 Prueba de normalidad: resistencia a compresión promedio de bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	73
Tabla 13 Prueba T-Student: resistencia a compresión promedio de bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	74
Tabla 14 Prueba de normalidad: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 300 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²)	75
Tabla 15 Prueba T-Student: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 300 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²)	76

Tabla 16 Prueba de normalidad: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	77
Tabla 17 Prueba T-Student: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	78
Tabla 18 Prueba de normalidad: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	79
Tabla 19 Prueba T-Student: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Recolección de la cascarilla de arroz.....	39
Figura 2	Selección de la muestra de suelo	40
Figura 3	Ensayo Granulométrico	40
Figura 4	Pesaje de las muestras de suelo retenidas en cada tamiz	41
Figura 5	Vibrado manual del tamiz N° 40	41
Figura 6	Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N°40.....	42
Figura 7	Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande	42
Figura 8	Presentación de la muestra en la cuchara.....	43
Figura 9	Traza de hendidura con el acanalador de bronce.....	43
Figura 10	Golpes del suelo con la Casagrande	44
Figura 11	Comprobación del cierre de suelo en la Casagrande	44
Figura 12	Ensayo de límite plástico del suelo	45
Figura 13	Pesaje de las muestras elipsoides del suelo	45
Figura 14	Pesaje de las muestras elipsoides del suelo	46
Figura 15	Selección de tierra para la elaboración de ladrillos comprimidos	46
Figura 16	Adición del desmoldante a los moldes prismas cuadrangulares 22 x 22 x 9.5	47
Figura 17	Pesaje de adhesivo sintético de 300 gr/l y 500 gr/l	47
Figura 18	Pesaje de adhesivo sintético de 700 gr/l.....	48
Figura 19	Selección de cascarilla de arroz	48
Figura 20	Pesaje del agua	49
Figura 21	Humedecimiento y echado de adhesivo sintético	49
Figura 22	Elaboración de bloques comprimido hecho de cascarilla de arroz	50
Figura 23	Elaboración de los bloques comprimidos.....	50
Figura 24	Procedimiento de compresión de los ladrillos	51
Figura 25	Uso de suelo tamizado	51
Figura 26	Echado de cemento	52
Figura 27	Mezclado de suelo y cemento	52
Figura 28	Elaboración de bloques comprimido	53
Figura 29	Echado de mezcla homogéneo a la máquina de compresión....	53

Figura 30	Elaboración de compresión de los bloques comprimidos	54
Figura 31	Desmoldeo de los bloques comprimidos	54
Figura 32	Retirado de los bloques comprimidos	55
Figura 33	Secado de los bloques comprimidos	55
Figura 34	Ensayo resistencia a compresión de bloques comprimidos.....	56
Figura 35	Rotura de los bloques comprimidos (patrón)	56
Figura 36	Ensayo resistencia a compresión de bloques comprimidos.....	57
Figura 37	Rotura de los bloques comprimidos hecho de cascarillas de arroz con adhesivo sintético de 300 gr.....	57
Figura 38	Ensayo resistencia a compresión de los bloques comprimidos ...	58
Figura 39	Rotura de los bloques comprimidos hecho de cascarillas de arroz con adhesivo sintético de 500 gr.....	58
Figura 40	Ensayo a compresión de los bloques comprimidos	59
Figura 41	Ensayo resistencia a compresión de los bloques comprimido	59
Figura 42	Rotura de los bloques comprimidos hechos de cascarillas de arroz con adhesivo sintético de 700 gr.....	60
Figura 43	Comparación resistencia a compresión: bloques comprimidos y de diseño (Kg/cm ²).....	63
Figura 44	Comparación de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 300gr de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	65
Figura 45	Comparación de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	67
Figura 46	Comparación de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²).....	69
Figura 47	Comparación resistencia a compresión promedio: bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm ²)	71
Figura 48	Comparación del bloque comprimido de cascarilla de arroz, bloque comprimido suelo cemento y adobe	72

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la incorporación de adhesivo sintético (goma sintética) en la resistencia a compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y compararlas con un bloque comprimido de suelo cemento tradicional. 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 que la incorporación del adhesivo sintético incrementó significativamente la resistencia a compresión de bloques de cascarilla de arroz en proporción al aumento de adhesivo utilizado. La resistencia promedio alcanzó los 32,74 kg/cm², superando el valor mínimo establecido para el adobe según la norma E.080 (10,20 kg/cm²), aunque inferior a los bloques de suelo cemento, que registraron una resistencia de 71,82 kg/cm². Este incremento fue respaldado por un análisis estadístico riguroso ($t=1659,932$; $p=0,001$), confirmando la influencia positiva del adhesivo sintético como aglomerante.

En conclusión, la inclusión de un adhesivo sintético contribuye positivamente al refuerzo de la resistencia compresiva de los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, ofreciendo así una alternativa viable y sostenible para la construcción con materiales locales. Estos hallazgos proporcionan una valiosa aportación para la industria de la construcción, incentivando el uso de materiales reciclados y brindando una perspectiva innovadora en la construcción tradicional, contribuyendo al desarrollo de prácticas más sostenibles y al avance del conocimiento en este campo.

Palabras clave: Bloque comprimido suelo cemento, adobe, resistencia a la compresión, cascarilla de arroz, adhesivo sintético.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the effects of incorporating a synthetic adhesive on the compressive strength of compressed blocks made from rice husk and compare them to traditional compressed soil-cement blocks. Through a quantitative approach and a quasi-experimental design, samples were selected using non-probabilistic sampling for analysis.

The results showed that the addition of synthetic adhesive significantly increased the compressive strength of rice husk blocks in proportion to the amount of adhesive used. The average compressive strength reached 32.74 kg/cm², surpassing the minimum requirement for adobe established by the E.080 standard (10.20 kg/cm²), although it remained lower than that of soil-cement blocks, which recorded a strength of 71.82 kg/cm². This improvement was supported by rigorous statistical analysis ($t=1659.932$; $p=0.001$), confirming the positive influence of the synthetic adhesive as a binder.

In conclusion, the inclusion of a synthetic adhesive positively enhances the compressive strength of compressed blocks made from rice husk, offering a viable and sustainable alternative for construction using local materials. These findings provide a valuable contribution to the construction industry by promoting the use of recycled materials and offering an innovative perspective on traditional construction, contributing to the development of more sustainable practices and advancing knowledge in this field.

Keywords: Compressed soil-cement block, adobe, compressive strength, rice husk, synthetic adhesive.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción enfrenta grandes desafíos para satisfacer la creciente demanda de viviendas sostenibles, económicas y resilientes, especialmente en países en desarrollo como Perú. La necesidad de materiales de construcción asequibles y sostenibles se ha intensificado en los últimos años debido al incremento en los costos de materiales convencionales y a los efectos adversos de estos en el medio ambiente. En regiones como Tingo María, Huánuco, donde la disponibilidad de recursos tradicionales como el cemento y el concreto puede ser limitada, explorar el potencial de materiales alternativos se vuelve esencial para promover una construcción económica y de bajo impacto ambiental.

En el ámbito local, la cascarilla de arroz es un subproducto agrícola abundante, cuyo manejo representa un reto para la sostenibilidad debido a su difícil descomposición y su frecuente acumulación en el medio ambiente. Este residuo agrícola, si no se dispone adecuadamente, puede convertirse en un contaminante que afecta la calidad del suelo y del aire. En este contexto, aprovechar la cascarilla de arroz como un insumo para la construcción no solo ayudaría a reducir los desechos agrícolas, sino también a crear un material de construcción accesible y adaptado a las condiciones locales.

Pese a que los bloques de suelo cemento son una alternativa, estos requieren del uso de cemento, un material costoso y con una alta huella de carbono. Por ello, se plantea como problemática central la búsqueda de materiales de construcción alternativos y sostenibles que, mediante la incorporación de aditivos o adhesivos, puedan alcanzar una resistencia a la compresión adecuada para su uso en edificaciones.

El presente estudio se enfoca en evaluar el potencial de los bloques de cascarilla de arroz como una solución viable. Para ello, se investiga cómo la adición de un adhesivo sintético influye en su resistencia a compresión, comparando los resultados obtenidos con los bloques comprimidos tradicionales de suelo cemento. La investigación tiene como fin no solo analizar la factibilidad de estos bloques para la construcción, sino también

contribuir a una economía circular, incentivando el uso de residuos locales en prácticas constructivas innovadoras y sostenibles. Estos hallazgos proporcionan una base científica que podría inspirar a la industria de la construcción a adoptar métodos más respetuosos con el entorno y más accesibles para las comunidades de bajos recursos.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Desde una perspectiva internacional, la construcción sostenible sigue a un ritmo creciente en las últimas décadas. La demanda por edificaciones amigables con el medio ambiente y el uso de recursos naturales se ha convertido en una prioridad global (Ariza Marin et. al, 2022). En este contexto, la investigación sobre el efecto del adhesivo sintético en la resistencia a compresión de un bloque comprimido hecho de cascarilla de arroz, adquiere una relevancia significativa.

El Perú enfrenta desafíos relacionados con la escasez de viviendas dignas y la necesidad de promover prácticas constructivas sostenibles. La búsqueda de alternativas ecológicas y económicas para la producción de materiales de construcción es fundamental para abordar estos retos (Delgado, 2022). La presente investigación, al evaluar el potencial de la cascarilla de arroz como materia prima para la fabricación de bloques comprimidos, podría contribuir a la mitigación del déficit habitacional y a la reducción del impacto ambiental asociado a la construcción convencional.

En el ámbito regional, Huánuco se destaca como una zona agrícola con una considerable producción de arroz. Lamentablemente, la cascarilla generada durante el proceso de molienda suele ser desechada o quemada, lo que representa un desaprovechamiento de este valioso recurso. La investigación propuesta podría brindar una solución innovadora para darle un valor agregado a este subproducto, fomentando así la economía circular y la reducción de residuos.

En la ciudad de Tingo María, la quema indiscriminada de cascarilla de arroz y su uso limitado como abono orgánico han sido una práctica habitual. Sin embargo, esta investigación plantea una alternativa viable para aprovechar este material de manera sostenible y rentable. Al desarrollar

bloques comprimidos a partir de cascarilla de arroz y adhesivo sintético, se podría generar un producto ecológico y resistente, capaz de satisfacer las necesidades de construcción de la región, al tiempo que se reducen los impactos ambientales asociados a los métodos tradicionales.

En este sentido, la presente investigación no sólo aborda un problema técnico relacionado con la resistencia a compresión de bloques comprimidos, sino que también responde a desafíos sociales, económicos y ambientales a diferentes escalas. Al explorar el uso de materiales renovables y subproductos agrícolas, se fomenta la sostenibilidad en la construcción, se promueve la economía circular y se contribuye a la mitigación del déficit habitacional, brindando así soluciones innovadoras y ecológicas para el desarrollo de las comunidades locales y regionales.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cuál es el efecto del adhesivo sintético en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?

PE2: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?

PE3: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar el efecto del adhesivo sintético en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Evaluar la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

OE2: Analizar la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

OE3: Examinar la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En el ámbito teórico, esta investigación amplía el conocimiento sobre el uso de materiales renovables y subproductos agrícolas en la fabricación de bloques comprimidos para la construcción. Se explorarán las propiedades y el comportamiento del adhesivo sintético como aglutinante en combinación con la cascarilla de arroz, lo cual aportará nuevos conocimientos a la ciencia de los materiales de construcción.

Además, se generaron datos empíricos sobre la resistencia a la compresión de estos bloques comprimidos ecológicos, lo que permitirá realizar comparaciones y análisis con los bloques de suelo cemento convencionales. Estos hallazgos enriquecieron la teoría y servirán como sustento para otra investigación en la construcción sostenible.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El estudio tiene un impacto práctico significativo en la industria de la construcción y el aprovechamiento de residuos agrícolas. Se desarrollará un bloque comprimido ecológico utilizando cascarilla de arroz y adhesivo sintético, cuya resistencia a compresión se evaluará en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324. Si los resultados demuestran que este nuevo bloque supera la resistencia de los bloques convencionales, se abrirá una nueva alternativa sostenible y económica para la construcción de viviendas y edificaciones.

Además, la investigación contribuirá a mitigar el problema ambiental causado por la quema indiscriminada de cascarilla de arroz en Tingo María, al darle un valor agregado a este residuo agrícola. Esto no solo reducirá la contaminación, sino que también fomentará la economía circular y la gestión responsable de los desechos en la región.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Desde una perspectiva metodológica, esta investigación evalúa el efecto del adhesivo sintético en la resistencia a compresión de bloques comprimidos de cascarilla de arroz. Se utilizará una muestra no probabilística dividida en cuatro grupos, cada uno con 15 especímenes, lo que permitirá analizar diferentes proporciones de adhesivo sintético y comparar los resultados con los bloques de suelo cemento convencionales.

Además, se aplicaron técnicas y procedimientos estandarizados para la fabricación y ensayo de los bloques, garantizando la fiabilidad y replicabilidad de los resultados. Los datos obtenidos serán analizados con métodos estadísticos apropiados, lo que aportará validez y confiabilidad a las conclusiones de la investigación.

1.5. LIMITACIONES

La fabricación de los bloques comprimidos y la realización de ensayos de resistencia a compresión requerirán la adquisición de materiales específicos, como la cascarilla de arroz, el adhesivo sintético y el equipo de compresión. Si bien se consultarán diversas fuentes de información relacionadas con la construcción sostenible, el uso de materiales renovables, existe la posibilidad de que haya una limitada disponibilidad de estudios previos específicos sobre el uso de cascarilla de arroz y adhesivos sintéticos en bloques comprimidos. Esta falta de antecedentes directos podría dificultar la comparación de resultados y la formulación de conclusiones más sólidas.

Si bien se espera que los resultados sean prometedores y contribuyan al desarrollo de materiales de construcción sostenibles, es importante tener en cuenta que los hallazgos estarán limitados a las condiciones específicas de la región de Tingo María y a las proporciones de adhesivo sintético y cascarilla de arroz utilizadas. Esto podría dificultar la generalización de los resultados a otras regiones o condiciones diferentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ariza et al. (2022), el objetivo principal del estudio es desarrollar un plan de negocios para la creación y comercialización de ladrillos ecológicos Eco-MycBricks a partir de micelio de hongos *Pleurotus ostreatus* en Villavicencio, Meta, como alternativa sostenible en la construcción, evaluando su viabilidad técnica, económica, ambiental y social. La metodología con un enfoque mixto de tipo aplicativo, con un nivel de investigación aplicativo. Las etapas del estudio incluyen un estudio de mercado mediante análisis de competencia y encuestas a la población del Meta, un estudio técnico que determina las necesidades de la empresa y describe el proceso de producción, un análisis de aspectos legales-administrativos y organizacionales para la constitución de la empresa, análisis financiero para evaluar la viabilidad del proyecto. Se emplearon diversas técnicas e instrumentos como encuestas, observación directa, entrevistas, análisis documental y ensayos de laboratorio. La población objetivo incluyó la población del departamento del Meta y empresas constructoras de Villavicencio, Meta, mientras que la muestra consistió en una muestra aleatoria de la población del Meta para las encuestas y 13 especímenes de ladrillos ecológicos para los ensayos de laboratorio. Las conclusiones destacan el potencial del mercado para los ladrillos ecológicos en Villavicencio, Meta, las propiedades termoacústicas del biomaterial generado por micelio, la limitación de resistencia para ser utilizado como ladrillo macizo en construcción residencial, y la viabilidad financiera del proyecto con potencial impacto positivo en el medio ambiente, la economía y la sociedad de Villavicencio, Meta.

Peláez (2020), el objetivo principal del estudio es comparar las propiedades mecánicas (resistencia a compresión, flexión y módulo de elasticidad) y térmicas (conductividad térmica y transmitancia térmica) de ladrillos de arcilla cocida y ladrillos de tierra comprimida estabilizados con cemento y fibras naturales (bambú, cáñamo y fique) para evaluar su potencial como materiales de construcción sostenibles. La metodología con un enfoque experimental, diseño experimental. Se consideraron como factores el tipo de ladrillo (arcilla cocida, tierra comprimida con cemento y bambú, tierra comprimida con cemento y cáñamo, tierra comprimida con cemento y fique) y el porcentaje de fibra (0%, 2%, 4%, 6%). Las variables dependientes fueron la resistencia a compresión, flexión, módulo de elasticidad, conductividad térmica y transmitancia térmica. Se emplearon técnicas como la elaboración de ladrillos y ensayos de laboratorio para evaluar estas propiedades. La población objetivo fueron los ladrillos utilizados en la construcción en Ecuador, mientras que la muestra consistió en ladrillos de arcilla cocida y tierra comprimida con cemento y fibras naturales (bambú, cáñamo y fique) elaborados en el laboratorio. Las conclusiones destacan que los ladrillos de tierra comprimida estabilizados con cemento y fibras naturales presentan propiedades comparables a los de arcilla cocida, siendo más sostenibles y contribuyendo a la reducción de residuos. Además, se observa que la adición de fibras naturales mejora estas propiedades, siendo el bambú el que ofrece mejores resultados. Por último, se concluye que estos ladrillos son una alternativa viable para la construcción sostenible, especialmente en regiones con escasez de arcilla o altos costos de transporte de materiales de construcción.

Campoverde et al. (2023), como objetivo principal fabricar y evaluar un ladrillo ecológico utilizando materiales alternativos como cemento, suelo limo arenoso, viruta de madera y papel bond, buscando propiedades beneficiosas en términos de resistencia, deformación y costo. La metodología empleada un enfoque experimental de tipo aplicativo, diseño experimental que abarca etapas como la recolección y preparación de materiales, elaboración de mezclas, moldeado y curado

de ladrillos, ensayos de laboratorio para determinar propiedades mecánicas, y análisis de costos. Se elaboraron diferentes dosificaciones de mezcla y se realizaron ensayos de compresión, flexión y deformación para evaluar las propiedades mecánicas de los ladrillos. Los resultados mostraron que los ladrillos ecológicos fabricados con viruta de madera y papel bond presentan una resistencia a compresión y flexión superior a la de los ladrillos tradicionales, así como una mayor capacidad de deformación y comportamiento elástico. Sin embargo, se observó que el costo de producción de los ladrillos ecológicos es mayor que el de los ladrillos tradicionales, principalmente debido al proceso artesanal de elaboración. Este estudio ofrece información valiosa sobre la viabilidad y las características de los ladrillos ecológicos como alternativa sostenible en la construcción.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Chino y Mathios (2020), El objetivo principal del estudio consiste en elaborar y evaluar ladrillos ecológicos utilizando plástico PET reciclado y aserrín de la especie Huayruro (*Ormosia coccinea*) como materia prima alternativa, con el fin de determinar la proporción óptima de la mezcla y validar su resistencia para aplicaciones no estructurales. Con un enfoque experimental, empleando un diseño experimental factorial. Se consideran como factores el porcentaje de PET (100%, 98%, 96%, 94%) y el porcentaje de aserrín de Huayruro (0%, 2%, 4%, 6%), mientras que la variable dependiente son las propiedades físicas de los ladrillos (resistencia a compresión, variación dimensional, alabeo, absorción de agua). Las técnicas e instrumentos utilizados incluyen el picado de botellas PET, el mezclado de PET y aserrín de Huayruro en diferentes proporciones, el moldeado y prensado manual de ladrillos, así como ensayos de resistencia a compresión, variación dimensional, alabeo y absorción de agua según (NTP E.070). En conclusión, el tratamiento con 94% de PET y 6% de aserrín presenta la mayor resistencia a compresión, siendo clasificado como Bloque NP (No Portante) según la NTP E.070, adecuado para aplicaciones no estructurales como divisiones interiores o muros no portantes. Además, se evidencia la

viabilidad de utilizar residuos de PET y aserrín de Huayruro como materia prima para la fabricación de ladrillos ecológicos, lo que contribuye a la minimización del impacto ambiental y la valorización de residuos.

Ccoscco y De La Cruz (2020), El objetivo del estudio es elaborar ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluar sus propiedades físico-mecánicas para determinar su viabilidad en el diseño y construcción de viviendas unifamiliares. Se empleó un enfoque cuasi experimental con un diseño factorial, evaluando como variable independiente el porcentaje de PET añadido (3%, 6%, 9%) y como variables dependientes las propiedades mecánicas (resistencia a compresión, resistencia a compresión diagonal) y físicas (variación dimensional, alabeo, absorción de agua). La población objeto de estudio fueron los ladrillos utilizados en la construcción de viviendas unifamiliares, y la muestra consistió en 150 ladrillos ecológicos elaborados con diferentes porcentajes de PET. Se realizaron ensayos de resistencia y mediciones de propiedades físicas, seguidos de un análisis de resultados comparativo con los requisitos de la norma NTP E.070 para la clasificación de ladrillos. Las conclusiones destacan que los ladrillos con 3% de PET cumplen con los requisitos de la norma para la clasificación del ladrillo tipo IV, mientras que aquellos con 6% y 9% presentan propiedades físico-mecánicas aceptables, pero no del todo compatibles con los criterios normativos. Se evidencia el potencial del uso de plástico PET reciclado como materia prima para ladrillos ecológicos, contribuyendo así a la valorización de este residuo y a la construcción sostenible.

Delgado (2022), el objetivo del estudio consiste en determinar las propiedades físico-mecánicas de ladrillos ecológicos elaborados con adición de aserrín para su uso en muros no estructurales, evaluando su potencial como material alternativo sostenible en la construcción y asegurando el cumplimiento con las especificaciones de las normas peruanas NTP y RNE. Con un enfoque experimental, desarrollando un diseño experimental que incluye la recolección y caracterización de

materiales, la elaboración de mezclas, el moldeado y curado de los ladrillos, la realización de ensayos físico-mecánicos y el análisis de resultados. Se utilizaron diversas técnicas e instrumentos, como el tamizado, la hidrometría, el análisis granulométrico y pruebas de compresión, densidad, absorción y succión de agua. Las conclusiones indican que la adición de aserrín hasta un 0.5% aumenta la resistencia a compresión y densidad de los ladrillos, cumpliendo con las especificaciones normativas, mientras que mayores porcentajes de aserrín incrementan la absorción y succión de agua. Además, se destaca que la utilización de aserrín como materia prima contribuye a la valorización de este residuo y promueve la construcción sostenible.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Lopez (2023), el objetivo principal del estudio fue evaluar la influencia de aditivos inorgánicos (1% de PET reciclado) y orgánicos (1% de cartón reciclado) en la resistencia a compresión y flexión de ladrillos King concreto, comparándolos con ladrillos King concreto convencional, con el fin de identificar alternativas sostenibles en la construcción. Se empleó un enfoque experimental con un diseño factorial que consideró diferentes tipos de ladrillos y aditivos. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y flexión tras el curado de los ladrillos, utilizando muestras elaboradas en el laboratorio. Las conclusiones indicaron que la adición de 1% de PET reciclado y cartón reciclado mejoró la resistencia a compresión y flexión en comparación con los ladrillos convencionales, mientras que el 3% de PET reciclado demostró mejoras aún más significativas. Estos hallazgos resaltan el potencial del uso de estos aditivos en la fabricación de ladrillos de concreto, contribuyendo así a la valorización de residuos y a la construcción sostenible.

Espíritu (2021), el objetivo principal del estudio fue evaluar la viabilidad de elaborar ladrillos ecológicos utilizando fibras de plástico PET reciclado como materia prima alternativa y determinar su potencial para su uso en la construcción de muros no portantes, con el fin de

ofrecer una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente. Se empleó un enfoque experimental con un diseño factorial que consideró diferentes concentraciones de fibra PET como factor. Se realizaron ensayos de resistencia a compresión y absorción de agua, además del cálculo de la densidad de los ladrillos. Los resultados mostraron que los ladrillos con diferentes concentraciones de fibra PET alcanzaron la resistencia a compresión requerida para su uso en muros no portantes, siendo el tipo con una concentración de 6.50 gr el más eficiente. La utilización de fibras de plástico PET reciclado en estos ladrillos contribuye a la valorización de este residuo y a la construcción sostenible. Se estimó que su aplicación en un 10% de las construcciones en Huánuco podría generar un impacto ambiental positivo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. BLOQUES ECOLÓGICOS O LADRILLOS ECOLÓGICOS

Son alternativas sostenibles a los tradicionales, fabricados con material reciclado. Su proceso de elaboración es menos contaminante y ofrecen propiedades similares a los ladrillos convencionales. Se utilizan en muros no portantes, muros bajos y revestimientos, contribuyendo a reducir residuos y promover la construcción sostenible. Aunque enfrentan desafíos como el costo y la disponibilidad de materiales, ayudaría a controlar la contaminación ambiental. Los desafíos del uso de ladrillos ecológicos incluyen el costo, que puede ser superior al de los ladrillos tradicionales, la disponibilidad variable de materiales reciclados y la necesidad de conocimiento técnico para su correcta utilización (Pérez, 2023).

Proceso de fabricación

Estos materiales incluyen tierra cruda, que consiste en arcilla sin cocer mezclada con arena, paja o cáñamo; concreto de residuos, que es una combinación de cemento con desechos como vidrio, plástico o cenizas volantes; adobe, que es una mezcla de tierra, arena y agua moldeada en bloques y secada al sol; y eco ladrillos, que son botellas de

plástico rellenas con residuos no reciclables compactados. Los procesos de fabricación de estos ladrillos se caracterizan por un bajo consumo de energía, ya que a menudo se reduce o elimina la cocción, con algunos ladrillos curándose al sol y otros hechos de tierra cruda o concreto que no requieren altas temperaturas. Además, la producción local de estos ladrillos contribuye a reducir el transporte y las emisiones relacionadas (Rojas, 2014).

Propiedades mecánicas del ladrillo ecológico

Determinadas por el tipo de material empleado, la composición de la mezcla y el método de fabricación. No obstante, existen algunas características comunes que destacan: la resistencia a la compresión, que indica la capacidad del ladrillo para soportar cargas sin fracturarse y debe ajustarse a los estándares mínimos establecidos por las normas de construcción según su función (muros portantes, no portantes, entre otros); la densidad, que representa el peso por unidad de volumen, siendo los ladrillos ecológicos generalmente más livianos que los de arcilla cocida, lo que disminuye el peso de la edificación y la necesidad de materiales estructurales; y la absorción de agua, que mide la capacidad del ladrillo para retener humedad. Un nivel elevado de absorción puede comprometer su durabilidad, volviéndolo más vulnerable a la humedad, hongos y moho. Los ladrillos ecológicos suelen presentar una absorción de agua moderada, comparable o ligeramente superior a la de los ladrillos de arcilla cocida (Febres y Vargas, 2021).

2.2.2. ADHESIVO SINTÉTICO

Un adhesivo sintético es una sustancia de unión elaborada a partir de compuestos químicos sintéticos, en lugar de fuentes naturales como resinas vegetales o minerales. Se caracterizan por su alta resistencia, durabilidad y versatilidad. Estos adhesivos se dividen en varios tipos según su composición, como epoxi, acrílicos, poliuretanos, cianoacrilatos y siliconas, cada uno con propiedades y aplicaciones específicas. Se utilizan en la construcción, la industria automotriz, la

electrónica, las manualidades y el uso doméstico, ofreciendo ventajas como resistencia, versatilidad y facilidad de uso. Sin embargo, también presentan desafíos, como el impacto ambiental, la dificultad de eliminación y posibles reacciones alérgicas. Por lo tanto, es importante utilizarlos de manera responsable y seguir las recomendaciones del fabricante para garantizar un uso seguro y efectivo (Arriandiaga, 2019).

Propiedades mecánicas del adhesivo sintético

En términos generales, se pueden mencionar las siguientes propiedades: la resistencia a tensión, que es la capacidad del adhesivo para soportar una fuerza que tiende a estirarlo o separarlo, con valores que pueden oscilar entre unos pocos MPa y más de 50 MPa; la resistencia al corte, que es la capacidad del adhesivo para soportar una fuerza que tiende a deslizarlo, y cuyos valores pueden variar desde unos pocos MPa hasta más de 20 MPa; y el módulo de elasticidad, que mide la rigidez del adhesivo, indicando que un adhesivo con un alto módulo de elasticidad será más rígido y menos flexible que uno con un módulo de elasticidad bajo (Flores, 2016).

2.2.3. CASCARILLA DE ARROZ

Conocida también como paja o cáscara de arroz, esta es la capa externa dura e indigestible que recubre el grano de arroz. Se genera como un subproducto durante el proceso de molienda, cuando se separa el grano blanco comestible de su envoltura exterior. Este residuo agrícola constituye cerca del 20% del peso total del arroz cosechado. Su composición principal incluye celulosa, lignina y sílice, lo que le otorga una estructura fibrosa y porosa, caracterizada por su baja densidad y alta capacidad de aislamiento térmico y acústico. Además, presenta propiedades destacadas como resistencia a la humedad, al fuego y a los insectos, siendo un material biodegradable y renovable. Sus aplicaciones son diversas, desde su uso como combustible para generar energía térmica o eléctrica, hasta su integración en la construcción para fabricar bloques, ladrillos y paneles aislantes. También se emplea como

abrasivo para tareas de limpieza y pulido, como adsorbente en la purificación de agua y aire, y como suplemento alimenticio para animales. Adicionalmente, se utiliza como materia prima para elaborar biocombustibles como etanol y biogás (Piñeros, 2011).

2.2.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Es la capacidad de soportar fuerzas que tienden a acortarlo, aplastarlo o deformarlo. Este parámetro es fundamental en el diseño y la construcción de estructuras, ya que permite determinar la carga máxima que el material puede resistir sin fallar. Se mide en unidades como megapascuales o libras por pulgada cuadrada. Factores como la composición química, la microestructura, la densidad y las condiciones ambientales afectan este tipo de resistencia. Materiales como el concreto, el acero y la piedra natural, conocidos por su alta resistencia a compresión, son ampliamente empleados en proyectos de construcción e ingeniería (Díaz et al., 2018).

2.2.5. ASPECTO NORMATIVO NTC 5324

La norma establece los requisitos para la fabricación, características físicas y mecánicas, métodos de prueba y etiquetado de los bloques de suelo-cemento, destinados a muros y divisiones en edificaciones que no estén expuestas a condiciones de hielo y deshielo. Estos bloques, fabricados con una mezcla de suelo, cemento y agua, se utilizan en diferentes tipos de construcciones, como viviendas, edificios comerciales y educativos. Los bloques deben cumplir con especificaciones en cuanto a dimensiones, apariencia, densidad, resistencia a compresión, absorción de agua y conductividad térmica. Se incluyen métodos de ensayo para verificar estas propiedades y se exige que los bloques lleven etiquetas con información clave, como el tipo de bloque, dimensiones, resistencia a compresión y absorción de agua. Las dimensiones deben ser modulares, con medidas comunes de 220 x 220 x 95 mm o 140 mm (largo x ancho x alto), y su resistencia mínima a la compresión debe ser de 6 MPa. El cumplimiento de esta norma es

obligatorio en Colombia y está bajo la supervisión del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), garantizando la calidad de los bloques y promoviendo la construcción sostenible (Norma NTC 5324, 2004)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Adherencia: fuerza que mantiene unidas dos superficies, es la capacidad que tiene de unirse y fijarse a otro material cuando entran en contacto, esta unión se produce por fuerzas intermoleculares y es importante en muchas aplicaciones (Moro, 2023).

Bloque comprimido: elaborado con tierra, arena, arcilla y estabilizante, se caracteriza por sus buenas propiedades mecánicas. Se utiliza en la construcción de muros de carga, cerramientos, pavimentos, muros divisores, bóvedas, arcos y elementos decorativos (Gaitán, 2022).

Curado: proceso que permite que un material se endurezca y desarrolle su máxima resistencia. Este proceso es importante para muchos materiales diferentes, como el concreto, la madera y los adhesivos. El proceso de curado específico para un material variará según el tipo de material (Harmsen, 2019).

Deformación: material que regresa a su forma inicial al eliminarse la fuerza, también puede presentarse deformación plástica, en la que el material sufre alteraciones permanentes en su forma o tamaño debido a la aplicación de una fuerza o carga externa (Abellán y Vila, 2023).

Diseño de mezcla: proporciones correctas de los componentes del concreto (cemento, agua, agregados y aditivos) para obtener un material con las características necesarias para una aplicación específica (Harmsen, 2019).

Distribución del tamaño de partícula: dimensión característica de una partícula individual, que puede ser su diámetro, longitud o volumen promedio. El tamaño de partícula puede variar desde micrómetros (millonésimas de metro) hasta milímetros (milésimas de metro) o incluso metros, dependiendo del material y la aplicación (Castro y Battaglia, 2021).

Durabilidad: capacidad de un material para soportar el desgaste, la presión o el deterioro con el paso del tiempo. La durabilidad depende de factores como las propiedades del material, las condiciones ambientales y el mantenimiento que reciba (De Garrido, 2021).

Dosificación: proceso fundamental en diversas áreas, como la construcción, la manufactura y la química. Consiste en medir y mezclar con precisión las cantidades adecuadas de diferentes materiales para obtener una mezcla homogénea con las propiedades deseadas para su aplicación específica (D'Addario, 2018).

Ecodiseño: Es un enfoque que busca reducir la contaminación de un producto o servicio durante todo su ciclo de vida, desde su creación hasta su disposición final. Su objetivo principal es optimizar el uso de materiales naturales, reducir la producción de residuos y emisiones contaminantes (Biel et al., 2018).

Energía de compactación: Cantidad de energía aplicada a un material durante la compactación, proceso crucial en la construcción que aumenta la densidad del suelo y mejora sus propiedades mecánicas. Se aplica mediante diversos métodos, como la compactación con rodillo, por vibración o por apisonamiento (Rui, 2020).

Evaluación del ciclo de vida: proceso continuo que comienza con su extracción o creación y termina con su vida útil. El análisis del ciclo de vida es una herramienta importante para evaluar el impacto ambiental del material y buscar estrategias para minimizarlo (Biel Ibáñez et al., 2018).

Estrés: capacidad de un material para resistir la deformación causada por una fuerza externa. Se mide en unidades de presión, como megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi) (Díaz et al., 2018).

Granulometría: distribución estadística de los tamaños de las partículas que forman un material granular. También se entiende como el conjunto de procesos destinados a determinar cómo se distribuyen los tamaños de los componentes en una muestra (Llorens y Pons, 2021).

Módulo de elasticidad: Además de la rigidez, el módulo de elasticidad también puede influir en la capacidad de absorción de energía y la resistencia a la fatiga de un material (Rodríguez y González, 2023).

Porosidad: fracción del volumen total del material que está ocupada por poros o huecos. Los poros pueden ser de diferentes tamaños y formas, y pueden estar distribuidos de manera uniforme o no uniforme dentro del material, se expresa como un porcentaje, y puede variar desde valores cercanos a cero en materiales densos y compactos (Gomez, 2022).

Relación agua/cemento: factores clave en la tecnología del concreto, ya que afecta de manera significativa su resistencia final, durabilidad, facilidad de manejo y otras características. Se describe como la proporción entre la cantidad de agua y la cantidad de cemento (Castro y Battaglia, 2021).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: El adhesivo sintético tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

HE3: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión de bloque comprimido de cascarilla de arroz

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Adhesivo Sintético.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Adhesivo Sintético	Sustancia química utilizada para unir materiales a través de un proceso de adhesión, proporcionando cohesión y resistencia mecánica al conjunto.	Cantidad de adhesivo sintético diluido en agua utilizado en la fabricación de bloques comprimidos de cascarilla de arroz.	Proporción de adhesivo	- 300 g/L - 500 g/L - 700 g/L	
VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia a la Compresión de un Bloque Comprimido Hechos de Cascarilla de Arroz.	Capacidad de un bloque comprimido para soportar cargas axiales que tienden a reducir su tamaño sin llegar a fallar, medida en términos de esfuerzo máximo soportado.	Fuerza máxima que soportan los bloques comprimidos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético antes de fallar, medida en megapascuales (MPa), comparada con bloques de suelo cemento.	Fuerza de compresión	Valor de compresión en MPa	Ficha de laboratorio del ensayo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada se orienta hacia la resolución de problemáticas específicas que afectan a la sociedad o a las entidades empresariales, con el propósito de encontrar soluciones prácticas y tangibles. Su meta principal radica en la generación de conocimientos novedosos que redunden en beneficio para los individuos, mejoren la eficiencia de los procedimientos (Ibave et al., 2014).

Este estudio no se limitará a un análisis teórico, sino que se orientará hacia la solución de problemas reales relacionados con la construcción sostenible. Mi objetivo será darle un valor agregado a la cascarilla de arroz, un residuo agrícola abundante en la región, mediante su uso en la fabricación de bloques comprimidos ecológicos. Al comparar la resistencia a la compresión de estos bloques con los bloques de suelo cemento convencionales, establecidos por la norma colombiana NTC 5324, espero demostrar que los bloques comprimidos con adhesivo sintético pueden ofrecer una alternativa viable y ecológica en la construcción.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque cuantitativo implica la recolección y análisis de datos con el propósito de comprender diversos fenómenos, ya sean de índole social, natural o económica. Este método se vale de técnicas estadísticas y matemáticas para obtener información de manera sistemática y objetiva, seguido por un análisis de los datos mediante procedimientos cuantitativos (Hernández, 2018).

Desde el enfoque de una investigación cuantitativa, realizaré una serie de experimentos controlados y mediciones precisas para evaluar el efecto de diferentes proporciones de adhesivo sintético en la resistencia a compresión de los bloques comprimidos hechos de

cascarilla de arroz. Recopilaré datos numéricos sobre la carga máxima de compresión y los analizaré estadísticamente para determinar las diferencias significativas entre los grupos experimentales.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación de nivel explicativo se enfoca en analizar las relaciones entre variables, profundizando en la identificación de los factores que explican un fenómeno observado. Su objetivo principal radica en entender por qué ocurre un fenómeno específico y los mecanismos que lo generan. Para alcanzar este propósito, suele emplear diseños experimentales o cuasiexperimentales, junto con técnicas estadísticas avanzadas, para analizar la relación entre variables y determinar su influencia mutua (Hernández, 2018).

Desde el enfoque de una investigación de nivel explicativo, no solo describiré y cuantificaré el efecto del adhesivo sintético en la resistencia a compresión de los bloques, sino que también intentaré explicar las causas subyacentes de los resultados obtenidos. Analizaré cómo la variación en la proporción de adhesivo sintético afecta la estructura y las propiedades físicas de los bloques, y cómo estas características influyen en su resistencia a la compresión.

3.1.3. DISEÑO

Un diseño cuasiexperimental combina características tanto de los diseños experimentales como de los observacionales. A diferencia de un diseño experimental tradicional, donde la aleatorización se utiliza para asignar participantes a grupos de tratamiento y control, en un diseño cuasiexperimental, el investigador no tiene un control total sobre esta asignación. A pesar de esta falta de aleatorización, el investigador aún puede manipular una variable independiente o intervenir en la situación para observar su efecto en una variable dependiente (Hernández, 2018).

Implementaré un diseño cuasi experimental en esta investigación, seleccionando una muestra no probabilística de bloques comprimidos

hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético. Dividiré los bloques en cuatro grupos de análisis: tres grupos con diferentes proporciones de adhesivo (300 g/L, 500 g/L, 700 g/L) y un grupo control de bloques de suelo cemento conforme a la norma NTC 5324. Cada grupo contará con 15 muestras, y evaluaré la resistencia a la compresión de cada bloque mediante pruebas estandarizadas. Este diseño me permitirá observar los efectos del adhesivo sintético bajo condiciones controladas, proporcionando datos comparativos claros y fiables sobre la resistencia a compresión de bloques. La implementación de este diseño garantizará que los resultados obtenidos sean representativos y relevantes para la aplicación práctica en la construcción sostenible.

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 con aplicación de 300, 500 y 700 gramos de adhesivo sintético por litro de agua.

GR4: Muestras patrón de suelo cemento elaborados según la norma colombiana NTC 5324.

X1, X2 y X3: Intervención de la variable independiente (Aplicación de 300, 500 y 700 gramos de adhesivo sintético por litro de agua).

R1, R2 y R3: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los Bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con aplicación de adhesivo 300, 500 y 700 gramos por litro de agua.

R4: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de suelo cemento elaborados según la norma colombiana NTC 5324.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población se refiere al grupo completo de individuos, elementos, objetos que tienen una característica común y son el foco de atención en una investigación particular. Esta población puede categorizarse en diversos tipos según la extensión y los propósitos de la investigación (Toledo, 2016).

La población estará conformada por todos los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético, así como los bloques de suelo cemento convencionales elaborados según la norma colombiana NTC 5324.

3.2.2. MUESTRA

Una muestra no probabilística es un conjunto de elementos seleccionados sin seguir un método aleatorio o basado en probabilidades. En otras palabras, los individuos o unidades de análisis no tienen una probabilidad conocida y calculable de ser seleccionados. Este tipo de muestreo se utiliza comúnmente en situaciones donde no es posible o práctico utilizar técnicas de muestreo probabilístico, ya sea debido a restricciones de tiempo, recursos limitados o la naturaleza del estudio (Carrasco, 2015).

Al utilizar este enfoque, podré enfocarme en grupos de análisis que sean representativos de los diferentes tratamientos de adhesivo sintético que estoy investigando. Por ejemplo, formaré grupos de bloques con proporciones específicas de adhesivo (300 g/L, 500 g/L, y 700 g/L) y un grupo control de bloques de suelo cemento conforme a la norma NTC 5324. Cada grupo estará compuesto por 15 muestras, seleccionadas cuidadosamente para asegurar que cada uno refleje adecuadamente las condiciones de tratamiento especificadas. A continuación, se detalla la distribución de las muestras para realizar las comparaciones:

Tabla 1*Descripción de las muestras*

Grupo	Material	Proporción de Adhesivo Sintético	Cantidad de muestras
G 1	Bloques comprimidos de cascarilla de arroz	300 gramos por litro de agua	15
G 2	Bloques comprimidos de cascarilla de arroz	500 gramos por litro de agua	15
G 3	Bloques comprimidos de cascarilla de arroz	700 gramos por litro de agua	15
G 4	Bloques de suelo cemento	N/A (conforme a NTC 5324)	15
TOTAL=			60

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La información se obtuvo mediante la observación directa y la experimentación, siguiendo un diseño cuasi experimental con muestras seleccionadas de manera no probabilística. Para evaluar la resistencia a la compresión de los bloques, se realizaron ensayos de compresión uniaxial de acuerdo con los procedimientos normativos, utilizando una prensa hidráulica con capacidad adecuada para la medición de esfuerzos en materiales de construcción. Además, se implementó un registro sistemático de datos en fichas de laboratorio, donde se documentaron parámetros clave como la carga máxima soportada, la deformación y la densidad de los bloques. El análisis estadístico incluyó pruebas de normalidad para determinar la distribución de los datos y la prueba t de Student para muestras independientes, con el propósito de comparar los resultados entre los diferentes grupos experimentales.

3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En la investigación se empleó la observación directa para la recolección de datos, lo que permitió obtener información precisa sobre las variables en estudio. Además, se utilizaron técnicas de laboratorio cuando fue necesario el uso de instalaciones especializadas para obtener los datos. Se fabricaron bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz en diferentes proporciones de adhesivo sintético por litro de agua. Estas proporciones incluyeron 300 gr,

500 gr y 700 gr de adhesivo sintético, con 15 muestras elaboradas para cada nivel de adición, además de los bloques comprimidos de suelo cemento tradicionales. Los bloques, con dimensiones de 22 cm x 22 cm x 9,5 cm, fueron sometidos a pruebas de compresión, sumando un total de 15 muestras por cada porcentaje de adhesivo añadido. Todas las muestras fueron debidamente identificadas y el proceso experimental se documentó mediante fotografías para asegurar una mejor comprensión.

Figura 1

Recolección de la cascarilla de arroz



Figura 2

Selección de la muestra de suelo



Figura 3

Ensayo Granulométrico



Figura 4

Pesaje de las muestras de suelo retenidas en cada tamiz



Figura 5

Vibrado manual del tamiz N° 40



Figura 6

Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N°40



Figura 7

Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande



Figura 8

Presentación de la muestra en la cuchara



Figura 9

Trazo de hendidura con el acanalador de bronce



Figura 10

Golpes del suelo con la Casagrande



Figura 11

Comprobación del cierre de suelo en la Casagrande



Figura 12

Ensayo de límite plástico del suelo



Figura 13

Pesaje de las muestras elipsoides del suelo



Figura 14

Pesaje de las muestras elipsoides del suelo



Figura 15

Selección de tierra para la elaboración de ladrillos comprimidos



Figura 16

Adición del desmoldante a los moldes prismas cuadrangulares 22 x 22 x 9.5



Figura 17

Pesaje de adhesivo sintético de 300 gr/l y 500 gr/l



Figura 18

Pesaje de adhesivo sintético de 700 gr/l



Figura 19

Selección de cascarilla de arroz



Figura 20

Pesaje del agua



Figura 21

Humedecimiento y echado de adhesivo sintético



Figura 22

Elaboración de bloques comprimido hecho de cascarilla de arroz



Figura 23

Elaboración de los bloques comprimidos



Figura 24

Procedimiento de compresión de los ladrillos



Figura 25

Uso de suelo tamizado



Figura 26

Echado de cemento



Figura 27

Mezclado de suelo y cemento



Figura 28

Elaboración de bloques comprimido



Figura 29

Echado de mezcla homogéneo a la máquina de compresión



Figura 30

Elaboración de compresión de los bloques comprimidos



Figura 31

Desmoldeo de los bloques comprimidos



Figura 32

Retirado de los bloques comprimidos



Figura 33

Secado de los bloques comprimidos



Figura 34

Ensayo resistencia a compresión de bloques comprimidos



Figura 35

Rotura de los bloques comprimidos (patrón)



Figura 36

Ensayo resistencia a compresión de bloques comprimidos



Figura 37

Rotura de los bloques comprimidos hecho de cascarillas de arroz con adhesivo sintético de 300 gr



Figura 38

Ensayo resistencia a compresión de los bloques comprimidos



Figura 39

Rotura de los bloques comprimidos hecho de cascarillas de arroz con adhesivo sintético de 500 gr



Figura 40

Ensayo a compresión de los bloques comprimidos



Figura 41

Ensayo resistencia a compresión de los bloques comprimido



Figura 42

Rotura de los bloques comprimidos hechos de cascarillas de arroz con adhesivo sintético de 700 gr



3.5 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para el análisis e interpretación de datos se emplearon técnicas tanto descriptivas como inferenciales; inicialmente se calcularon medidas de tendencia central y dispersión que permitieron resumir y comprender la distribución de los valores de resistencia a la compresión de los bloques evaluados, para posteriormente aplicar la prueba t de Student que facilitó la comparación estadística entre los bloques de cascarilla de arroz con adhesivo sintético y los bloques tradicionales de suelo cemento. Además, se utilizaron representaciones gráficas y tabulaciones detalladas que permitieron una visualización clara de los resultados, contribuyendo a una interpretación integral y rigurosa de los hallazgos, y asegurando que las conclusiones derivadas reflejaran fielmente el impacto del adhesivo sintético en el refuerzo de la resistencia compresiva de los bloques.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS

En esta investigación se garantizó el cumplimiento de los principios éticos mediante la transparencia en la metodología y el respeto hacia el medio

ambiente, asegurando que la utilización de materiales locales y reciclados se realizara de manera responsable y sustentable; se adoptaron criterios de honestidad y rigor científico en la recolección y análisis de datos, evitando conflictos de interés y garantizando la integridad de los procesos experimentales y estadísticos, lo que incluyó la adecuada documentación y difusión de los resultados para contribuir al avance del conocimiento en la construcción sostenible; asimismo, se veló por el respeto a las normativas vigentes y a las buenas prácticas de investigación, promoviendo la colaboración y el intercambio responsable de información que beneficie tanto a la comunidad académica como a los actores del sector de la construcción.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

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

Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

Tabla 2

Resultado resistencia a compresión: bloques comprimidos y bloques comprimidos según diseño

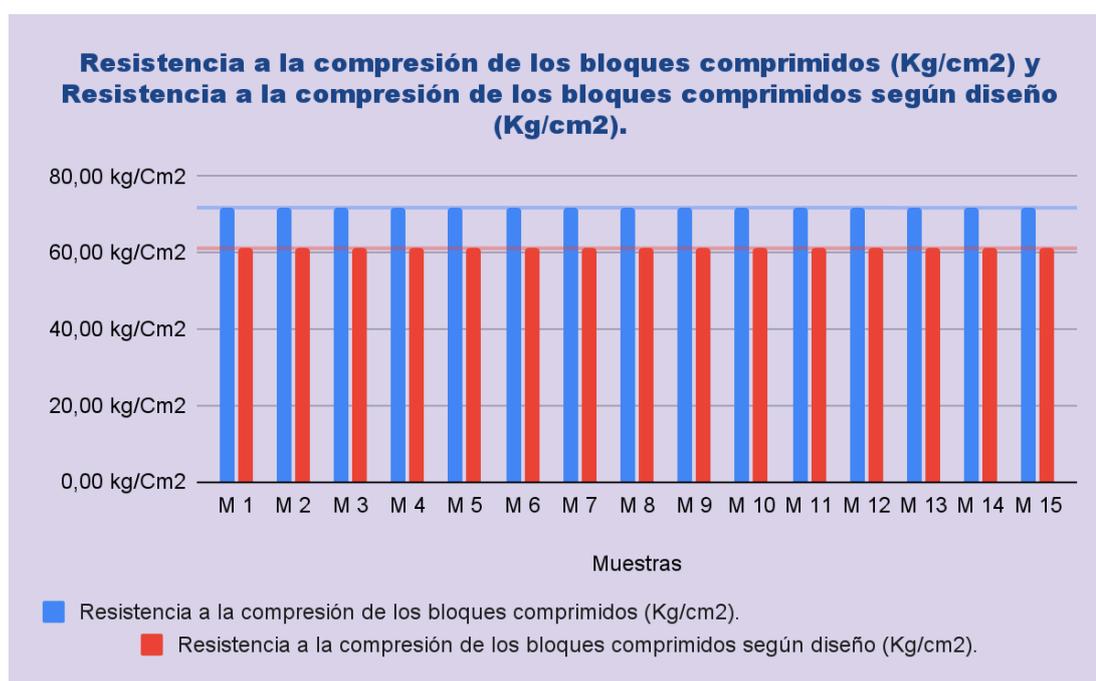
Muestras	F'c bloques comprimidos (Kg/cm ²)	F'c bloques comprimidos según diseño (Kg/cm ²)
M 1	71,70	61,18
M 2	71,86	61,18
M 3	71,96	61,18
M 4	71,76	61,18
M 5	71,83	61,18
M 6	71,87	61,18
M 7	71,84	61,18
M 8	71,87	61,18
M 9	71,81	61,18
M 10	71,72	61,18
M 11	71,86	61,18
M 12	71,76	61,18
M 13	71,77	61,18
M 14	71,82	61,18
M 15	71,83	61,18

Interpretación

La tabla representa los resultados de resistencia a compresión para los bloques de suelo cemento tradicionales y para los bloques de suelo cemento según la normativa colombiana, el cual establece una resistencia máxima de 6 MPa o 61,18 Kg/cm² (NTC 5324, 2004).

Figura 43

Comparación resistencia a compresión: bloques comprimidos y de diseño (Kg/cm²)



Interpretación

A partir de la figura, la resistencia a compresión máxima registrada para los bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,96 kg/cm², mientras que, de acuerdo con el diseño previsto, la resistencia a compresión de estos bloques es de 61,18 kg/cm².

Tabla 3

Medias de resistencia a la compresión de bloques comprimidos y de diseño (Kg/cm²)

Media	Valor	Unidades
F'c bloques comprimidos.	71,82	Kg/cm ²
F'c bloques comprimidos según diseño.	61,18	Kg/cm ²

Interpretación:

En la tabla se indica que la media de la resistencia a compresión de bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,82 Kg/cm², mientras que la media para la resistencia de bloques comprimidos según el diseño es de 61,18 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se infiere que los bloques comprimidos

de suelo cemento es más resistente comprensivamente en comparación con su resistencia según diseño.

Tabla 4

Resistencia a compresión bloques con cascarilla de arroz y 300 gr de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

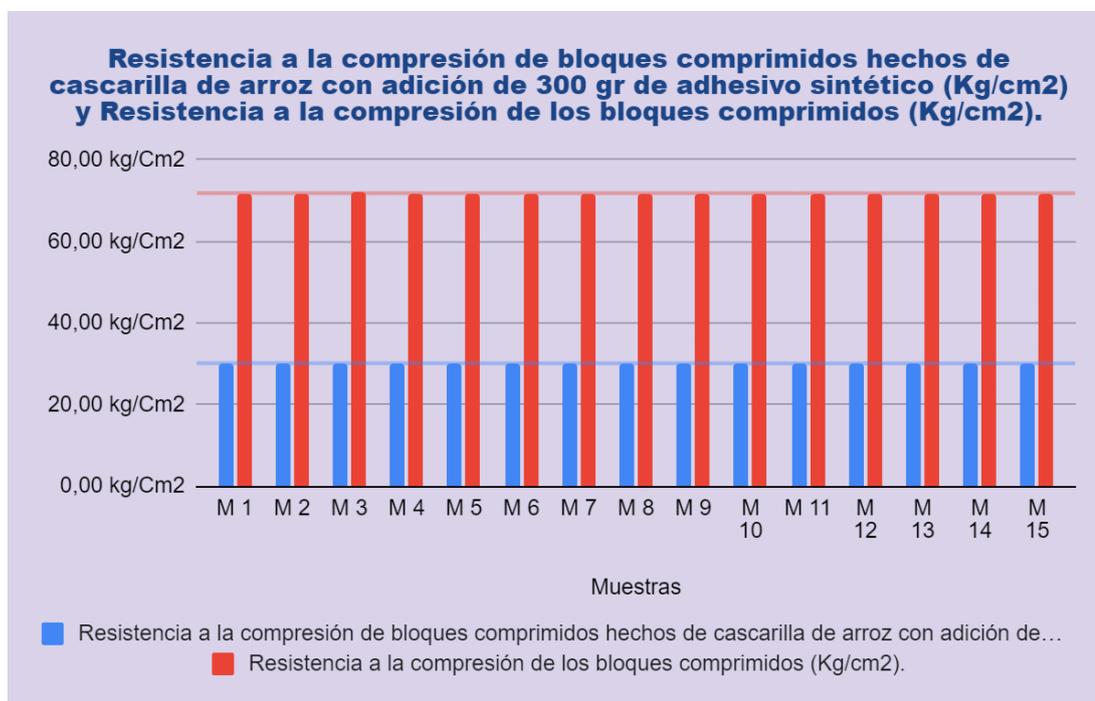
Muestras	F'c bloques comprimidos con cascarilla de arroz con adición de 300 gr de adhesivo sintético (Kg/cm²)	F'c bloques comprimidos (Kg/cm²)
M 1	30,20	71,70
M 2	30,13	71,86
M 3	30,24	71,96
M 4	30,03	71,76
M 5	30,10	71,83
M 6	30,14	71,87
M 7	30,12	71,84
M 8	30,14	71,87
M 9	30,08	71,81
M 10	30,00	71,72
M 11	30,13	71,86
M 12	30,12	71,76
M 13	30,04	71,77
M 14	30,10	71,82
M 15	30,17	71,83

Interpretación

La tabla representa los resultados de resistencia a compresión para bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir 300 gramos de adhesivo sintético por litro de agua y para los bloques comprimidos de suelo-cemento tradicionales sin adición de este adhesivo sintético.

Figura 44

Comparación de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 300gr de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)



Interpretación

A partir de la figura, la resistencia a compresión máxima registrada para bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,96 kg/cm², mientras que, para los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gramos de adhesivo sintético, la resistencia a compresión máxima alcanzada de estos bloques es de 30,24 kg/cm².

Tabla 5

Medias de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 300gr adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

Media	Valor	Unidades
F'c bloques comprimidos.	71,82	Kg/cm ²
F'c bloques comprimidos con adición de 300 gr de adhesivo sintético.	30,12	Kg/cm ²

Interpretación:

En la tabla se indica que la media de la resistencia a compresión de bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,82 Kg/cm², mientras que la

media para la resistencia de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gramos de adhesivo sintético es de 30,12 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se infiere que los bloques comprimidos de suelo-cemento son mucho más resistentes comprensivamente en comparación con los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gramos de adhesivo sintético.

Tabla 6

Resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

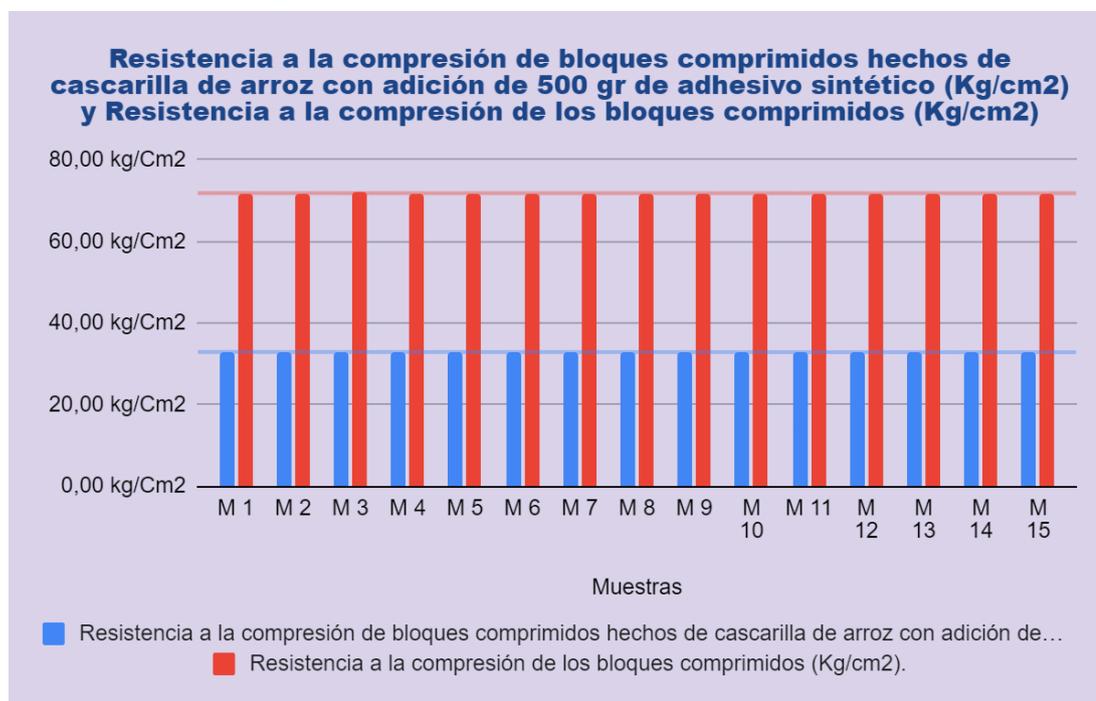
Muestras	F'c bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 500 gr de adhesivo sintético (Kg/cm²)	F'c de bloques comprimidos (Kg/cm²)
M 1	32,95	71,70
M 2	32,88	71,86
M 3	32,98	71,96
M 4	32,78	71,76
M 5	32,85	71,83
M 6	32,89	71,87
M 7	32,87	71,84
M 8	32,89	71,87
M 9	32,83	71,81
M 10	32,75	71,72
M 11	32,88	71,86
M 12	32,87	71,76
M 13	32,79	71,77
M 14	32,85	71,82
M 15	32,91	71,83

Interpretación

La tabla representa los resultados de resistencia a compresión para bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir 500 gramos de adhesivo sintético por litro de agua y para bloques comprimidos de suelo-cemento tradicionales sin adición de este adhesivo sintético.

Figura 45

Comparación de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)



Interpretación

A partir de la figura, la resistencia a compresión máxima registrada para bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,96 kg/cm², mientras que, para bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 500 gramos de adhesivo sintético, la resistencia a compresión máxima alcanzada por estos bloques es de 32,98 kg/cm².

Tabla 7

Medias de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

Media	Valor	Unidades
F'c bloques comprimidos.	71,82	Kg/cm ²
F'c bloques comprimidos con adición de 500 gr de adhesivo sintético.	32,86	Kg/cm ²

Interpretación:

En la tabla se indica que la media de la resistencia a compresión de bloques comprimidos de suelo cemento es de 71,82 Kg/cm², mientras que la

media para la resistencia de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 500 gramos de adhesivo sintético es de 32,86 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se infiere que los bloques comprimidos de suelo cemento son mucho más resistentes comprensivamente en comparación con los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 500 gramos de adhesivo sintético.

Tabla 8

Resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

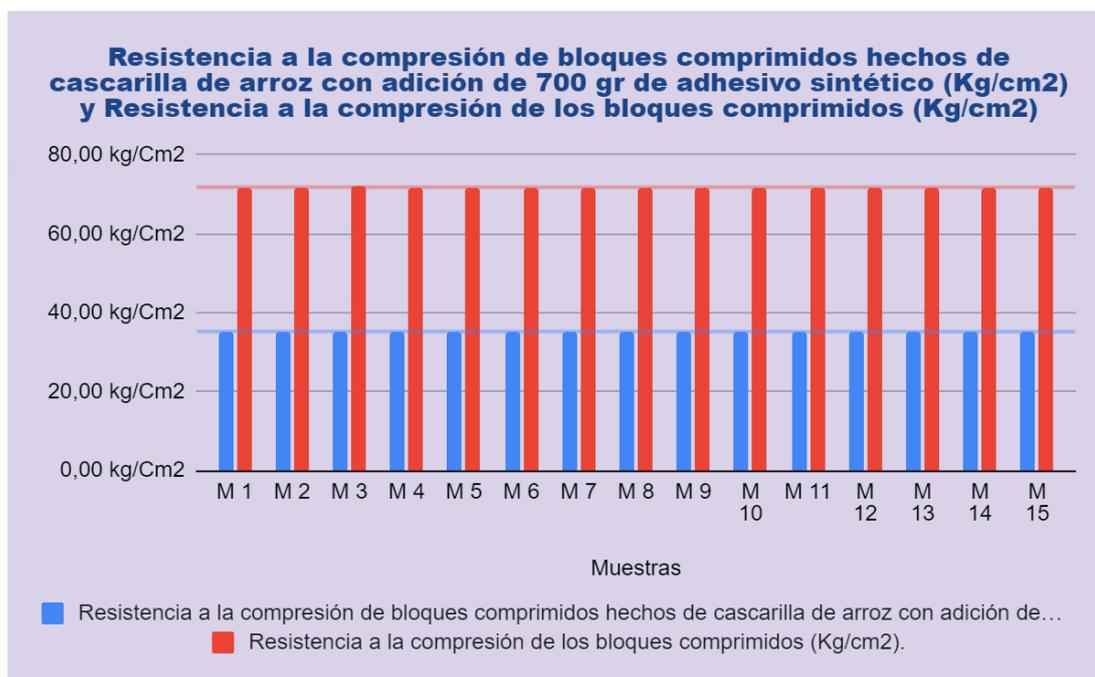
Muestras	F'c bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 700 gr de adhesivo sintético (Kg/cm²)	F'c bloques comprimidos (Kg/cm²)
M 1	35,32	71,70
M 2	35,25	71,86
M 3	35,36	71,96
M 4	35,15	71,76
M 5	35,22	71,83
M 6	35,26	71,87
M 7	35,24	71,84
M 8	35,26	71,87
M 9	35,20	71,81
M 10	35,12	71,72
M 11	35,25	71,86
M 12	35,24	71,76
M 13	35,16	71,77
M 14	35,22	71,82
M 15	35,29	71,83

Interpretación

La tabla representa los resultados de resistencia a la compresión para los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir 700 gramos de adhesivo sintético por litro de agua y para los bloques comprimidos de suelo-cemento tradicionales sin adición de este adhesivo sintético.

Figura 46

Comparación de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)



Interpretación

A partir de la figura, la resistencia a compresión máxima registrada para bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,96 kg/cm², mientras que, para los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 700 gramos de adhesivo sintético, la resistencia a compresión máxima alcanzada por estos bloques es de 35,36 kg/cm².

Tabla 9

Medias de resistencia a compresión: bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

Media	Valor	Unidades
F'c bloques comprimidos.	71,82	Kg/cm ²
F'c bloques comprimidos con adición de 700 gr de adhesivo sintético.	35,24	Kg/cm ²

Interpretación:

En la tabla se indica que la media de la resistencia a compresión de bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,82 Kg/cm², mientras que la

media para la resistencia de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 700 gramos de adhesivo sintético es de 35,24 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se infiere que los bloques comprimidos de suelo-cemento son mucho más resistentes comprensivamente en comparación con los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 700 gramos de adhesivo sintético.

Tabla 10

Resistencia a compresión promedio: bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

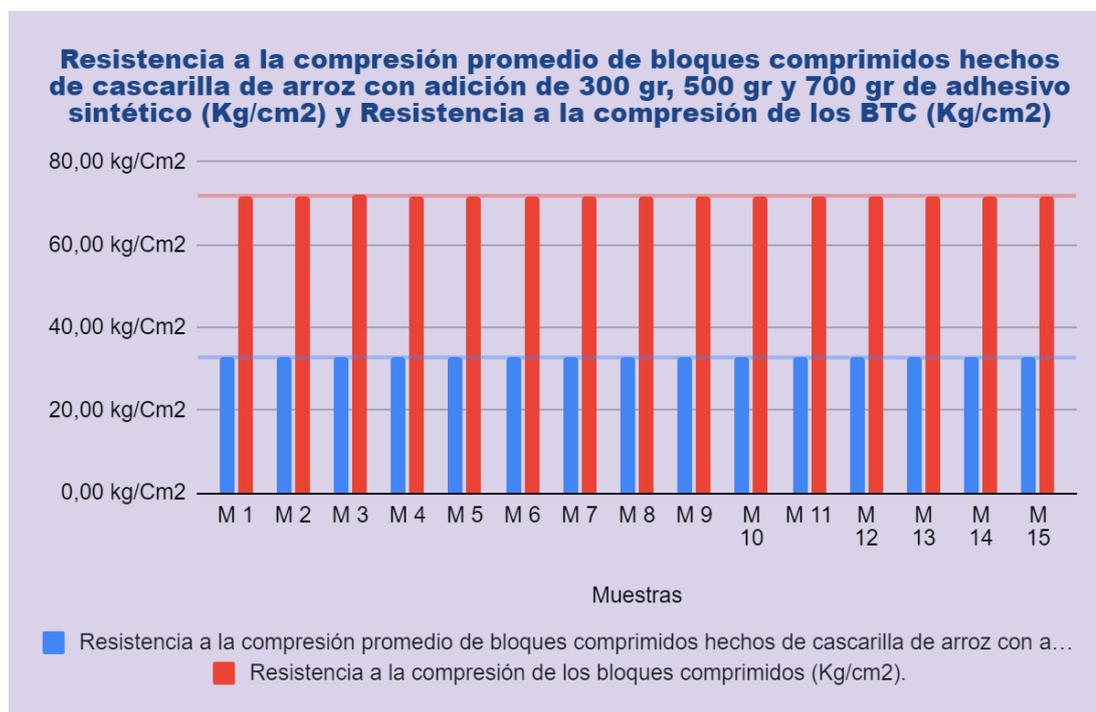
Muestras	F'c promedio bloques comprimidos	
	hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gr, 500 gr y 700 gr de adhesivo sintético (Kg/cm ²)	F'c bloques comprimidos (Kg/cm ²)
M 1	32,82	71,70
M 2	32,76	71,86
M 3	32,86	71,96
M 4	32,65	71,76
M 5	32,73	71,83
M 6	32,77	71,87
M 7	32,74	71,84
M 8	32,76	71,87
M 9	32,71	71,81
M 10	32,62	71,72
M 11	32,75	71,86
M 12	32,74	71,76
M 13	32,67	71,77
M 14	32,72	71,82
M 15	32,79	71,83

Interpretación

La tabla representa los resultados de resistencia a compresión promedio para bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir 300 gramos, 500 gramos y 700 gramos de adhesivo sintético por litro de agua y para los bloques comprimidos de suelo-cemento tradicionales sin adición de este adhesivo sintético.

Figura 47

Comparación resistencia a compresión promedio: bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)



Interpretación

A partir de la figura, la resistencia a compresión máxima registrada para bloques comprimidos de suelo-cemento es de 71,96 kg/cm², mientras que, para los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gramos, 500 gramos y 700 gramos de adhesivo sintético, la resistencia a compresión máxima alcanzada por estos bloques es de 32,86 kg/cm².

Tabla 11

Medias de resistencia a compresión promedio: bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

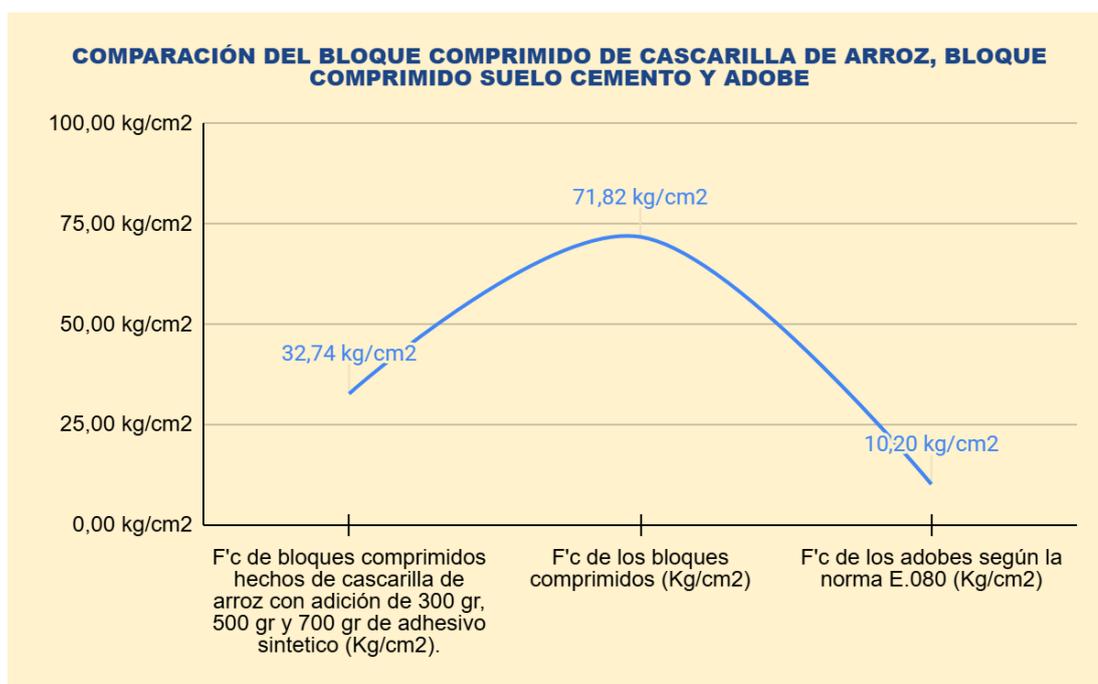
Media	Valor	Unidades
F'c bloques comprimidos.	71,82	Kg/cm ²
F'c promedio bloques comprimidos con adición de 300 gr, 500 gr y 700 gr de adhesivo sintético.	32,74	Kg/cm ²

Interpretación:

En la tabla se indica que la media de la resistencia a compresión de bloques comprimidos de suelo cemento es de 71,82 Kg/cm², mientras que la media para la resistencia promedio de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gramos, 500 gramos y 700 gramos de adhesivo sintético es de 32,74 Kg/cm². Al comparar estos promedios, se infiere que los bloques comprimidos de suelo cemento son mucho más resistentes comprensivamente en comparación con los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gr, 500 gr y 700 gr de adhesivo sintético.

Figura 48

Comparación del bloque comprimido de cascarilla de arroz, bloque comprimido suelo cemento y adobe



Interpretación

La figura compara la resistencia a compresión de tres tipos de materiales: bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adhesivo sintético, bloques comprimidos de suelo cemento y adobe. Los bloques de cascarilla de arroz alcanzaron una resistencia promedio de 32,74 kg/cm², evidenciando un incremento significativo respecto a los adobes tradicionales,

cuya resistencia es de 10,20 kg/cm² según la norma E.080. Sin embargo, esta resistencia se mantiene inferior a la de los bloques de suelo cemento, que alcanzaron un valor máximo de 71,82 kg/cm². Estos resultados demuestran que, aunque los bloques de cascarilla de arroz con adhesivo sintético ofrecen una mejora importante frente al adobe, aún no alcanzan la resistencia de bloques de suelo cemento.

4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

Para la hipótesis general

HG: El adhesivo sintético tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

H0: El adhesivo sintético NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

Tabla 12

Prueba de normalidad: resistencia a compresión promedio de bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Resistencia a compresión bloques comprimidos (Kg/cm ²).	,149	15	,200*	,960	15	,698

Resistencia a compresión promedio bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gr, 500 gr y 700 gr de adhesivo sintético (Kg/cm ²).	,118	15	,200*	,977	15	,947
---	------	----	-------	------	----	------

Interpretación:

Se usó la prueba Shapiro-Wilk para muestras menores a 30, confirmando normalidad en la resistencia a compresión de bloques de suelo-cemento ($p=0,698>0,05$) y bloques con cascarilla de arroz y adhesivo sintético ($p=0,947>0,05$). Luego, se aplicó la prueba T de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis general

Tabla 13

Prueba T-Student: resistencia a compresión promedio de bloques con cascarilla y adhesivo (300 g, 500 g, 700 g) vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

Prueba de Levene de igualdad de varianzas							
Prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c bloques comprimidos (Kg/Cm ²).	Se asumen varianzas iguales	,183	,672	1659,93	28	,001	39,07800
	No se asumen varianzas iguales			1659,93	27,85	,001	39,07800

Interpretación

El análisis con SPSS confirma que el adhesivo sintético mejora significativamente la resistencia a compresión de bloques de cascarilla de arroz frente a los de suelo-cemento, según la norma NTC 5324 ($t=1659,932$; $p=0,001 < 0,05$).

Hipótesis específica 1:

HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

HE1: NO existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 14

Prueba de normalidad: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 300 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c bloques comprimidos (Kg/cm ²).	,149	15	,200*	,960	15	,698
F'c bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 300 gr de adhesivo sintético (Kg/cm ²).	,151	15	,200*	,972	15	,888

Interpretación:

Se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, adecuada para muestras menores a 30, confirmando normalidad en los datos de resistencia a compresión de bloques de suelo-cemento ($p=0,698>0,05$) y de bloques con cascarilla de arroz y 300 g de adhesivo sintético ($p=0,888>0,05$). Cumplido este supuesto, se realizó la prueba T de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

Tabla 15

Prueba T-Student: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 300 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

		Prueba de muestras independientes					
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c bloques comprimidos (Kg/Cm2)	Se asumen varianzas iguales	,116	,736	1760,308	28	,001	41,70133
	No se asumen varianzas iguales			1760,308	27,898	,001	41,70133

Interpretación

El análisis con SPSS confirmó la hipótesis alternativa, evidenciando una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre los bloques con cascarilla de arroz y adhesivo sintético (300 g/L) y los bloques de suelo-cemento convencionales según la NTC 5324 ($t=1760,308$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 2:

HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

HE2: NO existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 16

Prueba de normalidad: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c bloques comprimidos (Kg/cm ²).	,149	15	,200*	,960	15	,698
F'c bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 500 gr de adhesivo sintético (Kg/cm ²).	,139	15	,200*	,968	15	,834

Interpretación:

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido al tamaño de las muestras (<30). Los resultados indicaron que los datos de resistencia a compresión, tanto de bloques de suelo-cemento ($p=0,698$) como de bloques con cascarilla de arroz y 500 g de adhesivo sintético ($p=0,834$), cumplen con

la normalidad. Con esto, se procedió a realizar la prueba t de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

Tabla 17

Prueba T-Student: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 500 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

		Prueba de muestras independientes					
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c bloques comprimidos (Kg/Cm2)	Se asumen varianzas iguales	,177	,677	1668,427	28	,001	38,95267
	No se asumen varianzas iguales			1668,427	27,765	,001	38,95267

Interpretación

El análisis realizado con SPSS revela que hay una diferencia significativa entre la resistencia a compresión de bloques de cascarilla de arroz con 500 g de adhesivo sintético y los bloques de suelo-cemento convencionales, según la norma NTC 5324, con una contrastación de ($t=1668,427$; $p=0,001 < 0,05$).

Hipótesis específica 3:

HE3: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

HE3: NO existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 18

Prueba de normalidad: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c bloques comprimidos (Kg/cm ²).	,149	15	,200*	,960	15	,698
F'c bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz con adición de 700 gr de adhesivo sintético (Kg/cm ²).	,151	15	,200*	,972	15	,888

Interpretación:

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, dado que las muestras son menores de 30, y los resultados mostraron que tanto los bloques de suelo-cemento ($p=0,698 > 0,05$) como los de cascarilla de arroz con 700 g de adhesivo sintético ($p=0,888 > 0,05$) cumplen con el supuesto de normalidad. Así, se procedió a realizar la prueba t de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

Tabla 19

Prueba T-Student: resistencia a compresión de bloques con cascarilla y 700 g de adhesivo vs. bloques comprimidos (Kg/cm²)

Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c bloques comprimidos (Kg/Cm2).	Se asumen varianzas iguales	,116	,736	1544,181	28	,001	36,58133
	No se asumen varianzas iguales			1544,181	27,898	,001	36,58133

Interpretación

El análisis con SPSS revela que hay una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre los bloques de cascarilla de arroz con 700 g de adhesivo sintético y los bloques de suelo-cemento convencionales, según la norma NTC 5324, con un valor de $t=1544,181$ y $p=0,001 < 0,05$.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Campoverde et al., (2023), como objetivo principal fabricar y evaluar un ladrillo ecológico utilizando materiales alternativos como cemento, suelo limo-arenoso, viruta de madera y papel bond, buscando propiedades beneficiosas en términos de resistencia, deformación y costo. La metodología empleada consistió en un enfoque experimental de tipo aplicativo, con un diseño experimental que abarca etapas como la recolección y preparación de materiales, elaboración de mezclas, moldeado y curado de ladrillos, ensayos de laboratorio para determinar propiedades mecánicas, y análisis de costos. Se elaboraron diferentes dosificaciones de mezcla y se realizaron ensayos de compresión, flexión y deformación para evaluar las propiedades mecánicas de los ladrillos. Los resultados mostraron que los ladrillos ecológicos fabricados con viruta de madera y papel bond presentan una resistencia a compresión y flexión superior a la de los ladrillos tradicionales, así como una mayor capacidad de deformación y comportamiento elástico. Sin embargo, se observó que el costo de producción de los ladrillos ecológicos es mayor que el de los ladrillos tradicionales, principalmente debido al proceso artesanal de elaboración. Este estudio ofrece información valiosa sobre la viabilidad y las características de los ladrillos ecológicos como alternativa sostenible en la construcción. Comparándolo con nuestra investigación se encontró el valor más alto para la resistencia a compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz cuando se le añadió 700 gramos de adhesivo sintético con un valor de 35,24 Kg/cm² en comparación con la resistencia a compresión de bloques comprimidos de suelo-cemento tradicionales con un valor de 71,82 Kg/cm², que siguen siendo mucho más resistentes comprensivamente que las muestras con adición de 700 gramos de adhesivo sintético.

Delgado (2022), el objetivo del estudio consiste en determinar las propiedades físico-mecánicas de ladrillos ecológicos elaborados con adición

de aserrín para su uso en muros no estructurales, evaluando su potencial como material alternativo sostenible en la construcción y asegurando el cumplimiento con las especificaciones de las normas peruanas NTP y RNE. Con un enfoque experimental, desarrollando un diseño experimental que incluye la recolección y caracterización de materiales, la elaboración de mezclas, el moldeado y curado de los ladrillos, la realización de ensayos físico-mecánicos y el análisis de resultados. Se utilizaron diversas técnicas e instrumentos, como el tamizado, la hidrometría, el análisis granulométrico y pruebas de compresión, densidad, absorción y succión de agua. Las conclusiones indican que la adición de aserrín hasta un 0.5% aumenta la resistencia a compresión y densidad de los ladrillos, cumpliendo con las especificaciones normativas, mientras que mayores porcentajes de aserrín incrementan la absorción y succión de agua. Además, se destaca que la utilización de aserrín como materia prima contribuye a la valorización de este residuo y promueve la construcción sostenible. En contraste con nuestra investigación, se encontró el menor valor en cuanto a la resistencia a compresión de los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al incorporar 300 gramos de adhesivo sintético, con un valor de 30,12 Kg/cm² en comparación con bloques comprimidos de suelo-cemento, con un valor medio de 71,82 Kg/cm², los cuales siguen siendo mucho más resistentes que las demás muestras.

Lopez (2023), El objetivo principal del estudio fue evaluar la influencia de aditivos inorgánicos (1% de PET reciclado) y orgánicos (1% de cartón reciclado) en la resistencia a compresión y flexión de ladrillos King concreto, comparándolos con ladrillos King concreto convencional, con el fin de identificar alternativas sostenibles en la construcción. Se empleó un enfoque experimental con un diseño factorial que consideró diferentes tipos de ladrillos y aditivos. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y flexión tras el curado de los ladrillos, utilizando muestras elaboradas en el laboratorio. Las conclusiones indicaron que la adición de 1% de PET reciclado y cartón reciclado mejoró la resistencia a compresión y flexión en comparación con los ladrillos convencionales, mientras que el 3% de PET reciclado demostró mejoras aún más significativas. Estos hallazgos resaltan el potencial del uso

de estos aditivos en la fabricación de ladrillos de concreto, contribuyendo así a la valorización de residuos y a la construcción sostenible. Haciendo una comparativa estadística con nuestro estudio, podemos identificar el valor para la resistencia a la compresión promedio de los bloques comprimidos con adición de 300 gr, 500 gr y 700 gr de adhesivo sintético por litro de agua, con un valor medio de 32,74 Kg/cm² en comparación con los bloques comprimidos de suelo-cemento, con un valor medio de 71,82 Kg/cm², que aún sigue siendo teniendo una resistencia muy superior a las demás muestras con distintas proporciones de adhesivo añadidos.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

Para el objetivo general: Se concluye que se observa un efecto significativo en la resistencia a compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir adhesivo sintético, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=1659,932$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede observar que la resistencia a compresión evidencia una tendencia positiva en aumento al añadir 300 gr, 500 gr y 700 gr de adhesivo sintético, con una media de 32,74 kg/cm², en comparación con los bloques comprimidos de suelo-cemento, cuya resistencia a la compresión promedio es de 71,82 kg/cm².

Para el objetivo específico 1: Se concluye que se observa un efecto significativo en la resistencia a compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir 300 gramos de adhesivo sintético, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=1760,308$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede observar que la resistencia a compresión evidencia una tendencia positiva en aumento al añadir 300 gr de adhesivo sintético, con una media de 30,12 kg/cm², en comparación con los bloques comprimidos de suelo-cemento, cuya resistencia a compresión promedio es de 71,82 kg/cm².

Para el objetivo específico 2: Se concluye que se observa un efecto significativo en la resistencia a compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir 500 gramos de adhesivo sintético, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=1668,427$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede observar que la resistencia a compresión evidencia una tendencia positiva en aumento al añadir 500 gr de adhesivo sintético, con una media de 32,86 kg/cm², en

comparación con los bloques comprimidos de suelo-cemento, cuya resistencia a compresión promedio es de 71,82 kg/cm².

Para el objetivo específico 3: Se concluye que se observa un efecto significativo en la resistencia a compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz al añadir 700 gramos de adhesivo sintético, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=1544,181$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede observar que la resistencia a compresión evidencia una tendencia positiva en aumento al añadir 700 gr de adhesivo sintético, con una media de 35,24 kg/cm², en comparación con los bloques comprimidos de suelo-cemento, cuya resistencia a compresión promedio es de 71,82 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar la proporción óptima de adhesivo sintético en los bloques de cascarilla de arroz. Aunque el presente estudio ha demostrado una mejora en la resistencia a la compresión, explorar distintas proporciones o combinaciones de adhesivo podría ayudar a maximizar su efectividad, logrando un equilibrio entre resistencia y costo del material.

Sería beneficioso investigar el efecto de otros materiales reciclados o aditivos naturales que pudieran complementar o sustituir al adhesivo sintético. Aditivos como fibras vegetales o resinas naturales podrían aumentar la resistencia de los bloques de cascarilla, favoreciendo alternativas aún más sostenibles y accesibles para comunidades rurales.

Se recomienda realizar estudios de durabilidad a largo plazo en condiciones de humedad y temperatura variables, especialmente en climas tropicales como el de Tingo María. Este análisis permitirá determinar si los bloques de cascarilla de arroz con adhesivo sintético mantienen su resistencia en diferentes entornos, asegurando su viabilidad como material de construcción.

Se recomienda efectuar un análisis de costo-beneficio detallado que compare los bloques de cascarilla de arroz con adhesivo sintético con los bloques tradicionales de suelo-cemento. Esto permitirá evaluar la viabilidad económica del uso de cascarilla de arroz, no solo en términos de costos iniciales sino también considerando el impacto ambiental y el potencial ahorro en transportes y emisiones.

Finalmente, se recomienda trabajar en la creación de estándares de calidad y normativas específicas para los bloques de cascarilla de arroz con adhesivo sintético, de manera que puedan ser considerados oficialmente en proyectos de construcción. Esto contribuiría a su aceptación en el mercado y proporcionaría una base técnica para su uso seguro y confiable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abellán Nebot, J. V., & Vila Pastor, C. (2023). *Deformación plástica volumétrica : fundamentos teóricos y ejercicios resueltos*. Marcombo. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Deformaci%C3%B3n_pl%C3%A1stica_volum%C3%A9trica_fund/CR67zwEACAAJ?hl=es-419
- Almorox Alonso, J., López Bermúdez, F., & Rafaelli, S. (2011). *La degradación de los suelos por erosión hídrica. métodos de estimación*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- Ariza Marin, L. J., Moreno Rodriguez, F., Burgos Cordoba, G. P., & Manrique Moreno, N. (2022). Plan de negocio para la producción y comercialización de ladrillos ecológicos (Eco-MycBricks) a partir de micelio en la ciudad de Villavicencio, Meta. Colombia: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/47158?show=full>
- Armentrout, D., & Armentrout, P. (2014). *Los biocombustibles: Biofuels*. Rourke Educational Media.
- Arriandiaga Abarca, V. (2019). NTP 266: Adhesivos sintéticos: riesgo higiénico de resinas y otros componentes. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_266.pdf/08da791e-42f5-4d2c-874f-78f42e3a8516
- Biel Ibáñez, M. P., López Forniés, I., Manchado Pérez, E., & Sanz Segura, R. (Edits.). (2018). *Diseño y reflexión: el cambio del diseño y el diseño del cambio*. Prensas de la Universidad de Zaragoza. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Dise%C3%B1o_y_reflexi%C3%B3n/MH51DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Campoverde Bustos, F. M., Nieto Cardenas, X., & Takeuchi, C. P. (2023). Análisis de ladrillos ecológicos fabricados con suelo limo-arenoso, cemento, viruta y papel, en base a resistencia, costo y deformación. España: Universidad Europea del Atlantico. Obtenido de <https://www.mlsjournals.com/Project-Design-Management/article/view/1842>

- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Castro, M. E., & Battaglia, M. (2021). *Recursos P/El Diseño De Estructuras Resistentes. T.3 2* Edición: Hormigón Armado*. CP67. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Recursos_P_El_Dise%C3%B1o_De_Estructuras_Res/RndHEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Ccoscco De La Cruz, N., & De La Cruz Cañavi, L. A. (2020). Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020. Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59425>
- Chino Ruiz, L. A., & Mathios Castro, A. C. (2020). Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruro (*Ormosia coccinea*) de las industrias madereras en Ucayali, Perú. Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4305>
- Cremonesi, P., & Borgioli, L. (2014). *Las resinas sintéticas usadas para el tratamiento de obras policromas*. Il Prato.
- D'Addario, M. (2018). *Manual de Albañilería*. Lulu.com. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Manual_de_Alba_iler_a/zsRSDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- De Garrido, L. (2021). *Manual de arquitectura ecológica avanzada*. CP67. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Manual_de_arquitectura_ecol%C3%B3gica_avanza/nLszEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Delgado Sanchez, J. L. (2022). Propiedades físico-mecánicas de los ladrillos ecológicos adicionando aserrín en muros no estructurales, Chiclayo, Lambayeque 2020. Perú: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10367>
- Díaz De León Santiago, V. M., González Ajuech, V. L., Rosete Fonseca, J. C., & Diaz De León Mendoza, N. (2018). *Mecánica de materiales. Teoría y aplicaciones*. Grupo Editorial Patria.

- Espiritu Durand, J. E. (2021). Concentración de fibras de plástico reciclado PET para la elaboración de ladrillos ecológicos en el distrito de Huánuco, Huánuco 2021. Universidad de Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3184>
- Febres Ballon, G. M., & Vargas Guerra, M. E. (2021). Estudio de prefactibilidad para la elaboración de ladrillos ecológicos a base de material reciclado PET. Universidad de Lima. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/14042>
- Flores López, L. (2016). Estudio del comportamiento de adhesivos sintéticos y de sus propiedades físico - químicas aplicado sobre soporte lı́neo. Universidad Politécnica de Valéncia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74341/FLORES%20-%20Estudio%20%20del%20comportamiento%20de%20adhesivos%200sint%3%A9ticos%20y%20de%20sus%20propiedades%20f%3%A0sico-qu%3ADmicas....pdf>
- Gaitán Paredes, E. (2022). Evaluación de bloques de tierra comprimida (btc) con fines de albañilería, Tacabamba, Chota. Universidad Nacional Autónoma de Chota. Obtenido de <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/224>
- Gomez Cortés, J. G. (2022). *Durabilidad del concreto reforzado*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Durabilidad_del_concreto_reforzado/D46eEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Harmsen, T. E. (2019). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Alpha Editorial. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Dise%3B1o_de_estructuras_de_concreto_armad/mfR5EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Ibave Gonzalez, J. L., Garcia Soto, S., & Cervantes, G. (2014). *Investigacion Aplicada: Fundamentos, Proyectos y Reportes de Investigacion*. Borderland Studies Publishing House. Obtenido de

https://www.google.com.pe/books/edition/Investigacion_Aplicada/WzvlrQEACAAJ?hl=es-419

Jaramillo Suárez, H. E. (2017). *Resistencia de materiales: algunos temas especiales (Segunda edición)*. Autónoma de Occidente.

Leon Valverde, B. J. (2019). Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz. Obtenido de <http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11411>

Llorens Durán, J. d., & Pons Valladares, O. (2021). *El terreno y el estudio geotécnico*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/El_terreno_y_el_estudio_geot%C3%A9cnico/LbxgEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Lopez Salazar, D. S. (2023). Resistencia a compresión y flexión de ladrillos king concreto convencional frente a ladrillos con aditivos inorgánicos y orgánicos, Ambo - Huanuco, 2022. Universidad de Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4584>

Lucas López, R. (2001). *Biodegradación de la Celulosa y la Lignina*. Universidad de Jaén.

Martínez Mediano, C., & Galán González, A. (2014). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. (C. Martínez Mediano, Ed.) UNED. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/T%C3%89CNICAS_E_INSTRUMENTOS_DE_RECOGIDA_Y_A/iITHAwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Moro, J. L. (2023). *El proyecto constructivo en arquitectura--del principio al detalle: Ejecución. Volumen 3*. Springer Berlin Heidelberg, Imprint: Springer. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/El_proyecto_constructivo_en_arquitectura/IWX8EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Norma NTC 5324. (2004). Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de ensayo. Condiciones de entrega. ICONTEC. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/474357263/NORMA-TECNICA-COLOMBIANA-5324>

Peláez, G. (2020). Estudio de factibilidad técnica y económica en la fabricación de bloques a partir de la ceniza del bagazo de caña de azúcar. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18654/1/UPS-GT002927.pdf>

Pérez Montiel, H. (2014). *Física General*. Grupo Editorial Patria.

Pérez, F. (2023). Ladrillo ecológico: identifica que tipos hay y conoce sus ventajas. Obtenido de <https://cementostorices.com/blog/construccion/ladrillo-ecologico/>

Piñeros Castro, Y. (2011). *Aplicación de tecnologías para el aprovechamiento integral de las fracciones celulósica y hemicelulósica de la cascarilla de arroz*. Obtenido de <https://www.digitaliapublishing.com/a/46659>

Rebollo, P. A., & Ábalos, E. M. (2022). *Metodología de la Investigación/Recopilación*. Editorial Autores de Argentina. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_Recopi/vbWHEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Ríos Vásquez, L. A. (2019). *La química orgánica aplicada a nuestro diario vivir*. UNIVERSIDAD DE CALDAS.

Rodríguez-Avial Llarent, M., & González-Alberto García, A. (2023). *ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE MATERIALES I*. UNED. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/ELASTICIDAD_Y_RESISTENCIA_DE_MATERIALES/3qvYEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Rojas Vargas, J. (2014). Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5618/ROJAS_JAVIER_COMPORAMIENTO_SISMICO_DOS_PISOS_LADRILLOS_ECOLOGICOS_PRENSADOS.pdf;jsessionid=3C6FD524002F6A3E851180F079B29D3C?sequence=1

- Rui-Wamba, J. (2020). *Teoría unificada de estructuras y cimientos: Una mirada transversal*. Reverte. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Teor%C3%ADa_unificada_de_e_estructuras_y_cimie/nYYHEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Salán Ballesteros, M. N. (2009). *Tecnología de proceso y transformación de materiales*. UPC, S.L., Edicions.
- Suárez Moreno, D. X. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de harinas almidones hojuelas deshidratadas y compotas*. Convenio Andres Bello.
- Toledo Diaz de León, N. (2016). *Técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>
- Venator, W., & Ross, C. (Edits.). (2019). *Metallurgy of Iron*. De Gruyter.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Chavez Falcon, N. M. (2025). *Efecto del adhesivo sintético (goma sintética) en la resistencia a la compresión de un bloque comprimido hechos de cascarilla de arroz, Tingo María - Huánuco - 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EFECTO DEL ADHESIVO SINTÉTICO (GOMA SINTÉTICA) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE COMPRIMIDO HECHOS DE CASCARILLA DE ARROZ, TINGO MARÍA - HUÁNUCO - 2024.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>PG: ¿Cuál es el efecto del adhesivo sintético en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>OG: Determinar el efecto del adhesivo sintético en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>HG: El adhesivo sintético tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.</p>	<p>Enfoque:</p> <p>Enfoque cuantitativo.</p>
<p>Problema específico</p> <p>PE1: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>OE1: Evaluar la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.</p> <p>OE2: Analizar la resistencia a la compresión de bloques comprimidos</p>	<p>Hipótesis específica</p> <p>HE1: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 300 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.</p>	<p>Alcance o nivel:</p> <p>Alcance explicativo.</p> <p>Diseño:</p> <p>Diseño Cuasiexperimental.</p> <p>Técnica de investigación:</p> <p>Observación directa</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Fichas de laboratorio.</p> <p>Población:</p>

PE2: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?

PE3: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324?

hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

OE3: Examinar la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, en comparación con bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

HE2: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 500 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

HE3: Existe una diferencia significativa entre las medias de la resistencia a la compresión de bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético diluido en agua en una proporción de 700 gramos por litro, con los bloques de suelo cemento convencionales según la norma colombiana NTC 5324.

Variables

Variable dependiente

Resistencia a la compresión de bloque comprimido de cascarilla de arroz y adhesivo sintético.

Variable independiente

Adhesivo Sintético.

La población estará conformada por todos los bloques comprimidos hechos de cascarilla de arroz y adhesivo sintético, así como los bloques de suelo cemento convencionales elaborados según la norma colombiana NTC 5324.

Muestra:

La muestra tomada es la no probabilística. Estará conformada por 60 bloques comprimidos.

ANEXO 2

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS FICHA DE LABORATORIO

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.

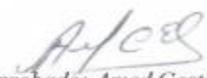
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: La máquina de prueba de compresión hidráulica se utiliza para la prueba de compresión de hormigón y otros materiales de construcción, carga manual, visualización digital del valor de la presión y la relación de carga.

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

Diseños de mezcla de los ladrillos comprimidos.



DISEÑO DE MEZCLA DE LOS LADRILLOS COMPRIMIDOS						
TIERRA CEMENTO			CASCARILLA DE ARROZ CON ADHESIVO SINTETICO			
PESO SECO DE MUESTRA	1	8.050 kg	PESO SECO DE MUESTRA	1	3.500 kg	
PESO SECO DE MUESTRA	15	120.750 kg	PESO SECO DE MUESTRA	15	52.500 kg	
AGUA	25%	2.013 lt	AGUA	10%	0.350 lt	5.250 lt
		30.188 lt				
CEMENTO	20%	1.610 kg	ADHESIVO SINTETICO	300 gr	105.000 gr/lt	551.250 gr/lt
				500 gr	175.000 gr/lt	918.750 gr/lt
		24.150 kg		700 gr	245.000 gr/lt	1286.250 gr/lt

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

Ing. Samuel Juanito Paicon Pardeave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo comprimido (Patrón)



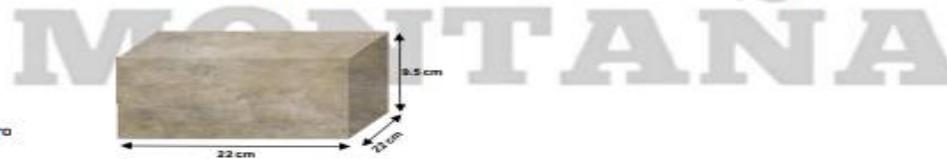
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE LADRILLO DE TIERRA COMPRIMIDA
NORMA:	BLOQUES DE SUELO CEMENTO PARA MUROS Y DIVISIONES "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 5324"
PROYECTO:	"EFECTO DEL ADHESIVO SINTÉTICO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE COMPRIMIDO HECHOS DE CASCARILLA DE ARROZ, TINGO MARIA - HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Nael Marvin, Chavez Falcon
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				R
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.30 kn	34.700.39 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.70 kg/cm²
M-2 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	341.08 kn	34.779.93 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.86 kg/cm²
M-3 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	341.57 kn	34.829.89 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.96 kg/cm²
M-4 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.59 kn	34.729.96 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.76 kg/cm²
M-5 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.94 kn	34.786.65 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.83 kg/cm²
M-6 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	341.13 kn	34.785.03 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.87 kg/cm²
M-7 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	341.01 kn	34.772.79 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.84 kg/cm²
M-8 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	341.11 kn	34.782.99 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.87 kg/cm²
M-9 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.84 kn	34.765.45 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.81 kg/cm²
M-10 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.44 kn	34.714.67 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.72 kg/cm²
M-11 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	341.07 kn	34.778.91 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.86 kg/cm²
M-12 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.62 kn	34.733.02 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.76 kg/cm²
M-13 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.65 kn	34.736.08 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.77 kg/cm²
M-14 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.91 kn	34.762.59 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.82 kg/cm²
M-15 (PATRON)	TIERRA COMPRIMIDA	05/10/2024	02/11/2024	28 días	340.93 kn	34.764.63 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	71.83 kg/cm²

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

Donde:

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



f'c PROMEDIO 71.82 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654



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



Ing. Samuel Joaquin Falcon Paróvar
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 216968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo comprimido de cascarilla de arroz con 300 gr/lit de adhesivo sintético.



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



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:	"EFECTO DEL ADHESIVO SINTÉTICO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE COMPRIMIDO HECHOS DE CASCARILLA DE ARROZ, TINGO MARIA - HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Naef Marvin, Chavez Falcon
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	ADHESIVO SINTÉTICO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				R
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	143.34 kn	14,616.38 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.20 kg/cm²
M-2 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	143.03 kn	14,584.77 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.13 kg/cm²
M-3 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	143.52 kn	14,634.73 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.24 kg/cm²
M-4 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.54 kn	14,534.80 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.03 kg/cm²
M-5 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.89 kn	14,570.49 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.10 kg/cm²
M-6 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	143.08 kn	14,589.87 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.14 kg/cm²
M-7 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.96 kn	14,577.63 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.12 kg/cm²
M-8 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	143.06 kn	14,587.83 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.14 kg/cm²
M-9 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.79 kn	14,560.30 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.08 kg/cm²
M-10 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.39 kn	14,519.51 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.00 kg/cm²
M-11 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	143.02 kn	14,583.75 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.13 kg/cm²
M-12 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.97 kn	14,578.65 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.12 kg/cm²
M-13 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.60 kn	14,540.92 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.04 kg/cm²
M-14 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	142.86 kn	14,567.43 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.10 kg/cm²
M-15 DE CASCARILLA DE ARROZ	300 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	143.18 kn	14,600.06 kg	22,000	22,000	9,500	484,000	30.17 kg/cm²

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

Donde:

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



f'c PROMEDIO 30.12 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

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

[Signature]
Ing. Samuel Juanito Palca Pardeve
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo comprimido de cascarilla de arroz con 500 gt/lt de adhesivo sintético.



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



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:	"EFECTO DEL ADHESIVO SINTÉTICO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE COMPRIMIDO HECHOS DE CASCARILLA DE ARROZ, TINGO MARIA - HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Nael Marvin, Chavez Falcon
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	ADHESIVO SINTÉTICO	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 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.38 kn	15,946.07 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.95 kg/cm²
M-2 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.07 kn	15,914.46 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.88 kg/cm²
M-3 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.56 kn	15,964.42 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.98 kg/cm²
M-4 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	155.58 kn	15,864.49 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.78 kg/cm²
M-5 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	155.93 kn	15,900.18 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.85 kg/cm²
M-6 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.12 kn	15,919.56 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.89 kg/cm²
M-7 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.00 kn	15,907.32 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.87 kg/cm²
M-8 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.10 kn	15,917.52 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.89 kg/cm²
M-9 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	155.83 kn	15,889.99 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.83 kg/cm²
M-10 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	155.43 kn	15,849.20 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.75 kg/cm²
M-11 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.06 kn	15,913.44 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.88 kg/cm²
M-12 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.01 kn	15,908.34 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.87 kg/cm²
M-13 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	155.64 kn	15,870.61 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.79 kg/cm²
M-14 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	155.90 kn	15,897.12 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.85 kg/cm²
M-15 DE CASCARILLA DE ARROZ	500 gr/lt	05/10/2024	02/11/2024	28 días	156.22 kn	15,929.75 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	32.91 kg/cm²

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

Donde:

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



f'c PROMEDIO 32.86 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

MONTAÑA
AQUILINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

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

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo comprimido de cascarilla de arroz con 700 gt/lit de adhesivo sintético.



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



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:	"EFECTO DEL ADHESIVO SINTÉTICO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN BLOQUE COMPRIMIDO HECHOS DE CASCARILLA DE ARROZ, TINGO MARÍA - HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	Bach. Nael Marvin, Chavez Falcon
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2024
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	ADHESIVO SINTÉTICO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA		ESPECÍMENES				R
					MÁXIMA (KN)	MÁXIMA (Kg)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.64 kn	17,094.25 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.32 kg/cm²
M-2 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.33 kn	17,062.64 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.25 kg/cm²
M-3 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.82 kn	17,112.61 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.36 kg/cm²
M-4 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	166.84 kn	17,012.67 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.15 kg/cm²
M-5 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.19 kn	17,048.36 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.22 kg/cm²
M-6 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.38 kn	17,067.74 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.26 kg/cm²
M-7 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.26 kn	17,055.50 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.24 kg/cm²
M-8 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.36 kn	17,065.70 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.26 kg/cm²
M-9 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.09 kn	17,038.17 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.20 kg/cm²
M-10 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	166.69 kn	16,997.38 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.12 kg/cm²
M-11 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.32 kn	17,061.62 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.25 kg/cm²
M-12 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.27 kn	17,056.52 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.24 kg/cm²
M-13 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	166.90 kn	17,018.79 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.16 kg/cm²
M-14 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.16 kn	17,045.31 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.22 kg/cm²
M-15 DE CASCARILLA DE ARROZ	700 gr/lit	05/10/2024	02/11/2024	28 días	167.48 kn	17,077.94 kg	22.000	22.000	9.500	484.000	35.28 kg/cm²

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

Donde:

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



MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

[Signature]
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

f'c PROMEDIO 35.24 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

ANEXO 3

PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

