

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Resistencia mecánica de muros de albañilería con
bloques de concreto empleando residuos de sillar y
cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023**

Rodrigo Milán Flores Quispe
Yashira Liliana Ari Anahua

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ma. Edinson José Porras Arroyo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 6 de Agosto de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Resistencia Mecánica de Muros de Albañilería con Bloques de Concreto Empleando Residuos de Sillar y Cenizas de Cartón Reciclado, Arequipa 2023

Autores:

1. Rodrigo Milán Flores Quispe – EAP, Ingeniería Civil
2. Yashira Liliana Ari Anahua – EAP, Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
N° de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 20 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

Agradecimiento

A la Universidad continental por ayudarnos a cumplir con este objetivo y de manera muy especial a nuestro asesor, Ma. Edinson José Porras Arroyo, por su orientación, colaboración y acertadas sugerencias en la culminación de la tesis.

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen de Copacabana por permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional. Dedico a mis padres: Soledad Quispe y Walter Flores y también de manera muy especial a mi tía, Holinda Quispe y Silvana Castillo, que son de inspiración diaria y motivación para cumplir mis sueños.

Rodrigo Flores

Dedico a Dios por haberme dado la fuerza para culminar esta meta y a mi familia, porque son lo más sagrado que tengo en la vida, por ser siempre mis principales motivadores para salir adelante.

Yashira Ari

RESUMEN

La investigación de título “Resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023” fijó por objetivo el poder determinar la existencia de variación en la resistencia mecánica de los muros que son de albañilería con implicancia de bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023. La metodología aplicada en esta investigación sigue el método científico, con un enfoque de investigación aplicada, un nivel explicativo y un diseño cuasiexperimental. Esta investigación está constituida por un total de 525 unidades de bloques de concreto, la muestra se compone por 15 muros bajos con un tipo de muestreo no probabilísticos. Los resultados obtenidos muestran que la resistencia a compresión axial de los muros de albañilería con bloques de concreto que incorporan residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado es de $63.55 \text{ kg/cm}^2 \pm 20 \text{ kg/cm}^2$. La resistencia a compresión al corte se registró con un valor de $4.51 \text{ kg/cm}^2 \pm 1.8 \text{ kg/cm}^2$. Adicionalmente, la resistencia a la flexión fue de $1.39 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.11 \text{ kg/cm}^2$. La investigación concluye que la resistencia mecánica de los muros de albañilería con bloques de concreto que contienen residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado no varía significativamente. Los valores específicos observados incluyen una resistencia a compresión axial de 63.55 kg/cm^2 , resistencia a compresión al corte de 4.51 kg/cm^2 , y resistencia a la flexión de 1.39 kg/cm^2 . Por otro lado, se determinó que, si la adición de cenizas de cartón y residuos de sillar supera el 3%, hay una tendencia a la disminución de la resistencia a compresión, flexión y corte.

Palabras clave: Ceniza de cartón, bloques de concreto, sillar, muretes, pilas.

ABSTRACT

The research entitled: "Mechanical resistance of masonry walls with concrete blocks using ashlar waste and recycled cardboard ash, Arequipa 2023" aims to determine the existence of variation in the mechanical resistance of masonry walls involving concrete blocks using ashlar waste and recycled cardboard ash, Arequipa 2023. The methodology applied in this research follows the scientific method, with an applied research approach, an explanatory level and a quasi-experimental design. This research is made up of a total of 525 concrete block units, the sample is made up of 15 low walls with a non-probabilistic sampling type. The results obtained show that the axial compressive strength of masonry walls with concrete blocks incorporating ashlar waste and recycled cardboard ash is $63.55 \text{ kg/cm}^2 \pm 20 \text{ kg/cm}^2$. The shear compressive strength was recorded at $4.51 \text{ kg/cm}^2 \pm 1.8 \text{ kg/cm}^2$. Additionally, the flexural strength was $1.39 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.11 \text{ kg/cm}^2$. The investigation concludes that the mechanical strength of masonry walls with concrete blocks containing ashlar waste and recycled cardboard ash does not vary significantly. The specific values observed include an axial compressive strength of 63.55 kg/cm^2 , shear compressive strength of 4.51 kg/cm^2 , and flexural strength of 1.39 kg/cm^2 . On the other hand, it was determined that, if the addition of cardboard ash and ashlar residues exceeds 3%, there is a tendency to a decrease in compressive, flexural and shear strength.

Key words: Cardboard ash, concrete blocks, ashlar, walls, batteries.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de crecimiento poblacional e incremento de la actividad constructiva, se reconoce la necesidad de buscar alternativas sostenibles que permitan reducir el impacto ambiental sin comprometer la calidad estructural de las edificaciones. En este marco, la presente investigación se orientará a analizar el comportamiento mecánico de muros de albañilería contruidos con bloques de concreto que incorporan residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado como parte de su composición.

A partir de esta premisa, se formula la siguiente pregunta general: ¿Cómo varía la resistencia mecánica de los muros de albañilería contruidos con bloques de concreto que emplean residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado? Esta interrogante se complementará con tres preguntas específicas enfocadas en evaluar la variación de la resistencia a la compresión axial, a la flexión y al corte. En concordancia con ello, se planteará como hipótesis general que la resistencia mecánica de los muros de albañilería con bloques de concreto varía significativamente al incorporar dichos materiales. Asimismo, se formularán hipótesis específicas para cada tipo de esfuerzo mecánico considerado.

El problema de estudio se relaciona con la necesidad de aprovechar residuos provenientes de actividades industriales y constructivas, como el sillar y el cartón reciclado, en la elaboración de nuevos materiales de construcción que contribuyan a una edificación más responsable y eficiente. La acumulación de estos residuos representa un desafío ambiental, por lo que su reutilización podría representar una solución técnica viable, siempre que se compruebe que sus propiedades no comprometen el desempeño estructural de los elementos donde se apliquen.

Esta investigación se justifica por la oportunidad de ampliar el conocimiento existente sobre la aplicación de residuos como componentes de concreto, contribuyendo al desarrollo de tecnologías constructivas sostenibles. A nivel técnico, el estudio busca proporcionar evidencia experimental sobre el efecto de estos materiales en la resistencia de los muros, apoyando la toma de decisiones en el campo de la ingeniería civil y la construcción.

El desarrollo de la investigación se organizará en cinco capítulos. En el **capítulo I**, se planteará el problema, los objetivos y la justificación del estudio. El **capítulo II** incluirá el marco teórico, con antecedentes nacionales e internacionales, así como las bases teóricas pertinentes. En el **capítulo III**, se formularán las hipótesis y se definirán las variables de estudio. El **capítulo IV** abordará la metodología utilizada, detallando el tipo de investigación, el diseño, la muestra y los instrumentos aplicados. Finalmente, el **capítulo V** estará dedicado al análisis e

interpretación de los datos recolectados, seguido de las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN	vi
ÍNDICE	viii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	13
1.1. Planteamiento y formulación del problema	13
1.2. Objetivos	15
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	16
1.4. Delimitación del proyecto	16
1.5. Hipótesis y variables	17
1.5.3. Variables:.....	17
1.5.4. Operacionalización de variables	18
1 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes del problema	20
2.2. Bases teóricas	25
2.3. Definición de términos básicos	32
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	34
3.1. Método, tipo o alcance de Investigación:.....	34
3.1.1. Métodos de la investigación:	34
3.1.2. Tipo de investigación:	34
3.1.3. Nivel de investigación:	34
3.1.4. Diseño de la investigación:.....	35
3.1.5. Población, muestra y muestreo.....	35
3.1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	36
3.1.7. Métodos de análisis.	38
3.1.8. Aspectos éticos.	38
3.2. Materiales y métodos (aplicación de la ingeniería):.....	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1. Presentación de resultados:	56
4.2. Discusión de resultados:.....	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1. Conclusiones:	70
5.2. Recomendaciones:.....	71

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS	75
ANEXO 1: Matriz de consistencia	75
ANEXO 2. Matriz de operacionalización de variables.....	78
ANEXO 3 Fichas de validación de los expertos.....	79
ANEXO 4 Diseño de mezcla	82
ANEXO 5 Certificados de análisis granulométrico.....	86
ANEXO 6 Pruebas de resistencia.	88
ANEXO 7 Certificados de calibración.	92
ANEXO 8 Panel fotográfico.	94

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Grieta en muro de bloque de concreto.....	14
Figura 2 Deterioro de bloques de concreto.....	14
Figura 3. Ensayo de compresión de pilas.....	30
Figura 4 Ensayo a flexión de murete	31
Figura 5 . Ensayo compresión diagonal (corte) de muretes	32
Figura 6. Obtención de los residuos de sillar	39
Figura 7. Obtención de los residuos de sillar	39
Figura 8	40
Figura 9.....	40
Figura 10. Resultados Del Slump en el concreto fresco	41
Figura 11. Agregado fino y grueso.....	48
Figura 12. Elaboración de bloques de concreto	48
Figura 13. Curado de bloques de concreto.....	48
Figura 14. Ensayo de la variación dimensional	49
Figura 15. Ensayo compresión Diagonal (corte) de muretes	50
Figura 16. Variación de resistencia a la compresión axial con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	56
Figura 17. Variación de resistencias a tracción con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	57
Figura 18. Variación de resistencias a la compresión diagonal de muretes con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	58

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento mínimo para unidad de mampostería, con fin en lo estructural.....	26
Tabla 2. Rango de validez	37
Tabla 3. Validez de contenido de los instrumentos de las variables de estudio	37
Tabla 4. Rango de Confiabilidad.....	37
Tabla 5. Slump en el concreto fresco	40
Tabla 6. Permeabilidad del concreto	41
Tabla 7. Resultados del ensayo de permeabilidad.....	42
Tabla 8. Porcentaje de variación de permeabilidad.....	42
Tabla 9. Granulometría agregado grueso de la cantera.	42
Tabla 10. Granulometría del Sillar.	43
Tabla 11. Granulometría del Agregado fino.	45
Tabla 12. Diseño de la mezcla patrón.	45
Tabla 13. Diseño de mezcla con 3% de adición.....	46
Tabla 14. Diseño de mezcla con 5% de adición.	47
Tabla 15. Diseño de mezcla con 7% de adición.	47
Tabla 16. Diseño de mezcla con 11% de adición.	47
Tabla 17. Resumen de los resultados obtenidos en la prueba de variación dimensional para cada % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.....	49
Tabla 18. Resumen de resultado según el % de adición de residuos de sillar y ceniza de cartón reciclado.....	49
Tabla 19. Valores de la compresión axial de concreto 0% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	51
Tabla 20. Valores acerca de la compresión axial de concreto 03% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	51
Tabla 21. Valores de compresión axial de bloque de concreto 5% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	51
Tabla 22. Valores de compresión axial de bloque de concreto 7% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado	51
Tabla 23. Valores de compresión axial de bloque de concreto 11% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	52
Tabla 24. Resistencias a Flexión con 0% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.....	52
Tabla 25. Resistencias a Flexión con 3% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.....	52
Tabla 26. Resistencias a Flexión con 5% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.....	52
Tabla 27. Resistencias a Flexión con 7% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.....	53
Tabla 28. Resistencias a Flexión con 11% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.....	53
Tabla 29. Resistencia diagonal de muretes con 0% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	53
Tabla 30. Resistencia diagonal de muretes con 3% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	54
Tabla 31. Resistencia diagonal de muretes con 5% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	54
Tabla 32. Resistencia diagonal de muretes con 7% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	54
Tabla 33. Resistencia diagonal de muretes con 11% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	55

Tabla 34. Resumen de resistencias adicionando porcentajes de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	56
Tabla 35. Resumen de resistencias a tracción con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	57
Tabla 36. Resultados de resistencia diagonal de muretes con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.	58
Tabla 37. Comportamiento mecánico acerca de los muros de albañilería	59
Tabla 38. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia a la compresión axial.....	60
Tabla 39. Normalidad de Shapiro-Wilk.	60
Tabla 40. Correlación de Pearson	60
Tabla 41. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia a la flexión.....	61
Tabla 42. Normalidad de Shapiro-Wilk.	62
Tabla 43. Correlación de Pearson.	62
Tabla 44. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia diagonal.	63
Tabla 45. Normalidad de Shapiro-Wilk.	64
Tabla 46. Correlación de Spearman.	64
Tabla 47. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia mecánica.....	65
Tabla 48. Normalidad de Shapiro-Wilk.	65
Tabla 49. Correlación de Spearman.	66

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Actualmente, se está presentando un crecimiento acelerado poblacional, así como de su infraestructura y otras vinculadas con la industria de la construcción, siendo así el concreto el material más empleado. Por lo que, se buscan alternativas de construcción, lo que podría dirigir a nuestra sociedad hacia el desarrollo sostenible.

Las actividades de esculpir y producir bloques de “sillar” en la cantera de Añashuayco, deja gran cantidad de residuos de ignimbrita, A nivel internacional existe un movimiento creciente para reciclar y reutilizar los residuos de construcción y demolición, se calcula un aproximado del 35 % de la cantidad producida se trasladan a vertederos sin ningún tratamiento posterior (Menegaki et al., 2018).

En consecuencia, la sostenibilidad de la construcción y el reciclado de los residuos se están convirtiendo en preocupaciones medioambientales de primer orden.

Los restos de cartón y papel contribuyen en gran medida a la contaminación de los vertederos y los centros de producción. El sector manufacturero produce cada año más de estos residuos que contribuyen a la contaminación y la demanda de ampliación de vertederos van en aumento, al igual que el consumo de energía y recursos naturales que son de preocupación mundial. (Solahuddin et al., 2021)

A nivel internacional, la Universidad de Jaen (2012), da cuenta que en España el papel que se recicla sirve para elaborar baldosas que se unen con arcilla con fines constructivos. Los ladrillos y la arcilla se prensan para obtener las baldosas recicladas con dimensiones de 24cm por 11.5cm. Analizado el producto se estableció propiedades óptimas del orden del 40% como aislante térmico superior a las baldosas convencionales, con una resistencia mecánica superior al mínimo. Ello permitió concluir que las baldosas así obtenidas sirven a la arquitectura moderna respecto a la ecología.

Igualmente, a nivel nacional se han encontrado trabajos de investigación que procuran el aprovechamiento de residuos orgánicos, que es otra alternativa constructiva. Huaricallo et al. (2023) ha propuesto que se elaboren baldosas de concreto adicionando fibras de stipa ichu. Para ello procede a la mezcla el método de vértices externos, denominando, así como también los ensayos físicos utilizando la NTP-399.604 y además de los mecánicos concluyen que estos bloques de concreto revelan propiedades

mecánicas como físicas óptimas lo que permite su empleo en los procesos constructivos, ya que cumplen con creces requisitos mínimos establecidos por la normativa vigente, tal es el caso de la E - 070.

A nivel de nuestra localidad, en el distrito de Yura, departamento Arequipa se visualiza la expansión urbana acelerada por lo que también nuevas construcciones de edificaciones con distintos materiales de construcción, en donde predominan los bloques de concreto por su bajo costo, sin embargo la mayoría de estas edificaciones presentan fallas estructurales, es un problema que se viene presentando en la última década ya que se encuentra en una zona sísmica y en donde se presenta bastantes precipitaciones que suele ser mayor durante el verano, principalmente las lluvias más intensas se concentran en los meses de verano, representando aproximadamente el 65% de la precipitación anual total. El mes con más lluvia en Arequipa es febrero, con un promedio de 18 milímetros de lluvia. Y es por eso el deterioro acelerado de los bloques de concreto y fallas de las edificaciones; esto perjudica directamente a los propietarios de las viviendas y sus familiares. Una alternativa de solución es fabricar un bloque de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, el cual presenta características iguales o superiores a las del concreto tradicional, que al mismo tiempo garanticen la seguridad, estética, funcionalidad, durabilidad, resistencia a los cambios climáticos y factores del medio ambiente, apartándose de los tradicionales criterios de resistencia.



Fuente: Dreams time

Figura 1. Grieta en muro de bloque de concreto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Deterioro de bloques de concreto.

1.1.1. Problema general

¿Cuánto varía la resistencia mecánica de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la variación de resistencia a la compresión axial de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023?
- ¿Cuál es la variación de resistencia a flexión de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023?
- ¿Cuánto varía la resistencia corte de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la variación de resistencia mecánica de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la variación de resistencia a la compresión axial de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023.
- Determinar la variación de resistencia a flexión de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023.
- Determinar la variación de resistencia corte de los muros de albañilería con los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

El estudio es llevado a cabo con el único propósito de ampliar la parte del conocimiento sobre la relación a los efectos de estos materiales, que son los residuos del sillar y las cenizas de cartón reciclado, como refuerzo de los bloques de concreto, y a la vez se busca contribuir al conocimiento relacionadas particularidades mecánicas que presentan los bloques de concreto.

1.3.2. Justificación práctica

Esta indagación es llevada a cabo por su fin, la existencia de la necesidad de mejorar las cualidades y/o características mecánicas de bloques de un concreto utilizando a los residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado ya que no todos los bloques cumplen con la resistencia mínima requerida (según la norma E.070 de Albañilería del RNE del Perú, se exige como mínimo 35 kg/cm² para bloques no portantes y más para estructurales). Asimismo, la producción tradicional de concreto tiene alto impacto ambiental (por el cemento). Por eso es que se realizarán estudios complementarios que permitirán constar con un análisis actualizado sobre el tema de estudio.

El estudio presente ayudará a los futuros investigadores a tener conocimiento de ciertos parámetros a tener consideración al momento de estudiar los efectos de los residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado para fabricar bloques de concreto en las edificaciones.

1.3.3. Justificación metodológica

Este estudio plantea un enfoque metodológico de experimentación de componentes estructurales de los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado para su elaboración lo que en el futuro podrá ser utilizado como referente en estudios de investigación.

1.4. Delimitación del proyecto

1.4.1. Delimitación conceptual

Este estudio realizará aplicación de diversas teorías que tienen relación con la tecnología del concreto a fin de realizar un análisis de cómo influye/se

relacionan con bloques de la parte del concreto empleando silla y las cenizas de cartón reciclado con resistencias mecánicas.

1.4.2. Delimitación espacial

El estudio fue ejecutado en el distrito Yura, provincia y departamento de Arequipa.

1.4.3. Delimitación temporal

El período temporal y la información que se acopie es desde el 2011 hasta la actualidad.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis general

La resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto, varía considerablemente con la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa, 2023.

1.5.2. Hipótesis específica

- La resistencia a compresión axial de muros de albañilería con bloques de concreto varía considerablemente con la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa, 2023.
- La resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto varía considerablemente con la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa, 2023.
- La resistencia a corte de muros de albañilería con bloques de concreto varía considerablemente con la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa, 2023

1.5.3. Variables:

1.5.3.1. Variable independiente:

Definición conceptual. – Por su parte Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) “Un bloque es un objeto voluminoso que requiere el uso de ambas manos para manipularlo debido a su tamaño y peso considerables. Estos

componentes pueden tener una estructura sólida, hueca, alveolar o tubular y pueden ser fabricados a mano o mediante métodos industriales”

Definición operacional. – El bloque fabricado de forma artesanal con residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado se operacionaliza de acuerdo a sus respectivas dimensiones; las propiedades mecánicas, físicas, y su dosificación, dividido en 03 indicadores.

1.5.3.2. Variable dependiente:

La variable dependiente viene siendo resistencia mecánica de muros de albañilería.

Definición-conceptual. – Por su parte Saavedra (2020), deduce que la resistencia mecánica se refiere a una determinada capacidad del material para absorber o equilibrar las cargas aplicadas. Este comportamiento puede ser elástico o inelástico. La caracterización del material bajo esfuerzo se resume en las deformaciones que sufre cuando se le aplican fuerzas. Posteriormente, considerando las características geométricas, es posible establecer relaciones de rigidez.

Definición-operacional. – Las resistencias mecánicas de los muros a base de los ladrillos se evalúa en función de sus proporciones y/o extensiones, específicamente las compresiones axiales, la resistencia a las flexiones y las resistencias al corte, las cuales se categorizan en 03 principales indicadores considerado.

1.5.4. Operacionalización de variables

Son revelados en la siguiente matriz:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V.1 Bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado	- “La ignimbrita es un depósito piroclástico del distrito municipal de Arequipa, formado a partir de la fragmentación del magma volcánico” (2000) - “La mayor parte de la fibra de celulosa del cartón procede de fuentes vegetales no procesadas o de productos de papel y cartón reciclados”, según el (MINISTERIO DE TRANSICIÓN MEDIOAMBIENTAL, 2020)	Los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado será operacionalizado mediante el uso de sus dimensiones: D1: propiedades mecánicas, D2: Propiedades físicas, D3: dosificación.	D1: propiedades Mecánicas D2: propiedades Físicas D3: Dosificación	I1: Resistencia a la compresión f'_{cb} (kg/cm²) I1: alabeo (mm) I2: absorción (%) I3: densidad (gr/cc) I1:3% I2: 5% I3:7% I4:11%	Ficha de la recopilación de datos	Razón
v.2 resistencia mecánica de muros de albañilería	Según la E-070 (2006) “Las pruebas prismáticas, así como las pruebas que son cómo compresión axial, se usan para medir la resistencia mecánica de un edificio; las pruebas de cizalladura, por su parte, se determinarán empíricamente (mediante tablas o incluso registros históricos de tiempo de resistencia de unidades) en función de la importancia del edificio y de su ubicación inmiscuido a una zona de carácter sísmica”.	La resistencia mecánica de muros de albañilería se evalúa a través de sus dimensiones: D1 para la compresión axial, D2 para la resistencia a flexión y D3 para la resistencia a corte, cada una de las cuales se divide en tres indicadores.	D1: Compresión axial. D2: Resistencia a flexión D: Resistencia a Corte	I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días	Ficha de la recopilación de datos	Intervalo

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Valles (2019) en su indagación acerca del “Hormigón de baja conductividad térmica para su uso en mampuesto utilizando como agregados ceniza y escoria del volcán Tungurahua” plantea como **objetivo**: Determinar la densidad y la resistencia a la compresión simple que presentan las probetas de hormigón de cada dosificación realizada a la edad de siete y veintiocho días. En sus **conclusiones** indicó que El uso de ceniza del volcán Tungurahua como un aditivo el cual varía entre el 5% a 15% de la masa del cemento ayuda a mejorar la resistencia del hormigón, siendo la mejor proporción el 10% de la masa del cemento puesto que la proporción al 5% de la masa del cemento presenta una resistencia menor y la proporción al 15% de la masa del cemento presenta una resistencia significativamente igual, razón por la cual no satisface su uso.

Aigaje et al, (2021), en el estudio para el grado profesional “Determinación de la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado, en la elaboración de bloques huecos de hormigón que cumplan con las especificaciones de la norma INEN 3066”, proponen como **objetivo**: Determinar la influencia en el tiempo de fraguado y en las propiedades físico mecánicas que presenta la sustitución parcial en porcentaje en peso del cemento por la ceniza de cascarilla de arroz, mediante ensayos de probetas con diferentes porcentajes 5%, 10%, 15% y 20%, para la fabricación de bloques, los mismos que deben cumplir características que los califiquen según la norma INEN 3066. A partir de allí **concluyen** que con el 10% de reemplazo en peso del cemento por CCA, ya que presenta mejores beneficios como son: adquiere mayor resistencia a la de diseño a los 28 días resulta de menor costo comparado con los bloques con 100% de cemento.

Flores (2022) en su investigación de Maestría “Evaluación mecánica en mezclas de jal, ceniza volcánica y cal hidratada en sustitución del cemento portland” tuvo como **objetivo**: medir y evaluar la capacidad mecánica en diferentes proporciones de mezclas compuestas por ceniza volcánica, cal hidratada y piedra pómez, buscando sustituir el cemento portland parcialmente, con la finalidad de reducir el uso del cemento y obtener un comportamiento igual o mejor a la del concreto de $f'c$ 75 kg/cm², además de

contribuir al desarrollo de nuevos materiales con escorias de origen volcánico y un menor impacto ambiental. Las **conclusiones** a las que se arribó fue que las mezclas con mayor porcentaje con cal y cemento alcanzaron mayor resistencia a la compresión, pero menor capacidad de deformación. Mientras que la ceniza volcánica parece ofrecer mayor plasticidad al emplearse en un 75%, sin embargo, si se busca mayor resistencia a la compresión la dosificación idónea es emplearla al 50%.

Bocanegra Rojas, et al. (2021) en su investigación “Diseño y construcción de prototipo sobre el ladrillo elaborado con celulosa vegetal (cartón) y cemento caso en la municipalidad de Girardot” para el título profesional. tuvo como **objetivo** plantear un material de construcción elaborado con cemento y cartón que observe las normas de Colombia en Entidad Municipal ubicada en Girardot. Debido a ello el estudio empleó la metodología experimental, para exponer las cualidades y pruebas empleadas en la muestra de trabajo, precisamente porque este tipo de metodología se conoce porque de ella el evaluador analiza conscientemente el objeto del estudio (Bernal 2010, p. 117). Analizadas las muestras, los **resultados** establecieron una mezcla óptima entre concreto y cartón que optimizaría el rendimiento de este material de construcción, pues al tener una resistencia mecánica superior, podría sustituir a este material de construcción tradicional.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Rojas (2022) en su estudio “Resistencia estructural de muros de mampostería contruidos a base de ladrillos acerca del concreto modificados con ignimbrita, en Arequipa en el año-2021”, para el título profesional tuvo como **objetivo**: Establecer cuánto varía los comportamientos mecánicos modificadas con ignimbrita. **Metodología**: Se hizo uso de la técnica cuantitativa mediante la cual se cotejó el conjunto de participantes que forman parte del experimento comparado con el conjunto que actúa como referencia. Asimismo, existe el diseño cuasi experimental que tiene por objeto que, al producirse la variación de variable de forma independiente, éste incida en la variable que es dependiente, y será objeto de un estudio profundo para lo cual se emplearon ensayos de laboratorio, así como también ensayos de campo. Los **resultados** obtenidos son los siguientes: a) La resistencia a la compresión axial se incrementa de forma importante cuando aumenta el porcentaje de ignimbrita en un porcentaje del 10%, 20% y 30%. b) la resistencia a la compresión diagonal se incrementa de forma importante cuando se adiciona la ignimbrita en 10%, 20% y 30%. C) la resistencia a la

flexión aumenta en relación a la adición de ignimbrita entre 10% y 20%, pero disminuye considerablemente con la adición del 30%. D) mecánicamente se comportan los muros edificados con baldosas modificadas con ignimbrita con una resistencia a la compresión 51,99 kg/cm², lo que corresponde a un incremento del 20%, que es más próximo al valor dado en la Norma E. 070. De igual forma, la resistencia a las compresiones de la sección es de 0,865 kg/cm², lo que obedece a un aumento del 30%, debido a lo cual el valor se acerca más al que la norma de carácter E.070. Además, que su resistencia a flexión de valor 2,22 kg / cm², implicando un aumento del 20%, en consecuencia, el valor más próximo al mostrado en la norma E.070. Llega a las **conclusiones:** A) “Su resistencia a ignimbrita de muro normal sin adición de ignimbrita es inferior a resistencia mayor a las compresiones axiales del muro de material de hormigón con añadidura de la ignimbrita. El muro de ladrillo de hormigón con un porcentaje de 30 de aditivo del material tiene una resistencia máxima a cortante de valor 0,865kg/cm²+/-0,12kg/cm², mientras que el muro ladrillo de hormigón con un 15% de ignimbrita tiene una resistencia máxima a flexión significativamente mayor”. La adición de hasta un 20% de ignimbrita a los muros de ladrillo de hormigón puede mejorar su comportamiento mecánico, pero más de un 30% de ignimbrita provoca una reducción significativa de la resistencia.

Alave et al. (2019) en su estudio “Impacto del sillar como reemplazo de material agregado grueso para el proceso de la mejora de las características y/o propiedades del concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para muros de tabiques en construcciones en el departamento de Tacna”, plantea por **objetivo:** establecer la influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$. La **metodología** empleada es del tipo innovador pues importa una mejora al agregado grueso al utilizar sillar, es innovador pues se trata de un recurso que no se encuentra en muchos sitios pese a lo cual es abundante para su explotación. Su estudio fue tipo exploratorio – experimental, además que realizará a través de pruebas de laboratorio para luego hacer 5 testigos de concreto, lo que sumaría 45 unidades de ensayo además de un ensayo adicional para tomar conocimiento del comportamiento en relación al aislamiento acústico. Los **resultados:** al remplazar agregado grueso por el recurso del sillar se consiguió reducir el peso del concreto respecto del concreto convencional. La concreta materia de estudio aísla mejor acústicamente y su temperatura es más baja, lo que favorece la rápida pérdida de la humedad del concreto. Los ensayos del laboratorio observaron las normas nacionales NTP, así como también

las internacionales ASTM las cuales corresponden a agregados fino y a agregado grueso, que precisamente es lo que se emplea en la mezcla para este ensayo. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio, se preparó un diseño de la mezcla empleando el método aprobado por el Comité de ACI 211 -1-91 R 2002 para el concreto de F'C de 175kg/cm². En las **conclusiones**: Se estableció el efecto del sillar como agregado grueso para mejorar las principales características de concreto, optimizando aislamientos acústicos; a pesar de ello, el concreto con adición de sillar no alcanzó la resistencia esperada según la estimación de diseño utilizando el método de ACI 211. La evaluación acerca de prueba que fue de resistencia a las compresiones muestra que la capa de sillar rosa alcanza 78,33° de valor de resistencia del diseño, la estructura de sillar de color blanco 46,89°, y el hormigón convencional supera la resistencia de diseño en 24,05°. A pesar de ello, podría utilizarse concreto de sillar en las paredes, pues esos elementos podrían ser más delgado que las paredes de baldosas, lo que haría menor el peso de esos elementos según se pudo apreciar en la determinación del peso de las paredes. Se obtiene 1mx1mx1m para lo que será su muro de mampostería de ladrillo de tipo tambor, con un peso 208,5 kg, además para el muro concreto de sillar, con un peso de 196,94 kg.

Quito (2020) en su estudio de grado: “Utilización de desechos de la producción de bloques de sillar de las canteras en Añashuayco según el diseño de un concreto la durabilidad y la resistencia en la ciudad de Arequipa”, tuvo como **objetivo**: Proveer el concreto de resistencia normal empleando roca de ignimbrita residual (ripio) de agregado grueso empleando al método ACI 211. 1 y el factor de finura del agregado, a través de la realización de un análisis de la durabilidad antes de la exposición a los sulfatos de magnesio y de sodio. **Metodología**: Al Comité ACI 211 hizo un procedimiento de diseño sencillo a efectos de establecer los resultados de varios materiales que contrarrestan la unidad cúbica del concreto con base en tablas preparadas previamente. Arribó a las siguientes **conclusiones** A) La incorporación de ignimbrita residual como árido grueso en el diseño del hormigón produce una resistencia media óptima a compresión de un valor de 140kg/cm² utilizando al método ACI 211.1. Esta clase de hormigón es resistente a la exposición de moderada a severa a los sulfatos de sodio y magnesio. Los resultados muestran que el hormigón de ignimbrita tiene características suficientes para su uso en proyectos de construcción. El autor obtuvo los siguientes **resultados**: A) La estructura de la mezcla ACI – HS - 210 AD - 10% cumple con su relación w/c mínimamente de valor de 0,5, utilizando

elementos en contacto con el suelo con sulfatos, bajo su resistencia a compresión, además del asentamiento de valor 4. B) El material de concreto con agregado de ignimbrita puede ser diseñado con un 10 por ciento de reducción de agua lo que permitirá su empleo cuando no se necesite resistencia a los sulfatos, además de las opciones antes señaladas. C) Al valor de tamaño que será nominal maximizado de agregado del material de ignimbrita es de valor 1 según lo sugerido por el Comité ACI. En la fusión, la distancia entre las superficies del molde TMN es de al menos 1/5 de la longitud, debido a lo cual el espesor debe ser por lo menos de 13 cm.

Benavides (2021) en su estudio: “Evaluación de ladrillos artesanales con adición de residuos de cartón, Chota” tuvo como su **objetivo**: Evaluar a los materiales de ladrillos artesanales con residuos de material de cartón para propiedades físico-mecánicas según Norma Técnica Peruana. Conforme con el enfoque **metodológico**: en relación a el diseño metodológico y a la prueba de la que será su hipótesis, además del estudio tipo experimental cuantitativo, pues emplea un procedimiento ordinal cuantitativo para modificar a la variable de especialidad dependiente con material de ladrillos artesanales adicionando la variable independiente “residuo de cartón”. A partir de allí se arriban a las **conclusiones** siguientes: A) Se realizó la evaluación de las propiedades de los pedazos de arcilla añadiendo residuos de cartón y concluyéndose que las pruebas de clasificación “distorsión, variación dimensional y resistencias a las compresiones” reúnen lo requerido por la norma E.070 de material de albañilería, en vista que su varianza que es dimensional es inferior al 7 por ciento, la deformación es inferior a 8mm y su resistencia compresión supera los 20kg / cm² por norma mencionada, debido a lo cual la unidad tiene clase como un bloque NP y puede emplearse a edificación de los muros de carga o también de tabiques. Con las pruebas no clasificadas se pudo concluir que la absorción observa lo establecido en la norma de especialidad peruana, pues las unidades materia de ensayo no excedan los 22 por ciento de absorción y son de muy baja eflorescencia, clasificadas como unidades sin eflorescencia. B) que el ladrillo, al que se le ha añadido un 1% de restos de cartón que posee un elevado comportamiento. Los **resultados**: mayor en comparación con los otros aditivos, lo que constituiría una mezcla óptima en su estructura. Al realizar un análisis de costo unitario se pudo concluir que estas unidades con adiciones de 3%, 5%, 7% y 10% son de precio menor pues el valor de producción disminuye respecto al diseño base, lo que establece que el ladrillo de mejor precio se obtiene agregando 10% de cartón reciclado.

Mejia (2019) en su estudio “la construcción de viviendas unifamiliares para asentamientos humanos en el distrito de Veintiséis de Octubre-Piura-Piura, 2019”, tuvo como **objetivo**: “Establecer cuáles serán las características de ámbito mecánico de concreto con base del papel reciclado como material estructural de la edificación vivienda unifamiliar al lugar conocido como 26 de octubre– Piura - Piura, 2019”. Este estudio tuvo como justificación **metodológica** ser de carácter explicativo, el diseño fue de experimental, pues las variables carecen de manejo de forma en su totalidad. La **conclusión** del estudio estableció que logró caracterizarse el material de concreto a las bases de Paper crete encontrándose que no es muy resistente para su uso en estructuras. Pese a ello se hizo la propuesta de emplear el material como bloques para los muros que no son portantes, tabiquerías, con resistencias de 20 kg/cm². Al romper dos muestras de este material, se estableció que cumplen con los requerimientos y superan la resistencia exigida alcanzando los 32 kg/cm² en este estudio. Paper crete. demostró ser entre un 38% a 46% más liviano que el concreto normal, que usualmente pesa 13 kg, mientras que el testigo de Paper crete tiene como peso 7-8 kg. Respecto a la resistencia a compresión, se estableció que es pobre en vista que la resistencia en mayor grado se consiguió en el tratamiento 1 (Paper crete 50%) el cual alcanzó solo 30% de resistencia en relación al concreto simple.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sillar

Son fragmentos provenientes de las erupciones volcánicas, que cayeron a la superficie después de ser expulsadas hacia la atmósfera; de esta manera formaron depósitos y rocas piroclásticas.

Este material fue principal en el ámbito de la arquitectura de la ciudad de Arequipa es la piedra sillar o ignimbrita que se encuentra en el distrito de Cerro Colorado en las canteras de Añashuayco, Canteras Santa Isabel de Sigvas, Uchumayo, Yura, etc., donde se extrae el sillar. (Durand, 2021)

Propiedades Físicas del sillar

Textura: El sillar se caracteriza por tener una estructura porosa que le permite absorber fácilmente líquidos y soluciones salinas. Esta particularidad no compromete su integridad, ya que, a pesar de la absorción, el material conserva su

cohesión y solidez. Gracias a esta propiedad, el sillar puede emplearse en diversas construcciones sin que su resistencia se vea afectada por la humedad o por el contacto con sustancias salinas.

Permeabilidad: Debido a su estructura porosa, el sillar permite el paso de líquidos, lo que lo convierte en un material permeable.

2.2.2. Cenizas de cartón reciclado

El cartón reciclado es la reutilización de la fibra de celulosa del cartón original mediante un proceso de limpieza química para eliminar materiales no deseados como tintas o líquidos. Luego, la fibra de celulosa se utiliza para procesar nuevamente el cartón (Peña, et al. 2022).

Propiedades físicas del cartón

Fuerza a compresión como material para el cartón reciclado, la característica más importante es su resistencia a la compresión, lo que facilita su transporte y evita que los envases se colapsen al apilarse (Manufacturers, 2009).

Rigidez: La rigidez es una propiedad clave del cartón, ya que influye en su desempeño en la cadena de suministro, desde la entrega hasta la presentación en línea y la satisfacción del cliente. (Manufacturers, 2009)

Fuerza de superficie: Propiedad de un material de resistir las cargas que actúan en su superficie. (Manufacturers, 2009)

2.2.3. Propiedades físicas

a) Alabeo (mm)

La Norma Técnica Peruana sugiere que se considere la deformación de la superficie, concretamente la deformación cóncava, borde cóncavo, así como la deformación convexa, borde convexo. El procedimiento consiste en colocar una regla en ángulo sobre la baldosa lo que permite medir la deformación que se presenta.

Tabla 1. Requerimiento mínimo para unidad de mampostería, con fin en lo estructural

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA CON FIN ESTRUCTURAL					
CLASES	VARIACIONES DIMENSIONALES			ALABEO (máx. en mm)	RESIST. CARACTERÍSTICA A COMPRESION Fb min en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta- 100 mm	Hasta- 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo-I	±8.0	±6.0	±4.0	10.0	4.90 (50.0)
Ladrillo II	±7.0	±6.0	±4.0	8.0	6.90 (70.0)
Ladrillo III	±5.0	±4.0	±3.0	6.0	9.30 (95.0)
Ladrillo IV	±4.0	±3.0	±2.0	4.0	12.70 (130.0)
Ladrillo V	±3.0	±2.0	±1.0	2.0	17.60 (180.0)
Bloque P (1)	±4.0	±3.0	±2.0	4.0	4.90 (50.0)
Bloque NP (2)	±7.0	±6.0	±4.0	8.0	2.0 (20.0)

- (1) Bloques usados para la construcción de los muros que son portantes.
(2) Bloques usados en la construcción de los muros que son no portantes.

Fuente. Norma E-070 Albañilería

b) Absorción (%)

Para Gallegos et al. (2005) la absorción es la propiedad de atraer y retener agua, en la mampostería durante un tiempo determinado. Para ello se pesa el material seco y luego de mojarlo con agua durante un período de tiempo se vuelve a pesarlo, calculándose el % de absorción con la ecuación 2.2. Este procedimiento está señalado en la Norma Técnica Peruana 339.613, así como en la 399.604. La ecuación que se emplea es la siguiente:

$$A = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 \quad (Ec. 2.1)$$

Donde:

Ps: Peso seco

A: Absorción

PH: Peso Saturado

c) Densidad (gr/cc)

Para Bartolomé (1994), es la cantidad de un determinado material de una sustancia en relación con el espacio que ocupa, y para medirla se hace uso del principio de Arquímedes. Su ecuación es la siguiente:

$$D = \frac{W_d}{W_s - W_i} \times 100 \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

Wi: Peso sumergido (kg)

Wd: Peso secado al horno (kg)

D: Densidad de unidad (kg/m³)

Ws: Peso saturado (kg)

d) Trabajabilidad:

La trabajabilidad del concreto es la propiedad al estado recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad con la que se puede mezclar, colocar, consolidar adecuadamente.

ASTM lo define como “esa propiedad que determina el esfuerzo necesario para manipular una cantidad recién mezclada de hormigón con una pérdida mínima de homogeneidad”.

e) Exudación

La exudación en el concreto armado se refiere a la separación de los componentes líquidos y sólidos de la mezcla de concreto fresco durante el proceso de colocación y compactación. Esto se produce cuando la mezcla de concreto fresco no está adecuadamente compactada y los componentes líquidos se separan y se filtran hacia la superficie del concreto. La exudación puede resultar en una reducción de la densidad y la resistencia del concreto endurecido, lo que puede aumentar su vulnerabilidad a la degradación y la corrosión a lo largo del tiempo. La prueba estándar para medir la exudación está definida por la norma ASTM-C232.

f) Permeabilidad

Este mecanismo está determinado con la facilidad relativa que el concreto puede saturarse de agua, cuando este se encuentra expuesto a un gradiente de 36 presión. No solo es función de su porosidad, sino que depende también del tamaño, la distribución y la continuidad de los poros.

Un concreto con baja relación agua-cemento, buena gradación de los agregados, manejable y bien compactado es casi impermeable, por lo tanto, muy durable.

Para determinar el cálculo se hizo uso la norma internacional ACI 522R-10 del concreto endurecido. Para poder calcular el coeficiente de permeabilidad del concreto se empleó la siguiente fórmula:

$$x = \frac{L \times a}{t \times A} \times \ln \left(\frac{h1}{h2} \right) \quad (Ec. 2.3)$$

Donde:

K = Coeficiente de permeabilidad, en m/s.

t = Tiempo de la prueba

L = Longitud de probeta, en cm.

a = Area de la tubería de carga en cm²

A = Area de la probeta en cm²

ln = Función logaritmo natural

h1 = Altura de agua desde la parte superior de la probeta en cm

h2 = Altura de salida de tubería a la parte superior de la probeta cm

Luego, se presenta los datos conseguidos en el laboratorio

2.2.4. Dosificación

Para lograr las proporciones adecuadas de una mezcla de concreto con los materiales disponibles, se utiliza la técnica de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste (Pinto, et al. 2001). Este método implica preparar una mezcla inicial de concreto con proporciones determinadas mediante diferentes métodos de cálculo y someterla a varias evaluaciones de calidad, asentamiento, la pérdida de trabajabilidad, la masa unitaria, los tiempos que ha sido fraguado y las respectivas resistencias a la compresión. Los resultados han sido comparados con las especificaciones respectivas y, si no cumplen con los estándares de calidad, se ajustan las cantidades, se vuelve a preparar la mezcla y se somete nuevamente a las pruebas de control de calidad. Este proceso se repite hasta que la mezcla cumple con los requisitos

deseados. Un bloque es un objeto de gran tamaño que requiere el uso de ambas manos para su manejo debido a sus dimensiones y peso. Estos componentes pueden tener una estructura sólida, hueca, alveolar o tubular y pueden ser fabricados a mano o mediante métodos industriales.

2.2.5. Resistencia mecánica de los muros de albañilería

2.2.5.1. Tipos de resistencia mecánica:

2.2.5.1.1. Resistencias a compresiones axiales

Quiun, et al. (2018) definen la compresión axial como el proceso de construir pilas utilizando ladrillos y mortero, con las piezas de mampostería dispuestas uniformemente para permitir una prueba exitosa. Mediante el uso de una prensa hidráulica, se aplica fuerza para determinar la resistencia del material después de un período de 28 días (f'_m).

Cálculo

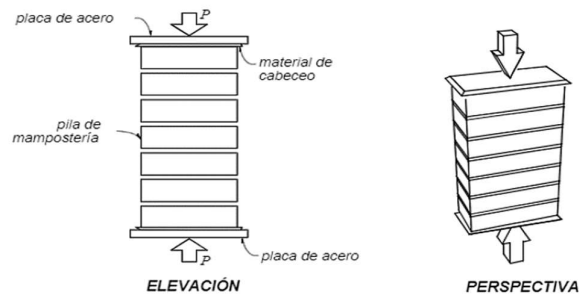
Para determinar la resistencia de cada pila (f'_m).

$$f'_m = \frac{P}{A} \quad (Ec. 2.4)$$

Donde:

A: Área de la Pila en cm^2

P: Carga aplicada en la Pila en kgf



Fuente: N.T.C.

Figura 3. Ensayo de compresión de pilas

2.2.5.1.2. Resistencia a flexión

Es el procedimiento de medir cuánto resiste el concreto a la tracción. Se mide cuánto resiste una viga de concreto o losa de concreto, no reforzado,

a la falla en un determinado momento. La medición se hace aplicando pesos de concreto de 6" por 6" (150mm x 150 mm) de las secciones transversales y una luz que al menos triplica su espesor. Se habla de "módulo de la rotura" por libras por pulgada cuadrada, para expresar esta resistencia, para lo cual se hace uso de pruebas de los ensayos de la normativa ASTM C78 (cuando es cargado en puntos de especie tercios) o de pruebas de ensayo de ASTM C93 (cuando se carga en el punto medio).

Usualmente la rotura ocurre, según módulo, cuando está próximo entre el 10 al 20%, según el agregado grueso que se ha utilizado (volumen, tipo, dimensiones). A pesar de ello, los principales resultados donde ha sido obtenido con pruebas de laboratorio. El módulo rotura suele determinarse por viga cohibida en su tercer punto, que es inferior al módulo del punto medio, a veces en un 15%.



Fuente: Elaborado en el Instituto de ciencias de construcción del autor Eduardo Torroja

Figura 4. Ensayo a flexión de murete

2.2.5.1.3. Resistencia a corte (norma ITINTEC 399.621)

“Este estudio evalúa la parte de resistencia a las compresiones diagonales de muros sobre la mampostería con dimensiones mínimas de 600 milímetros de lado”. El fallo por tracción diagonal se produce cuando se aplica una carga en diagonal, provocando la fractura del muro en paralelo a la dirección de la tensión. El espesor del mortero se determina en 1 centímetro.



Fuente: SENCICO – San Bartolomé

Figura 5 . Ensayo compresión diagonal (corte) de muretes

Cálculo:

Esfuerzo cortante:

$$v_m = \frac{P0.707P_{max}}{A_b} \quad (Ecuación 2.5)$$

$$A_b = \frac{l + h}{2} \times t \quad (Ecuación 2.6)$$

$$v_m = v_{mprom} - \sigma \quad (Ecuación 2.7)$$

Donde:

A_b : “Área bruta del murete (mm²)”

$P_{máx}$: “Carga máxima aplicada (N)”

v'_m : “Esfuerzo a corte (kg/cm²)”

V_m : “Esfuerzo individual a corte (kg/cm²)”

σ : “Desviación estándar”

l : “Murete”

t : “Espesor”

h : “Altura”

2.3. Definición de términos básicos

Fraguado: El proceso de fraguado refiere a la fase en la que una mezcla de concreto, cemento u otros materiales cementantes pasa de un estado líquido o plástico a un estado sólido. **Prismas de albañilería (Pilas y muretes):** Se refiere a pequeños

especímenes que se emplean en pruebas específicas para evaluar la resistencia de la albañilería. Durante las pruebas de compresión axial, estos especímenes se utilizan para determinar las resistencias a las compresiones (f'_m) de la mampostería. Por otro lado, en las pruebas de compresión diagonal, se emplean para cuantificar la resistencia al corte puro (v'_m). Estas pruebas son cruciales para entender el comportamiento estructural y la capacidad de carga de los materiales de construcción, asegurando así la seguridad y durabilidad de las estructuras edificadas.

Asentamiento: La consistencia del concreto es una medida de su fluidez, que indica si la mezcla es más seca o más líquida.

Módulo de rotura: Es una medida importante para el diseño de pavimentos de concreto, ya que las placas del pavimento principalmente se someten a flexión. En este contexto, la calidad del concreto se especifica indicando su módulo de rotura.

Esfuerzo cortante: Resulta de todas las fuerzas que son verticales que actúan en una viga en una sección determinada, manteniendo el equilibrio en dicha sección.

Falla por tracción diagonal: Se refiere a la formación de una grieta diagonal en la mampostería debido a esfuerzos moderados de corte y compresión, que aumentan la resistencia al cortante de las juntas de mortero y provocan grietas diagonales en las unidades de albañilería.

Trabajabilidad: La trabajabilidad del concreto se refiere a su capacidad para ser mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado sin necesidad de esfuerzos excesivos ni segregación, de acuerdo con las propiedades del material y los recursos disponibles en el sitio de construcción.

Alabeo: Está vinculado con el grosor del mortero usado en la parte de la construcción. Si la superficie de la unidad es cóncava o convexa en la cara de asiento, esto puede provocar variaciones en el espesor del material adhesivo, lo que resulta un aumento en la cantidad del material empleado.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo o alcance de investigación:

3.1.1. Métodos de la investigación

En relación al método de carácter científico, siguiendo a Borja (2016) se dirá que consiste en desarrollar un procedimiento con el fin de dar respuesta a interrogantes investigativas que tienen diferentes y probables orígenes que se observan en el entorno en relación a los problemas de la sociedad.

Por su parte según la cita de Hernandez (2014) deduce que “En el estudio observaremos, mediremos y experimentaremos en relación a la resistencia de ámbito mecánico de muro de la albañilería contruidos por los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas cartón reciclado. Debido a lo cual el estudio hará uso del método científico”.

3.1.2. Tipo de investigación

Por su parte Murillo (2008) el objetivo es aplicar y utilizar los conocimientos adquiridos, implementados y validados, como normativas nacionales, internacional y los artículos científicos. Por lo que se refiere a esta investigación se quiere producir bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado en medidas 3%, 5%, 7%, 11% y estas siendo ensayadas a pruebas de compresión para validar su resistencia con ello solucionar los problemas específicos planteados en la presente y sea de ayuda para la sociedad. Acorde con ello, el estudio tiene la clasificación de investigación especialidad aplicada.

3.1.3. Nivel de investigación

Arias (2021) “El estudio pretende identificar conexiones causales entre los fenómenos observados y sus condiciones subyacentes. Los estudios explicativos pueden ser a posteriori o experimentales, poniendo a prueba hipótesis para determinar causas y efectos”. El fin de indagación es analizar las principales propiedades y/o características mecánicas de mampostería fabricados con bloques empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, mediante ensayos conformes a la normativa vigente. Las conclusiones e inferencias extraídas de esta investigación representan el nivel de conocimiento más elevado posible”. Considerando ello, el presente estudio es de nivel explicativo.

3.1.4. Diseño de la investigación

Para Cook, et al. (1986) “Los diseños cuasiexperimentales son métodos de investigación sin selección aleatoria de participantes, que sirven como herramientas principales en áreas aplicadas. Estos diseños no pueden determinar los equivalentes iniciales de los grupos, a diferencia de los diseños de experimentos científicos estándar” (p.122), lo que significa que los efectos de incorporar en un 3%, 5%, 7%, 11% residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado se verán reflejados en la resistencia mecánica de muros ha sido evaluado tanto en el laboratorio como en pruebas de campo, abarcando todo el desarrollo descrito anteriormente.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, al estudio corresponde el diseño cuasi - experimental.

3.1.5. Población, muestra y muestreo

3.1.5.1. Población

Por su parte según Jwigodski (2010), una población es un conjunto de seres humanos, objetos o medidas con características observables comunes en una zona y un momento concretos.

Esta investigación estuvo constituida por un total de 525 Unid. de bloques de concreto.

3.1.5.2. Muestra

Tamayo y Tamayo (2006) señala que una muestra es un conjunto de métodos empleados para analizar la distribución de ciertos atributos en una población completa. En esta investigación, la muestra se compone de 15 muros bajos de bloques de concreto, distribuidos de la siguiente manera:

- 3 muros (Patrón)
- 3 muros de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado al 3%
- 3 muros de concreto artesanal con adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado al 5%
- 3 muros de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado al 7%
- 3 muros de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado al 11%

3.1.5.3. Muestreo

Condori (2020) afirma que para seleccionar el muestreo de tamaño n de población N (16), es esencial contar con una lista completa de todas las personas o miembros de dicha población.

El muestreo realizado es no probabilístico y sigue las directrices establecidas en la (RNE E.070, 2006). Se eligen aleatoriamente un total de diez muestras para someterlas a pruebas de cambios dimensionales y alabeo. De estas, cinco muestras se utilizan para pruebas de las resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días, mientras que las otras cinco se destinan a pruebas de absorción, para cada porcentaje. Las unidades acerca de la mampostería donde no se cumple con las capacidades necesarias para el análisis de acuerdo a RNE están sujetas a un criterio de exclusión.

3.1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.1.6.1. Técnica

Pimienta et al. (2018) sostienen que las técnicas de investigación son metodologías variadas y necesarias para llevar a cabo la investigación, ya que proporcionan los medios para recopilar y sistematizar la información. Este estudio utilizó la técnica de observación directa, lo que permitió examinar visualmente la ejecución de todas las pruebas que se iban a realizar.

3.1.6.2. Instrumento de recolección de datos

Por su parte los autores Hernández, et al. (2018) los investigadores tienen la oportunidad de confirmar la exactitud de sus esfuerzos conceptuales y de planificación al utilizar instrumentos de medición y recopilar datos.

A efectos de este estudio, el formulario de recogida de información servirá de instrumento.

3.1.6.3. Validez

Villasís-Keeve et al. (2018), Para que la investigación sea considerada válida, "los resultados se consideran válidos si el proceso de indagación se llevó a cabo de manera adecuada".

Tabla 2. Rango de validez

RANGO DE VALIDEZ	INTERPRETACION
0.53 a menos	Validez Nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez Perfecta

Fuente: Herrera (1998)

El alcance de la validez de ambos instrumentos de estudio fue confirmado a través del juicio de expertos.

Tabla 3. Validez de contenido de los instrumentos de las variables de estudio

V1: Bloques de concreto utilizando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y V2: resistencia mecánica de muros de albañilería evaluada mediante juicio de expertos.

N	Grado	Apellidos y nombres	CIP	Validez
	académico			
01	Ing. civil	Mantilla Cjuro Julber	250159	0.94
02	Ing. Civil	Farfan Ilaquita Jhorgi	261800	0.95
03	Ing. Civil	Luque Monzon Dayvi Larse	278500	0.92

Fuente: Elaboración propia

El proceso de resultado de aplicación de análisis de la validez de ambos instrumentos de estudio arrojó un nivel de excelente – validez.

3.1.6.4. Confiabilidad

Medina, et al. (2020) proponen que para asegurar la validez se deben desarrollar múltiples ítems, consultar a expertos y realizar pruebas piloto. En cuanto a la confiabilidad, explican que el diseño metodológico de estudio social demuestra la fiabilidad de los datos obtenidos por el instrumento, garantizando que sean confiables, valiosos y consistentes.

Tabla 4. Rango de Confiabilidad

0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera (1998).

3.1.7. Métodos de análisis

Se calcularon las frecuencias, las principales medidas estadísticas y como también las medidas de dispersiones utilizando estadística descriptiva. Para evaluar la hipótesis, se empleó estadística inferencial. Los datos de laboratorio serán analizados mediante tablas numéricas generadas con Excel.

3.1.8. Aspectos éticos

Gonzales (2022) señala que cuando se investiga, aquello que se conoce exigen comportamientos éticos de aquel que investiga, así como de quien lo guía. Los comportamientos no éticos no tienen cabida en la investigación científica, debiendo denunciarse y erradicarse. Es de señalar que hay un pacto de erradicación de las conductas no éticas.

En el presente estudio se tiene absoluto respeto por los resultados obtenidos, la autoría intelectual, la información conseguida será confiable y se revelará las personas que tengan participación en el estudio.

3.2. Materiales y métodos (aplicación de la ingeniería):

3.2.1. Estudios de laboratorio:

1. Modificación dimensional: NTP-399,604
2. Absorción de bloques de concreto: NTP-331,017
3. Resistencias a la compresión axial: NTP-339,605
4. Alabeo de bloques de concreto: NTP-339,613
5. Permeabilidad: ACI 522R-10
6. Densidad: NTP-399,604
7. Resistencia al corte: NTP-339,605

8. Resistencias a flexión: NTP-339,605

3.2.2. Análisis de la información:

3.2.2.1. Determinación de la variación de la resistencia a compresión axial de muros de albañilería de acuerdo a los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

A) obtención y preparación del residuo de sillar

Los residuos de sillar se obtuvieron de las canteras Añashuayco, situada en el distrito de Cerro Colorado, en la región de Arequipa, Perú. Hoy en día, esta cantera es un sitio atractivo turístico gracias a los tallados en sus paredes y diversas esculturas. Durante la extracción y esculpido de estas piezas, se produce una gran cantidad de desechos de roca volcánica, los cuales los escultores descartan por considerarlos inútiles. Se llevó a cabo la recolección de estos residuos.

Se procede con el proceso de trituración manual del sillar. Dándole una similitud al agregado grueso común, siendo esta transportada al laboratorio de suelos para su ensayo granulométrico.



Fuente: Propia

Figura 6. Obtención de los residuos de sillar



Fuente: Propia

Figura 7. Obtención de los residuos de sillar

Debido al incremento desmedido de las importaciones en Arequipa, se acumula una cantidad enorme de cartón en las principales calles del mercado de Arequipa. Se procedió con la recolección del cartón reciclado de las principales importadoras de la

ciudad. Trasladamos el cartón reciclado para su clasificación y almacenamiento en estado seco.

Una vez obtenido el cartón reciclado, se procedió a limpiar el horno artesanal. Como segundo paso, se acumuló el cartón dentro del horno para iniciar su quema. Se continuó añadiendo cartón para su calcinación, proceso que duró 6 horas a una temperatura no inferior a 400 °C. Al finalizar esta etapa, las cenizas obtenidas en el horno artesanal fueron trasladadas al laboratorio. ECOCRET S.A. donde se realiza la calcinación en un horno eléctrico más sofisticado y la temperatura de calcinación es similar a la del cemento tipo I. llegando así a la obtención de la ceniza del cartón reciclado.



Fuente: Propia

Figura 8

Obtención de residuos de sillar



Fuente: Propia

Figura 9

Obtención de cenizas de cartón reciclado

B) Propiedades y/o características físicas de agregados

Contenido de la humedad:

Para el desarrollo del ensayo trasladamos el agregado grueso, arena fina y sillar al laboratorio, para su respectivo ensayo según la normativa de ASTM C566. Cuyos resultados se darán uso por el diseño de la mezcla.

Trabajabilidad: (Slump)

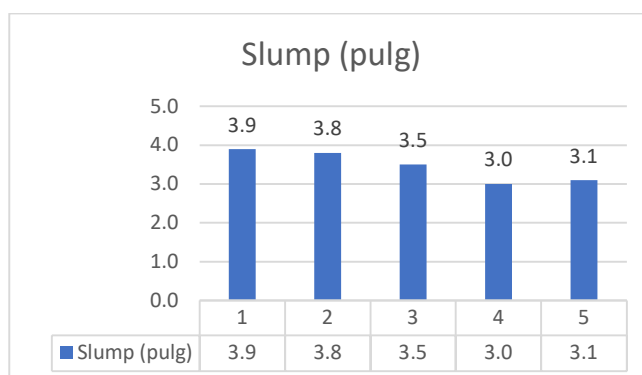
El cono de Abrams es una herramienta estandarizada y precisa para medir la consistencia del concreto fresco. Su diseño y método de llenado, junto con la medición del asentamiento, permiten evaluar la fluidez y la trabajabilidad del concreto, lo que resulta crucial para el diseño de mezcla.

Tabla 5. Slump en el concreto fresco

Porcentaje (%)	Slump (pulg)	Slump (%)
----------------	--------------	-----------

0%	3.9	100%
3%	3.8	97.4%
5%	3.5	89.7%
7%	3.0	76.9%
11%	3.1	79.5%

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Resultados Del Slump en el concreto fresco

Permeabilidad

En este ensayo se evaluó el concreto a los 28 días de curado en estado endurecido con el diseño patrón y adiciones de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, se realizó con la norma internacional ACI 522R-10 del concreto fraguado. “Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto”.

Tabla 6. Permeabilidad del concreto

Fecha inicio	Fecha final	Coefficiente de permeabilidad (cm/s)	Promedio de coef. de permeabilidad (cm/s)
13/09/2023	11/10/2023	0.75	0.84
13/09/2023	11/10/2023	0.85	
13/09/2023	11/10/2023	0.92	
13/09/2023	11/10/2023	0.62	0.63
13/09/2023	11/10/2023	0.68	
13/09/2023	11/10/2023	0.60	
13/09/2023	11/10/2023	0.41	0.42
13/09/2023	11/10/2023	0.45	

13/09/2023	11/10/2023	0.39	
13/09/2023	11/10/2023	0.29	
13/09/2023	11/10/2023	0.33	0.29
13/09/2023	11/10/2023	0.25	
13/09/2023	11/10/2023	0.15	
13/09/2023	11/10/2023	0.09	0.12
13/09/2023	11/10/2023	0.11	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Resultados del ensayo de permeabilidad

Diseño	Coefficiente de permeabilidad
Patrón	0.84
3%	0.63
5%	0.42
7%	0.29
11%	0.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Porcentaje de variación de permeabilidad

Ensayo de Permeabilidad					
Edad	0%	3%	5%	7%	11%
	0.84	0.63	0.42	0.29	0.12
28 días	Grado de Porcentaje (%)				
	0	24.60%	50.40%	65.48%	86.11%

Fuente: Elaboración propia

Diseño de la mezcla y la dosificación:

La preparación de la mezcla se ha realizado de acuerdo a la normativa ACI del Comité 211, específicamente para lograr una resistencia a las compresiones (f_c) de 175 kg/cm² en 1 m³ de concreto.

Tabla 9. Granulometría agregado grueso de la cantera.

Tamiz ASTM	Diámetro mm	Peso Retenido	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Pasa	Especificaciones	
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0	100.00	100.00	100
1"	25.0	54.00	3.69	3.69	96.31	95.00	100
3/4"	19.0	207.60	14.18	17.86	82.14		
1/2"	12.5	406.30	27.74	45.61	54.39	25.00	60
3/8"	9.5	289.00	19.73	65.34	34.66		
1/4"	6.3						
N° 4	4.75	500.60	34.18	99.52	0.48	0	10
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.52	0.48	0	5
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.52	0.48		
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.52	0.48		
N° 50	0.300	0.00	0.00	99.52	0.48		
N°100	0.150	0.00	0.00	99.52	0.48		
<N° 200	0.075	0.00	0.00	99.52	0.48		
Bandeja		7.0	0.48	100.00	0.00		
		1464.50	100.00	929.15			

Fuente: Elaboración propia

Especificación de muestra

Peso inicial : 1435.5 gr

Cualidades de muestra

Módulo de fineza : 5.84

P. U. Varillado : 1.797 tn/m3

P. U. Suelto : 1.681 tn/m3

Peso específico : 2.494 g/cm3

Humedad Natural : 0.25 %

Tabla 10. Granulometría del Sillar.

Tamiz ASTM	Diametro mm	Peso acumulado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Pasa	Especificaciones
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	70.00	2.30	2.30	97.70	100 - 100
3/8"	9.500	131.00	4.30	6.60	93.40	90 - 100
1/4"	6.300	989.00	32.50	39.10	60.90	
N° 4	4.750	900.50	29.59	68.69	31.31	20 - 55
N° 8	2.360	750.00	24.64	93.33	6.67	5 - 30
N° 16	1.180	86.50	2.84	96.17	3.83	0 - 10
N° 30	0.600	19.50	0.64	96.81	3.19	
N° 50	0.300	21.00	0.69	97.50	2.50	0 - 5
N° 100	0.150	10.50	0.34	97.85	2.15	
N° 200	0.075	13.50	0.44	98.29	1.71	
Bandeja		52.00	1.71	100.00	0.00	
		3043.50	100.00	796.65		

Fuente: Propia

Especificación de muestra

P. inicial : 3043.50gr

Cualidades de la muestra

P. específico : 1.341 g/cm3

Módulo de fineza : 5.57

Peso unitario. Varillado : 0.81 tn/m3

Humedad natural : 0.90 %

Peso unitario. Suelto : 0.726 tn/m3

Tabla 11. Granulometría del Agregado fino.

Diametro mm	Peso Retenido	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Pasa	Especificaciones	
9.50	0	0.00	0.00	100.00	100	100
6.30	12	0.97	0.97	99.03		
4.75	16.00	1.30	2.27	97.73	95	100
2.36	55.20	4.47	6.74	93.26	80	100
1.18	204.50	16.58	23.32	76.68	50	85
0.60	298.00	24.15	47.48	52.52	25	60
0.30	398.00	32.26	79.74	20.26	5	30
0.15	150.00	12.16	91.89	8.11	0	10
0.075	75.00	6.08	97.97	2.03	0	5
0.075	25.00	2.03	100.00	0.00		
	1233.70	100.00	450.39			

Fuente: Propia

Especificación de muestra

P. inicial : 1100.30 gr

Cualidades de la muestra

Módulo de fineza : 2.96

P. unitario. Varillado : 1.318 tn/m³

P. específico : 2.44g/cm³

Humedad natural : 0.19 %

P. Unitario. Suelto : 1.209 tn/m³

Diseño de muestra patrón

Se ha procedido según la muestra a elaborar la mezcla patrón sin la adición de sillar ni cenizas de cartón reciclado. La parte de la preparación de las mezclas se realizó siguiendo el mecanismo del método del ACI, con un diseño específico para conocer la resistencia a las compresiones (f'_c) de 175kg/cm², conforme a las propiedades del agregado y destinado a 1 m³ de concreto.

Tabla 12. Diseño de la mezcla patrón.

DISEÑO DE MEZCLA N°1		
Resistencia a compresión mínima		f _c = 175 kg/cm2
Tamaño Máximo Nominal		TMN=3/4"
Asentamiento		Slump = 3"-4"
Selección del volumen de Agua		205 lt
Selección del volumen de Aire		2.00%
Relación agua/cemento		0.557
Peso del cemento para 1m3		273.3 kg
Volumen agregado grueso		0.434 m3
Peso de agregado grueso		1081.44 kg
Volumen Agregado Fino		0.25 m3
Peso del agregado Fino		619.55 kg
Corrección de peso por humedad de los Agregados		
Peso de Agregado grueso		1084.14 kg
peso de Agregado Fino		620.728 kg
Corrección por absorción de Agregados		
Volumen de Agua corregida		240.40 lt
Dosificación para 1m3 de Concreto		
Materiales	Peso corregido (kg)	Volumen (m3)
Cemento	273	0.12
Agregado grueso	1084	0.49
Agregado Fino	621	0.28
Agua	240	0.11

Fuente: Propia

Efectuamos el diseño de mezclas adicionando el 3%, 5%, 7%, 11% de cemento y agregado grueso por cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar respectivamente.

Tabla 13. Diseño de mezcla con 3% de adición

Materiales	Peso corregido (kg)	Volumen (m ³)
Cemento	273	0.121
Ceniza de cartón reciclado	8	0.004
Agua	240	0.106
Agregado Fino	621	0.275
Agregado Grueso	1084	0.480
Residuo de Sillar	33	0.014

Tabla 14. Diseño de mezcla con 5% de adición.

Materiales	Peso corregido (kg)	Volumen (m3)
Cemento	273	0.121
Ceniza de cartón reciclado	14	0.006
Agua	240	0.106
Agregado Fino	621	0.275
Agregado Grueso	1084	0.480
Residuo de Sillar	54	0.024

Tabla 15. Diseño de mezcla con 7% de adición.

Materiales	Peso corregido (kg)	Volumen (m3)
Cemento	273	0.121
Ceniza de cartón reciclado	19	0.008
Agua	240	0.106
Agregado Fino	621	0.275
Agregado Grueso	1084	0.480
Residuo de Sillar	76	0.034

Tabla 16. Diseño de mezcla con 11% de adición.

Materiales	Peso corregido (kg)	Volumen (m3)
Cemento	273	0.121
Ceniza de cartón reciclado	30	0.013
Agua	240	0.106
Agregado Fino	621	0.275
Agregado Grueso	1084	0.480
Residuo de Sillar	119	0.053

C) Elaboración de bloques de concreto

Los bloques fueron fabricados conforme a la norma NTP 399.605, que establece las dimensiones de 24cm a lo largo, 12cm a lo ancho y 9cm de espesor. Se utilizó concreto con resistencia a la compresión (f_c) de 175kg/cm² para la fabricación sin adición de sillar y cenizas de cartón reciclado. Además, se fabricaron bloques de concreto con adiciones de 3%, 5%, 7% y 11% de sillar y cenizas de cartón reciclado.



Fuente: Propia

Figura 11. Agregado fino y grueso



Fuente: Propia

Figura 12. Elaboración de bloques de concreto

Se procedió con el curado tradicional de los bloques durante un periodo de 14 días. Este proceso implica mantener húmedo el concreto endurecido una vez que se retire el encofrado. Para los fines de esta investigación, el período máximo de curado permitido será de 28 días. Durante este tiempo, se realizarán pruebas de compresión en los componentes de concreto. Además, se llevarán a cabo estos ensayos a los 7 y 14 días de curado para evaluar la resistencia mecánica en diferentes etapas del proceso.



Fuente: Propia

Figura 13. Curado de bloques de concreto

D) Ensayo de variación dimensional.

Se utilizaron 10 unidades para cada grupo de adiciones, distribuidas de la siguiente manera: un espécimen patrón (base o de control) y cuatro grupos adicionales con diferentes porcentajes de adición de sillar y cartón, lo que suma un total de 50 unidades. Cada unidad seca fue pesada en una balanza con aproximación a 0.1 g. Posteriormente, se limpiaron las aristas para eliminar cualquier suciedad y polvo adherido. Luego, se

midió a lo largo, a lo ancho y a lo alto de cada unidad utilizando una regla metálica graduada en milímetros, tomando cuatro medidas para cada una de las dimensiones a lo largo de las aristas que está limitado cada cara.



Fuente: Propia

Figura 14. Ensayo de la variación dimensional

Tabla 17. Resumen de los resultados obtenidos en la prueba de variación dimensional para cada % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

		% DE RESIDUO DE SILLAR Y CENIZA DE CARTON RECICLADO				
		L 0%	L 3%	L 5%	L 7%	L 11%
DIMENSIONES PROMEDIO (mm)	Largo		2002	2016	2008	2005
	Ancho		1003	1004	1003	1000
	Altura		694	685	681	678

Fuente: Propia

E) Ensayo de Alabeo

Se utilizaron 5 unidades por cada grupo de adiciones, sumando un total de 25 determinado en la (NP 399.613, 2017), utilizando un vernier o pie de rey y una superficie plana de vidrio con dimensiones de 30 cm por lado. El ensayo comenzó colocando la unidad sobre la superficie plana, luego se midieron tanto los bordes como las caras, ya sean cóncavos o convexos. El alabeo se determinó como el promedio de la concavidad y convexidad de toda la muestra, expresado en milímetros.

Tabla 18. Resumen de resultado según el % de adición de residuos de sillar y ceniza de cartón reciclado.

Bloque con residuos de sillar y cenizas de carton reciclado (%)	Alabeo prom. (mm)	
	CONV	CONC
L0 (0%)	0.7	0.9
L1 (3%)	0.43	0.8
L2 (5%)	0.73	0.75
L3 (7%)	0.73	0.98
L4 (11%)	0.81	0.95

F) Elaboración de pilas

- La construcción de pilas de bloques se llevó a cabo conforme a la norma NTP 399.605
- Se utilizó una pasta de asentar con una relación de cemento y la arena de 1:3 para realizar el asentado de bloques en la realización de pilas, con juntas de un 1.5cm de ancho.
- Se construyeron un total de 15 pilas de bloques, tres pilas para cada porcentaje de adición de sillar y cartón reciclado.
- Se llevó a cabo un curado adecuado durante 14 días.
- Se tomaron las dimensiones de las pilas en términos de altura.
- Las respectivas pruebas en la realización de pilas se han hecho en 14 días después de su construcción, cumpliendo con las normas E.070.



Fuente: Propia

Figura 15. Ensayo compresión Diagonal (corte) de muretes

G) Ensayo de compresión axial

Esta etapa, se realizaron los ensayos de la resistencia a la compresión axial en las pilas, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 19. Valores de la compresión axial de concreto 0% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Esbeltez	Factor-corrección	Resistencia a Compresión (fm)	fm corregida (kg/cm ²)	Coef.	Resistencia compresión f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a compresión f'm (Mpa)
M-1	39.83	14.12	30.14	562.44	44866	2.13	0.803	79.77	64.06	1.10	70.47	6.91
M-2	39.69	14.15	30.28	561.55	44760	2.14	0.805	79.71	64.17	1.10	70.59	6.92
M-3	39.61	14.21	30.41	562.8	44901	2.14	0.808	79.78	64.46	1.10	70.91	6.95
Promedio											70.66	6.93
Desviación estandar											0.23	0.02
Promedio-desviación											70.43	6.90

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 20. Valores acerca de la compresión axial de concreto 03% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Esbeltez	Factor-corrección	Resistencia a Compresión (fm)	fm corregida (kg/cm ²)	Coef.	Resistencia compresión f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a compresión f'm (Mpa)
M-1	39.21	14.25	30.28	558.7	40594	2.12	0.805	72.66	58.49	1.10	64.34	6.31
M-2	39.51	14.17	30.32	559.82	40155	2.14	0.806	71.73	57.81	1.10	63.59	6.23
M-3	39.40	14.23	30.3	560.61	40389	2.13	0.806	72.04	58.06	1.10	63.87	6.26
Promedio											63.93	6.27
Desviación estandar											0.38	0.04
Promedio-desviación											63.55	6.23

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 21. Valores de compresión axial de bloque de concreto 5% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Esbeltez	Factor-corrección	Resistencia a Compresión (fm)	fm corregida (kg/cm ²)	Coef.	Resistencia compresión f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a compresión f'm (Mpa)
M-1	39.74	14.18	30.1	563.47	35874	2.12	0.803	63.67	51.13	1.10	56.24	5.51
M-2	39.55	14.26	30.3	563.93	35972	2.12	0.806	63.79	51.41	1.10	56.55	5.54
M-3	40.05	14.11	30.1	565.05	35785	2.13	0.803	63.33	50.85	1.10	55.94	5.48
Promedio											56.24	5.51
Desviación estandar											0.31	0.03
Promedio-desviación											55.94	5.48

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 22. Valores de compresión axial de bloque de concreto 7% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado

Muestra	L (cm)	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Esbeltez	Factor-corrección	Resistencia a Compresión (fm)	fm corregida (kg/cm ²)	Coef.	Resistencia compresión f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a compresión f'm (Mpa)
M-1	40.01	14.2	30.21	568.2	29450	2.13	0.805	51.83	41.72	1.10	45.89	4.50
M-2	39.95	14.16	30.35	565.65	29187	2.14	0.806	51.60	41.59	1.10	45.75	4.49
M-3	39.80	14.23	30.24	566.3	29563	2.13	0.805	52.20	42.02	1.10	46.22	4.53
Promedio											45.95	4.51
Desviación estandar											0.24	0.02
Promedio-desviación											45.71	4.48

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 23. Valores de compresión axial de bloque de concreto 11% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Esbeltez	Factor-corrección	Resistencia a Compresion (fm)	fm corregida (kg/cm ²)	Coef.	Resistencia compresion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a compresion f'm (Mpa)
M-1	39.87	14.14	30.28	563.7	26411	2.14	0.805	46.85	37.71	1.10	41.48	4.07
M-2	39.55	14.28	30.32	564.8	25998	2.12	0.806	46.03	37.10	1.10	40.81	4.00
M-3	39.76	14.21	30.25	565.02	26740	2.13	0.805	47.33	38.10	1.10	41.91	4.11
Promedio											41.40	4.06
Desviacion estandar											0.55	0.05
Promedio-desviacion											40.85	4.00

Fuente.: Resultados de la prueba

3.2.3. Evaluación de la variación de la resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado

Tabla 24. Resistencias a Flexión con 0% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Espesor Mortero (cm)	Resistencia traccion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a traccion f'm (Mpa)
M-1	14.12	19.21	271.25	425.50	1.5	1.57	0.15
M-2	14.18	19.25	272.97	393.34	1.5	1.44	0.14
M-3	14.23	19.19	273.07	478.63	1.5	1.75	0.17
Promedio						1.59	0.16
Desviacion estandar						0.16	0.02
Promedio-desviacion						1.43	0.14

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 25. Resistencias a Flexión con 3% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Espesor Mortero (cm)	Resistencia traccion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a traccion f'm (Mpa)
M-1	14.15	19.2	271.68	393.60	1.5	1.45	0.14
M-2	14.21	19.14	271.98	439.51	1.5	1.62	0.16
M-3	14.11	19.28	272.04	385.40	1.5	1.42	0.14
Promedio						1.50	0.15
Desviacion estandar						0.11	0.01
Promedio-desviacion						1.39	0.14

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 26. Resistencias a Flexión con 5% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg- f)	Espesor Mortero (cm)	Resistencia traccion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a traccion f'm (Mpa)
M-1	14.16	19.2	271.87	418.21	1.5	1.54	0.15
M-2	14.25	19.26	274.46	376.90	1.5	1.37	0.13
M-3	14.2	19.18	272.36	387.29	1.5	1.42	0.14
Promedio						1.44	0.14
Desviacion estandar						0.09	0.01
Promedio-desviacion						1.36	0.13

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 27. Resistencias a Flexión con 7% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg- f)	Espesor Mortero (cm)	Resistencia traccion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a traccion f'm (Mpa)
M-1	14.18	19.19	272.11	368.54	1.5	1.35	0.13
M-2	14.15	19.25	272.39	389.24	1.5	1.43	0.14
M-3	14.22	19.29	274.30	359.20	1.5	1.31	0.13
Promedio						1.36	0.13
Desviacion estandar						0.06	0.01
Promedio-desviacion						1.30	0.13

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 28. Resistencias a Flexión con 11% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	A (cm)	H (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg- f)	Espesor Mortero (cm)	Resistencia traccion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a traccion f'm (Mpa)
M-1	14.28	19.23	274.60	385.27	1.5	1.4	0.14
M-2	14.24	19.19	273.27	346.54	1.5	1.27	0.12
M-3	14.17	19.21	272.21	409.23	1.5	1.5	0.15
Promedio						1.39	0.14
Desviacion estandar						0.12	0.01
Promedio-desviacion						1.27	0.12

Fuente.: Resultados de la prueba

3.2.4. Determinación de la variación de la resistencia diagonal de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Tabla 29. Resistencia diagonal de muretes con 0% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	Espesor (cm)	H (cm)	Diagonal (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Coef.	Resistencia compresion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a comoresion f'm (Mpa)
M-1	60.02	14.15	60.02	85.25	849.283	4891	1.25	5.76	0.56
M-2	59.9	14.09	59.9	84.96	843.991	4056	1.25	4.81	0.47
M-3	60.1	14.21	60.1	85.1	854.021	4132	1.25	4.84	0.47
Promedio								5.14	0.50
Desviacion estandar								0.54	0.05
Promedio-desviacion								4.60	0.45

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 30. Resistencia diagonal de muretes con 3% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	Espesor (cm)	H (cm)	Diagonal (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Coef.	Resistencia compresion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a comoresion f'm (Mpa)
M-1	59.95	14.12	59.95	85.32	846.494	3927	1.25	4.64	0.45
M-2	60.08	14.2	60.08	85.2	853.136	3841	1.25	4.5	0.44
M-3	59.91	14.03	59.91	85.18	840.5373	3864	1.25	4.6	0.45
Promedio								4.58	0.45
Desviacion estandar								0.07	0.01
Promedio-desviacion								4.51	0.44

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 31. Resistencia diagonal de muretes con 5% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	Espesor (cm)	H (cm)	Diagonal (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Coef.	Resistencia compresion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a comoresion f'm (Mpa)
M-1	60.05	14.18	60.05	85.12	851.509	2850	1.25	3.35	0.33
M-2	60.12	14.17	60.12	85.1	851.9004	2920	1.25	3.43	0.34
M-3	60.1	14.23	60.1	85.23	855.223	2895	1.25	3.39	0.33
Promedio								3.39	0.33
Desviacion estandar								0.04	0.00
Promedio-desviacion								3.35	0.33

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 32. Resistencia diagonal de muretes con 7% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	Espesor (cm)	H (cm)	Diagonal (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Coef.	Resistencia compresion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a comoresion f'm (Mpa)
M-1	60.02	14.19	60.02	85.27	851.6838	2486	1.25	2.92	0.29
M-2	60.15	14.26	60.15	85.16	857.739	2470	1.25	2.88	0.28
M-3	60.07	14.22	60.07	85.20	854.1954	2395	1.25	2.8	0.27
Promedio								2.87	0.28
Desviacion estandar								0.06	0.01
Promedio-desviacion								2.81	0.28

Fuente.: Resultados de la prueba

Tabla 33. Resistencia diagonal de muretes con 11% de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	L (cm)	Espesor (cm)	H (cm)	Diagonal (cm)	Area LxA (cm ²)	Carga (kg-f)	Coef.	Resistencia compresion f'm (kg-f/cm ²)	Resistencia a comoresion f'm (Mpa)
M-1	60.02	14.17	60.02	84.96	850.4834	2290	1.25	2.69	0.26
M-2	60.12	14.25	60.12	85.18	856.71	2275	1.25	2.66	0.26
M-3	59.95	14.17	59.95	85.11	849.4915	2289	1.25	2.69	0.26
Promedio								2.68	0.26
Desviacion estandar								0.02	0.00
Promedio-desviacion								2.66	0.26

Fuente.: Resultados de la prueba

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Resultados de la determinación de la variación de la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Tabla 34. Resumen de resistencias adicionando porcentajes de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	% Adicion	Resistencia	Resistencia	Variacion	% Variacion
		compresion (kg-f/cm2)	compresion (Mpa)		
MC	0%	70.43	6.90	0	100.00%
M-1	3%	63.55	6.23	0.67	9.76%
M-2	5%	55.94	5.48	1.42	20.58%
M-3	7%	45.71	4.48	2.42	35.10%
M-4	11%	40.85	4.00	2.90	42.00%

Fuente.: Resultados de la prueba

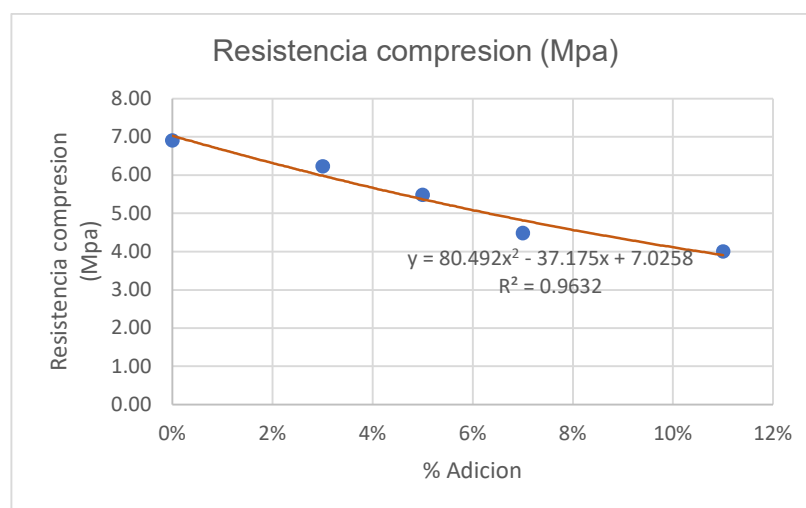


Figura 16. Variación de resistencia a la compresión axial con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Interpretación

Según la tabla 34 y la figura 16, se evidencia que la incorporación del 5% de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar reduce la resistencia axial en 1.42 MPa (equivalente al 20.58%) en comparación con el espécimen patrón. Del mismo modo, con una adición del 3% de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar, se observa una disminución de 0.67 MPa (equivalente al 9.76%) respecto al patrón. Además, se nota que a medida

que se incrementa el porcentaje de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar, la resistencia disminuye en relación con el espécimen patrón.

4.1.2. Resultados de la evaluación de la variación de la resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado

Tabla 35. Resumen de resistencias a tracción con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	% Adicion	Resistencia traccion (kg-f/cm2)	Resistencia Traccion (Mpa)	Variacion Mpa	% Variacion
MC	0%	1.431	0.140	0	100.00%
M-1	3%	1.389	0.136	0.00	2.95%
M-2	5%	1.356	0.133	0.01	5.24%
M-3	7%	1.302	0.128	0.01	9.00%
M-4	11%	1.275	0.125	0.02	10.92%

Fuente.: Resultados de la prueba

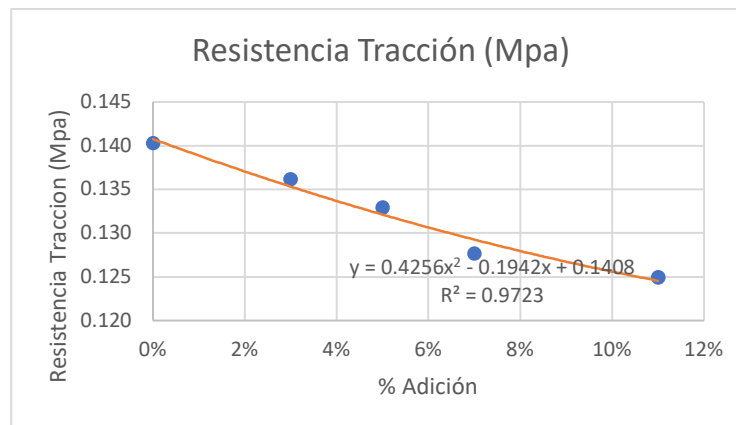


Figura 17. Variación de resistencias a tracción con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Interpretación

Según se puede observar en la tabla 35 y la figura 17, se nota que con una adición del 3%, la resistencia a la tracción disminuye en un 2.95% en comparación con el patrón, mientras que con una adición del 5%, esta disminuye en un 5.24% respecto al patrón. Esto sugiere que a medida que aumenta la cantidad de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado añadidos, la resistencia a la tracción disminuye.

4.1.3. Resultados de la determinación de la variación de la resistencia a corte de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Tabla 36. Resultados de resistencia diagonal de muretes con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Muestra	% Adicion	Resistencia compresion (kg-f/cm2)	Resistencia compresion Diagonal (Mpa)	Variacion	% Variacion
MC	0%	4.60	0.45	0	100.00%
M-1	3%	4.51	0.44	0.01	1.93%
M-2	5%	3.35	0.33	0.12	27.12%
M-3	7%	2.81	0.28	0.18	38.96%
M-4	11%	2.66	0.26	0.19	42.07%

Fuente.: Resultados de la prueba

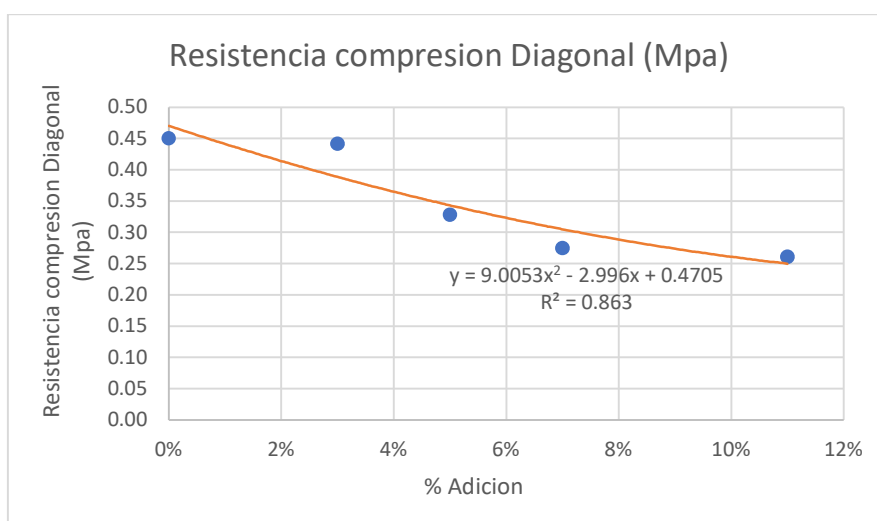


Figura 18. Variación de resistencias a la compresión diagonal de muretes con diferentes % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado.

Interpretación

Según se observa en la tabla 36 y la figura 18, la resistencia a la compresión diagonal se ve afectada significativamente con la adición de cenizas de cartón y residuos de sillar. Con un 3% de adición, la resistencia disminuye en un 1.93% en comparación con el patrón, y con un 5% de adición, esta disminución es considerable, alcanzando un 27.12% respecto al patrón. Esto indica que a medida que se incrementa la cantidad de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar, la resistencia disminuye. De la misma manera se observó que la mayoría de los muros experimentaron fallas diagonales debido a las juntas.

4.1.4. Resultados de la forma en que el sillar y cenizas de cartón reciclado varia la resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto.

Tabla 37. Comportamiento mecánico acerca de los muros de albañilería

Resistencia mecánica de muros de albañilería	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión a corte	Resistencia a la flexión
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
MC-PATRON	70.43	4.6	1.431
M-3%	63.55	4.51	1.389
M-5%	55.94	3.35	1.356
M-7%	45.71	2.81	1.302
M-11%	40.81	2.66	1.275

Fuente.: Elaboración propia

La tabla 37 resume el comportamiento mecánico construidos con bloques de concreto que contienen residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado. Con una adición del 3%, se obtuvo una resistencia a la compresión de 63.55 kg/cm², el valor máximo conforme de acuerdo a la normativa E.070. La parte de la resistencia a la compresión por corte alcanzó 4.51 kg/cm² con la misma adición del 3%, un valor cercano al estándar determinada por la normativa E.070. Además, la parte de la resistencia a la flexión fue de 1.39 kg/cm² con la adición del 3%, siendo este valor el más cercano a lo especificado en la norma E.070.

4.1.5. Contraste de hipótesis

4.1.5.1. Contraste de hipótesis específica 1

Hipótesis nula (H₀): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado no afecta la resistencia a la compresión axial de muros de albañilería con bloques de concreto.

Hipótesis alternativa (H₁): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado afecta la resistencia a la compresión axial de muros de albañilería con bloques de concreto.

El nivel de significancia utilizado es $\alpha = 0.05$. Debido a que el tamaño de la muestra es menor a 50 datos, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

para verificar la distribución de los datos, como se muestra en la tabla correspondiente.

Tabla 38. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia a la compresión axial.

N° de muestras	% Residuos de sillar y cenizas de carton reciclado	Resistencia a la compresión axial
1	0%	6.91
2	0%	6.92
3	0%	6.95
4	3%	6.31
5	3%	6.23
6	3%	6.26
7	5%	5.51
8	5%	5.54
9	5%	5.48
10	7%	4.50
11	7%	4.49
12	7%	4.59
13	11%	4.07
14	11%	4.00
15	11%	4.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Normalidad de Shapiro-Wilk.

Prueba de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadística	gl	Sig.
%Sillar y ceniza	.908	15	.126
Resistencia	.893	15	.074

Fuente: Software SPSS

De acuerdo a la tabla 39 confirma que los datos si determina que siguen una distribución normal.

Tabla 40. Correlación de Pearson

		porcentaje	resistencia
porcentaje	Correlación de Pearson	1	-,975**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
resistencia	Correlación de Pearson	-,975**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

Fuente: Software SPSS

La tabla 40 presenta la correlación de Pearson entre el porcentaje de aditivo y la resistencia. Los resultados muestran una correlación de Pearson de -0.975** entre el porcentaje de aditivo y la resistencia, indicando una relación inversa muy fuerte y significativa al nivel 0.01 (bilateral). Esto significa que a medida que aumenta el porcentaje de aditivo, la resistencia disminuye de manera considerable. La significancia bilateral (Sig. = 0.000) confirma que esta correlación es estadísticamente significativa.

4.1.5.2. Contraste de hipótesis específica 2

Hipótesis nula (Ho): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado no afecta la resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto.

Hipótesis alternativa (H1): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado afecta la resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto.

El nivel de significancia utilizado es $\alpha = 0.05$. Debido a que el tamaño de la muestra es menor a 50 datos, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para verificar la distribución de los datos, como se muestra en la tabla correspondiente.

Tabla 41. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia a la flexión.

N° de muestras	% Residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado	Resistencia a flexión
1	0%	0.15
2	0%	0.14
3	0%	0.17
4	3%	0.14
5	3%	0.16
6	3%	0.14
7	5%	0.15
8	5%	0.13
9	5%	0.14
10	7%	0.13
11	7%	0.14
12	7%	0.13
13	11%	0.14
14	11%	0.12
15	11%	0.15

Fuente: resultados de la prueba realizada

Tabla 42. Normalidad de Shapiro-Wilk.

Prueba de normalidad			
	Estadística	Shapiro-Wilk	
		Gl.	Sig.
%Sillar y ceniza	.908	15	,126
Resistencia	.935	15	,325

Fuente: Software SPSS

Tabla 43. Correlación de Pearson.

	porcentaje	resistencia
porcentaje	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	,053
	N	15
resistencia	Correlación de Pearson	-,509
	Sig. (bilateral)	,053
	N	15

Fuente: Software SPSS

La tabla 43 presenta la correlación de Pearson entre el porcentaje de aditivo y la resistencia. Los resultados muestran una correlación de Pearson de -0.509 entre el porcentaje de aditivo y la resistencia, indicando una relación inversa moderada. La significancia bilateral (Sig. = 0.053) sugiere que esta correlación no es estadísticamente significativa al nivel convencional de 0.05. Esto implica que, aunque hay una tendencia a que la resistencia disminuya con el aumento del porcentaje de aditivo, la relación no es lo suficientemente fuerte para ser considerada significativa.

4.1.5.3. Contraste de hipótesis específica 3

Hipótesis nula (H₀): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado no afecta la resistencia a corte de muros de albañilería con bloques de concreto.

Hipótesis alternativa (H₁): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado afecta la resistencia a corte de muros de albañilería con bloques de concreto.

El nivel de significancia utilizado es $\alpha = 0.05$. Debido a que el tamaño de la muestra es menor a 50 datos, se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para verificar la distribución de los datos, como se muestra en la tabla correspondiente.

Tabla 44. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia diagonal.

N° de muestras	% Residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado		Resistencia a corte
1	0%		0.56
2	0%		0.47
3	0%		0.47
4	3%		0.45
5	3%		0.44
6	3%		0.45

7	5%	0.33
8	5%	0.34
9	5%	0.33
10	7%	0.29
11	7%	0.28
12	7%	0.27
13	11%	0.26
14	11%	0.26
15	11%	0.26

Fuente: resultados de la prueba realizada

Tabla 45. Normalidad de Shapiro-Wilk.

	Prueba de normalidad		
	Estadística	gl	Sig.
%Sillar y ceniza	.908	15	.126
Resistencia	.870	15	.034

Fuente: Software SPSS

Tabla 46. Correlación de Spearman.

		Porcentaje de adición	resistencia
porcentaje	Correlación de Spearman	1	-,988
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
resistencia	Correlación de Spearman	-,988	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

- La correlación positiva y significativa según el nivel 0,01 (bilateral)

Fuente: Software SPSS

La tabla 46 presenta la correlación de Spearman entre el porcentaje de adición y la resistencia. Los resultados muestran una correlación de Spearman de -0.988 entre el porcentaje de adición y la resistencia, indicando una relación inversa extremadamente fuerte. La significancia bilateral (Sig. = 0.000) confirma que esta correlación es altamente significativa. Esto implica que a medida que aumenta el porcentaje de adición, la resistencia disminuye de manera muy pronunciada y consistente.

4.1.5.4. Contraste hipótesis general

Hipótesis nula (H_0): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado no afecta la resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto.

Hipótesis alternativa (H_1): La adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado afecta la resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto.

El nivel de significancia utilizado es $\alpha = 0.05$. Debido a que el tamaño de la muestra es menor a 50 datos, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para verificar la distribución de los datos, como se muestra en la tabla correspondiente.

Tabla 47. Resumen % de adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, y resistencia mecánica.

Nº de muestras	% Residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado	Resistencia Mecánica
1	0%	70.43
2	0%	4.6
3	0%	1.43
4	3%	63.55
5	3%	4.51
6	3%	1.39
7	5%	55.94
8	5%	3.35
9	5%	1.36
10	7%	45.71
11	7%	2.81
12	7%	1.30
13	11%	40.81
14	11%	2.66
15	11%	1.28

Fuente: resultados de la prueba realizada

Tabla 48. Normalidad de Shapiro-Wilk.

	Prueba de normalidad		
	Shapiro-Wilk		
	Estadística	gl	Sig.
%Sillar y ceniza	.908	15	.126
Resistencia	.707	15	.000

Tabla 49. Correlación de Spearman.

		Porcentaje de adición	resistencia
porcentaje	Correlación de Spearman	1	-,327
	Sig. (bilateral)		,234
	N	15	15
resistencia	Correlación de Spearman	-,327	1
	Sig. (bilateral)	,234	
	N	15	15

Fuente: Software SPSS

La tabla 49 presenta la correlación de Spearman entre el porcentaje de adición y la resistencia. Los resultados muestran una correlación de Spearman de -0.327 entre el porcentaje de adición y la resistencia, indicando una relación inversa débil. La significancia bilateral (Sig. = 0.234) sugiere que esta correlación no es estadísticamente significativa. Esto implica que no hay una relación clara y consistente entre el aumento del porcentaje de adición y la disminución de la resistencia.

4.2. Discusión de resultados:

- La resistencia a la compresión axial disminuye notablemente con la incorporación de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar. Con un 5% de adición, se reduce en 1.42 MPa (20.58%) en comparación con el patrón, y con un 3%, disminuye en 0.67 MPa (9.76%) respecto al patrón. Esta tendencia decreciente se observa al aumentar el porcentaje de estos materiales en la mezcla. El análisis estadístico muestra un coeficiente de correlación de Pearson con un valor de

significancia menor a 0.01, indicando una relación muy significativa y negativa entre las variables. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula es decir materiales tiene un impacto negativo en la resistencia a la compresión axial de los bloques de concreto. Estos hallazgos coinciden con estudios previos como los de Alave Huanca, et al. (2019), quienes observaron que un diseño basado en el método ACI 211 no logró alcanzar la resistencia deseada al emplear residuos de sillar, actuando este como concreto ligero. De igual forma, Benavides Cieza (2021) reportó que las pilas no cumplían con los estándares establecidos por la norma E.070, y Rojas Machaca, (2022) señaló un leve aumento en la resistencia al utilizar ignimbrita, aunque esta solo representó el 30% de la resistencia total del muro. En conjunto, los estudios respaldan la tendencia de disminución de resistencia al incorporar residuos, con algunas excepciones puntuales según el tipo de material.

La resistencia a la flexión aumenta un 2.90% con una adición del 3% en comparación con el patrón, pero disminuye un 8.43% con una adición del 5%. Esto sugiere que una menor cantidad de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar mejora la resistencia por adherencia, mientras que, al aumentar la cantidad de estos materiales, la resistencia a la flexión tiende a reducirse.

La prueba estadística evidencia una correlación bilateral significativa, con un valor de $Rho = -0.877$, lo que indica una correlación negativa alta. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, lo es decir que la ceniza de cartón reciclado y los residuos de sillar afectan negativamente la resistencia a la flexión de los bloques de concreto. En contraste, el estudio de Rojas (2022) sobre el uso de ignimbrita señala que la resistencia a la flexión varía según el porcentaje de adición, aunque sin presentar una tendencia definida. No obstante, sus resultados son coherentes con investigaciones anteriores, lo que indica estabilidad y cumplimiento de los objetivos propuestos en ese estudio.

- La resistencia a la compresión diagonal disminuye un 1.93% con una adición del 3% de ceniza de cartón y residuos de sillar en comparación con el patrón. Con una adición del 5%, esta disminución es mucho mayor, alcanzando un 27.12% respecto al patrón. Esto indica que, a medida que se incrementa la cantidad de ceniza de cartón reciclado y residuos de sillar, la resistencia a la compresión disminuye. Además, se observó que la mayoría de los muros presentaron fallas diagonales a través de las juntas.

El análisis estadístico muestra un valor de significancia inferior a 0.01, lo que indica una relación muy significativa. Según la escala de correlación de Pearson, se obtuvo un valor de $R = -0.920$, lo que señala una correlación negativa muy alta. De tal manera que, se acepta la hipótesis alternativa, es decir que la adición de ceniza de cartón reciclado y residuos de sillar tiene un impacto negativo en la resistencia a la compresión diagonal de los bloques de concreto.

De acuerdo con Rojas (2022), la resistencia a la compresión por corte de los muros de ladrillo muestra variaciones bajo diferentes condiciones de fraguado de la ignimbrita, con valores que reflejan tendencias similares a estudios anteriores. Además, Cárdenas (2017) encontró aumentos proporcionales en la resistencia a la compresión por corte con variados porcentajes de ignimbrita añadida.

Los resultados obtenidos en esta investigación presentan cierta similitud con los hallazgos reportados por Rojas (2022), ya que ambos estudios evidencian que la resistencia a la compresión por corte o diagonal de los muros puede verse afectada por la incorporación de materiales alternativos. En este caso, se observó una disminución progresiva en la resistencia con el aumento del porcentaje de ceniza de cartón reciclado y residuos de sillar, comportamiento que guarda relación con las variaciones mencionadas por Rojas (2022) bajo distintas condiciones de fraguado al utilizar ignimbrita.

El análisis del comportamiento mecánico de muros de albañilería construidos con bloques de concreto que incorporan residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado mostró que, con una adición del 3%, se alcanzó una resistencia a la compresión de 63.55 kg/cm^2 , el valor máximo según la norma E.070. Además, la resistencia a la compresión por corte fue de 4.51 kg/cm^2 con la misma adición, un valor cercano al estándar establecido por la normativa. En cuanto a la resistencia a la flexión, se registró un valor de 1.39 kg/cm^2 con la misma dosificación, aproximándose también a lo esperado según la normativa.

El análisis estadístico reveló un nivel de significancia de 0.23, lo que, según las escalas de correlación de Spearman, indica que no existe una correlación significativa entre las variables. Esto lleva a rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula, sugiriendo que los residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado no afectan significativamente la resistencia mecánica de los muros de albañilería con bloques de concreto.

Según Rojas (2022), los ladrillos con un 20% de ignimbrita mostraron mejoras en algunas propiedades mecánicas, como una reducción en la absorción y un aumento de la humedad. También se observaron variaciones dimensionales, lo que sugiere un efecto medible de la composición del material en sus propiedades mecánicas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran ciertas similitudes con los hallazgos de Rojas (2022), particularmente en relación con la influencia de materiales alternativos en las propiedades mecánicas de elementos constructivos. En ambos casos, se analizaron bloques o ladrillos fabricados con aditivos como residuos de sillar, identificándose comportamientos que evidencian cambios en la resistencia estructural. Aunque el presente análisis determinó que la adición de ceniza de cartón reciclado y residuos de sillar afecta negativamente la resistencia a la compresión y al corte, especialmente con dosificaciones superiores al 3%, también se identificaron valores cercanos a los establecidos por la norma E.070 con dicha proporción. De forma similar, Rojas (2022) observó que la incorporación de ignimbrita generó mejoras en algunas propiedades físicas y variaciones mecánicas, demostrando que la composición del material incide directamente en su desempeño. Aunque las metodologías y resultados específicos difieren, ambos estudios coinciden en que el uso de materiales reciclados o naturales modificados influye de manera perceptible en las características estructurales, lo que resalta la importancia de controlar su dosificación y condiciones de fraguado.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

- La adición de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar en un 5% reduce la resistencia a la compresión axial en 1.42 MPa (20.58%) comparado con el patrón. Con una adición del 3%, esta reducción es de 0.67 MPa (9.76%). A medida que aumenta el porcentaje de adición de estos materiales, se observa una disminución adicional en la resistencia respecto al patrón. El análisis estadístico, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.975 y una significancia menor a 0.01, indica una correlación negativa alta entre estas variables. Esto refuta la hipótesis nula (H_0) y sugiere que los residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado impactan negativamente en la resistencia a la compresión axial de los bloques de concreto.
- La resistencia a la flexión aumenta en un 2.90% con una adición del 3% de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar, pero disminuye en un 8.43% con una adición del 5% respecto al patrón. Esto indica que, a niveles bajos de adición, se puede mejorar la resistencia debido a una mejor adherencia, pero a mayores concentraciones de estos materiales, la resistencia a la flexión se ve afectada negativamente. El análisis estadístico, con un coeficiente de correlación de Spearman (Rho) de -0.877 y significancia significativa, sugiere una correlación negativa alta entre estas variables, refutando H_0 y apoyando H_1 , indicando que la ceniza de cartón reciclado y los residuos de sillar influyen negativamente en la resistencia a flexión de los bloques de concreto.
- La resistencia a la compresión diagonal muestra una reducción del 1.93% con una adición del 3% de cenizas de cartón y residuos de sillar respecto al patrón, y una disminución significativa del 27.12% con una adición del 5%. Este fenómeno sugiere que un mayor contenido de estos materiales reduce la resistencia a la compresión diagonal, observándose fallas diagonales en la mayoría de los muretes. El análisis estadístico, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.920 y significancia menor a 0.01, muestra una correlación negativa muy alta, lo que refuta H_0 y apoya H_1 , indicando que la adición de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar influye negativamente en la resistencia a la compresión diagonal de los bloques.
- El análisis del comportamiento mecánico de los muros de albañilería construidos con bloques de concreto que incorporan residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado mostró una resistencia a la compresión de 63.55 kg/cm² con una adición del 3%, cumpliendo con las especificaciones de la norma E.070. La resistencia a la compresión

por corte fue de 4.51 kg/cm² y la resistencia a la flexión fue de 1.39 kg/cm², ambas con la misma dosificación del 3%, también alineadas con la normativa. El análisis estadístico reveló un nivel de significancia de 0.23 y, según las escalas de correlación de Spearman, no se encontró una correlación significativa entre las variables. Esto lleva a rechazar la hipótesis alternativa (H1) y sugiere que la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado no afecta la resistencia mecánica de los muros de albañilería con bloques de concreto.

5.2. Recomendaciones:

- Se sugiere limitar la adición de residuos de sillar reciclado a un máximo del 5%, y es crucial que este material pase por un proceso de tamizado con una malla de 3/8". Incrementos más allá de este límite pueden resultar en una disminución significativa de la resistencia a la compresión axial y así también la disminución de su plasticidad lo que resultaría en un concreto poco trabajable y menos ligero.
- Se aconseja agregar ceniza de cartón reciclado y residuos de sillar hasta un máximo del 5%, asegurándose de tamizar este último material con una malla de 3/8", esto para garantizar la calidad y la resistencia del material resultante, este proceso asegura que los fragmentos sean lo suficientemente homogéneos y que se eliminen las impurezas que podrían afectar negativamente las propiedades mecánicas del producto final. Aumentos mayores pueden reducir considerablemente la resistencia a la flexión de los bloques de concreto
- Se recomienda incorporar ceniza de cartón reciclado y residuos de sillar hasta un 5%, sujeto a un proceso de tamizado con una malla de 3/8". Es importante destacar que cualquier incremento podría tener un efecto negativo significativo en las propiedades mecánicas del concreto. En particular, se ha observado que tales aumentos pueden resultar en una disminución de la resistencia a corte de los bloques de concreto, comprometiendo así su desempeño estructural. Por lo tanto, adherirse a estas recomendaciones es esencial para mantener las características deseadas del material y asegurar su adecuado funcionamiento en aplicaciones constructivas. Incrementos más allá de este límite pueden disminuir la resistencia a corte de los bloques de concreto.
- Se recomienda llevar a cabo investigaciones adicionales que analicen la incorporación de sillar y cenizas de cartón reciclado en proporciones menores al 5%. Este enfoque es esencial para identificar la dosificación óptima de estos materiales dentro de las mezclas de concreto. Al experimentar con diferentes niveles de adición, se podrá determinar

cómo estas sustancias afectan las propiedades mecánicas del concreto, en particular su resistencia. La adición controlada de cenizas de cartón reciclado y residuos de sillar puede proporcionar beneficios en términos de sostenibilidad, pero es crucial que esta incorporación no comprometa la calidad del material.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EDITORIAL MEGABYTE S.A.C. Norma E.070, Standard. National Building Regulations. Lima. 2006.
- GALLEGOS, HÉCTOR AND CASABONE, CARLOS. Structural woodworking. Lima: Pontifical Catholic University of Peru. 2005.
- QUIUN, DANIEL, AND LEGUÍA, GREGORY. Experimental behavior of Ayacucho's confined meadows. Ayacucho: s.n. 2020.
- ALAVE HUANCA, M., & MENDOZA RIOS, J. Influencia del Sillar como Sustituto del Agregado Grueso en la Mejora de las Propiedades del Concreto De $F'C=175 \text{ Kg/Cm}^2$ para Muros de Tabiquerías en Edificación en la Ciudad de Tacna. 2019.
- NINA, P. S. Effects of the addition of recycled chair on the mechanical properties of Portland concrete type I. Arequipa. 2019.
- RIVVA LOPEZ, E. Materials for Concrete. Lima: Institute of Construction and Management - ICG. 1992.
- QUITO COILA, J. Uso de residuos de la producción de bloques de sillar de la cantera de Añashuayco en el diseño de concreto de resistencias convencionales y su análisis de durabilidad ante la acción química, en la ciudad de Arequipa. 2019.
- INACAL: VOL. SECOND EDITION. Peruvian Technical Standard, 399.601. ALBANILERY UNITS. Concrete bricks. Lima. 2015.
- BENAVIDES. “Evaluación de ladrillos artesanales con adición de residuos de cartón, Chota”. 2021.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.035. Lima, Perú. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o Peso unitario y los vacíos en los agregados. 2009.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.022. Lima, Perú. Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico y absorción del agregado fino. 2013.

- NORMA TÉCNICA PERUANA 2004 NTP 399.621. Método de ensayo de la compresión diagonal en muretes de albañilería, Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI, 2004.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP-399.604. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. 2002.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP-331,017. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. 2015.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP-339,605. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería. 2015.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP-339,613. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2017.
- NORMA E.060 Concreto Armado. Lima: SENCICO. 2009.
- ASTM C 566. American Society for testing and Materials. 2001.
- ASTM C 127. American Society for testing and Materials. 2018.
- ASTM C 29. American Society for testing and Materials. 2023.
- ASTM C33-03. Especificación Normalizada de Agregados para Concreto. 2017.
- VILLASIS, M. et al. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Ciudad de México: Revista Alergia de México. 2018.
- MARCH, T., Y MARTÍNEZ, M. Caracterización de la validez y confiabilidad en el constructo metodológico de la investigación social. 2015.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

Resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
----------	----------	-----------	----------	-----------	-----------	-------------

PROBLEMA GENERAL ¿Cuánto varía la resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023?	OBJETIVO GENERAL Determinar la variación de la resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023	HIPÓTESIS GENERAL La resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado varía significativamente, Arequipa 2023	V1. Bloques de concreto empleando residuos de sillar y ceniza de carbón.	D1: propiedades Mecánicas	I1: Resistencia a la compresión f'_b(kg/cm²)	Método de investigación: Investigación científica
PROBLEMAS ESPECÍFICOS - ¿Cuánto varía la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023? - ¿Cuánto varía la resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023? - ¿Cuánto varía la resistencia a corte de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS - Estimar la variación de la resistencia a compresión axial de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023. - Evaluar la variación de la resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023. - Determinar la variación de la resistencia a corte de muros de albañilería con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023.	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS - La resistencia a compresión axial de muros de albañilería con bloques de concreto varía considerablemente con la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023. - La resistencia a flexión de muros de albañilería con bloques de concreto varía considerablemente con la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023. - La resistencia a corte de muros de albañilería con bloques de concreto varía considerablemente con la adición de residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023.	V2. Resistencia mecánica de muros de albañilería.	D2: propiedades Físicas D3: Dosificación D1: Compresión axial. D2: Resistencia a flexión D3: Resistencia a Corte	I1: alabeo (mm) I2: absorción (%) I3: densidad (gr/cc) I1:3% I2: 5% I3:7% I4:11% I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días	Tipo de investigación Aplicada Nivel de investigación Explicativo Diseño de investigación Diseño cuasiexperimental Población En la presente investigación estará conformada por un total de 525 unidades de bloques de concreto Muestra La muestra está conformada por 15 muros bajos de bloque de concreto. Técnica

con bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023?	empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023.	cenizas de cartón reciclado, Arequipa 2023				Observación directa Instrumentos Ficha Técnica
--	--	--	--	--	--	---

ANEXO 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V.1 Bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado	-“La ignimbrita es un depósito piroclástico del distrito municipal de Arequipa, formado a partir de la fragmentación del magma volcánico” (2000) - “La mayor parte de la fibra de celulosa del cartón procede de fuentes vegetales no procesadas o de productos de papel y cartón reciclados, según el Ministerio de Transición Medioambiental” (2020)	Los bloques de concreto empleando residuos de sillar y cenizas de cartón reciclado se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: propiedades mecánicas, D2: Propiedades físicas, D3: dosificación.	D1: propiedades Mecánicas D2: propiedades Físicas D3: Dosificación	I1: Resistencia a la compresión $f'_{b}(kg/cm^2)$ I1: alabeo (mm) I2: absorción (%) I3: densidad (gr/cc) I1:3% I2: 5% I3:7% I4:11%	Ficha de recopilación de datos	Razón
v.2 resistencia mecánica de muros de albañilería	Según la E-070 (2006) “Las pruebas prismáticas, así como las pruebas de compresión axial, se utilizan para medir la resistencia mecánica de un edificio; las pruebas de cizalladura, por su parte, se determinarán empíricamente (mediante tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) en función de la importancia del edificio y de su ubicación dentro de una zona sísmica”.	La resistencia mecánica de muros de albañilería se operacionaliza mediante sus dimensiones; D1: compresión axial, D2:la resistencia a flexión; D3 la resistencia a corte y a su vez se dividen en tres indicadores.	D1: Compresión axial. D2: Resistencia a flexión D: Resistencia a Corte.	I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días I1:7 días I2: 21 días I3: 28 días	Ficha de recopilación de datos	Intervalo

FICHA DE VALIDACION
INFORME DE OPINION DEL JUICIO DE EXPERTO

Resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto empleando sillar y carton reciclado, Arequipa 2023

ASPECTOS DE VALIDACION

OPINION DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Bueno e) Muy bueno

Sello di firma a due usi

DATOS GENERALES

1.1. Título de la Investigación:

Resistencia mecánica de muros de alfarilería con bloques de concreto empleando sillar y carton reciclado, Arequipa 2023

ASPECTOS DE VALIDACION

[illegible]

OPINION DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Bueno e) Muy bueno

Nombres y Apellidos	CIP	
Jorge Fabian Hillegueta	261300	
La Ramosa B-7 Pautepate - Arequn	994245 606	

.....
Marcelo Enrique Miquilina
 GOBIERNO CIVIL
 Sella y firma del expuesto

DATOS GENERALES

1.1. Título de la Investigación:

Resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto empleando sillar y cartón reciclado, Arequipa 2023

1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

ASPECTOS DE VALIDACION

[illegible]

Promedio de valoración

OPINION DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Bueno e) Muy bueno

Nombres y Apellidos	JULBER MARTILDA CUSCO	CIP	250159
Dirección domiciliaria	Asoc. Villa Ecologica, Zona C, H. H. U. N. A.	Telefono celular	927036872

Julbe Martilla Gjuro
II. GENIERO CIVIL

Sello y firma de experto

ANEXO 4 Diseño de Mezcla

DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETO METODO ACI

PROYECTO	RESISTENCIA MEDIANTE BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO, AREQUIPA 2023
LOCALIZACION	Arequipa
- CANTERA - AGREGADO FINO	Pampas estrellas
- CANTERA - AGREGADO GRUESO	Pampas estrellas
FECHA	18/08/2023

1.00. PARAMETROS DE DISEÑO

Resistencia de diseño promedio especificada f'c	175 kg/cm ²
Consistencia	Plástica
Asentamiento	3 - 4"

2.00. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

2.01.- CEMENTO

Tipo de cemento	:	Portland Tipo HE-YURA
Peso específico	:	3150 Kg/cm ³

2.02.- AGUA

El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo.

Peso específico	:	1000 Kg/cm ³
-----------------	---	-------------------------

2.03.- AGREGADO FINO

Modulo de fineza	MF	:	2.96	
Peso específico de la masa		:	2450	Kg/cm ³
Contenido de Humedad	wf	:	1.757%	%
Absorción	Af	:	1.832%	%

2.04.- AGREGADO GRUESO

Tamaño Máximo Nominal	TMN	:	3/4"	
Peso específico de la masa		:	2320	Kg/cm ³
Peso específico seco compactado		:	1536	Kg/cm ³
Contenido de Humedad	wg	:	0.43%	%
Absorción	Ag	:	1.32%	%

3.00. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLA

3.01.- ASENTAMIENTO

Medida de la consistencia del concreto fresco, también llamado revenimiento. Existen diferentes tipos de consistencias las más comunes son: seca, plástica y fluida.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Plástica	3" a 4"

3.02.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

ASENTAMIENTO	Agua en 1/m ³ , para los tamaños maximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen de agua por metro cubico de concreto = 205 Lts/m³

3.03.- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Volumen de aire atrapado en el concreto = 2.0 %

3.04.- RELACIÓN AGUA/CEMENTO

f'c 28 Días	RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
175	0.75	0.66
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Relación a/c para concreto f'cr = 241.5 a/c = 0.6

3.05.- CANTIDAD DE CEMENTO

$$Cemento = \frac{Volumen\ Unitario\ de\ Agua}{Relación\ A/C} \quad C = 341.67 \text{ Kg/m}^3$$

Cantidad de bolsas de cemento de 42.50 kg para 1 m³ de concreto

$$\text{Cemento} = \frac{341.67}{42.5}$$

$$C = 8.04 \text{ bolsas/m}^3$$

3.06.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

MODULO DE FINAZA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
2.40	0.50	0.59	0.66	0.71	0.75	0.78	0.82	0.87
2.60	0.48	0.57	0.64	0.69	0.73	0.76	0.79	0.85
2.80	0.46	0.55	0.62	0.67	0.71	0.74	0.78	0.83
3.00	0.44	0.53	0.60	0.65	0.70	0.72	0.75	0.81

Volumen de agregado grueso seco compactado

$$VAG = 0.60$$

Peso del agregado grueso seco: 0.60

$$1536 \times 0.60 = 927.74 \text{ Kg/m}^3$$

3.07.- VOLUMEN ABSOLUTO

$$V. \text{Cemento} = \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso específico del cemento}}$$

$$VC = 0.108 \text{ m}^3$$

$$V. \text{Agua} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Peso específico del agua}}$$

$$VA = 0.205 \text{ m}^3$$

$$V. \text{Aire} = \frac{\text{Volumen Aire atrapado}}{100}$$

$$Vair. = 0.020 \text{ m}^3$$

$$V. \text{Agregado Grueso} = \frac{\text{Peso agregado grueso seco}}{\text{Peso específico del agregado grueso}}$$

$$Vag. = 0.400 \text{ m}^3$$

TOTAL DE VOLUMEN ABSOLUTO

$$= 0.73 \text{ m}^3$$

3.08.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO

V. Agregado fino= 1 - Total de volumen absoluto

$$0.27$$

$$\text{Peso del agregado fino seco: } 0.27 \times 2450 = 653.28 \text{ Kg/m}^3$$

3.09.- CANTIDAD DE MATERIAL POR m3 DE CONCRETO

$$\text{-CEMENTO} = 341.67 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{-AGUA} = 205 \text{ Lts/m}^3$$

$$\text{-AGREGADO FINO (Seco)} = 653.28 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{-AGREGADO GRUESO (Seco)} = 927.74 \text{ Kg/m}^3$$

3.10.- CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

-PESO AGREGADO FINO HUMEDO

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = (1 + \%wf) \times (\text{Ag. Fino seco})$$

$$P. \text{ hum. Del agregado fino} = 1.0176 \times 653.28 = 664.76 \text{ Kg/m}^3$$

-PESO AGREGADO GRUESO HUMEDO

$$P. \text{ hum. Del agregado grueso} = (1 + \%wf) \times (\text{Ag. Fino seco})$$

$$P. \text{ hum. Del agregado grueso} = 1.0043 \times 927.74 = 931.73 \text{ Kg/m}^3$$

3.06.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

-Balance de agua en los agregados

Balance de agua en el agregado fino	=	wf	-	Af	
Balance de agua en el agregado fino	=	1.76%	-	1.83%	= -0.08%
Balance de agua en el agregado grueso	=	wg	-	Ag	
Balance de agua en el agregado grueso	=	0.43%	-	1.32%	= -0.89%

-Contribucion de agua de los agregados

Contribución de agua AF=	Ag. Fino seco*	0.00075	=	0.49	Lts/m3
Contribución de agua AG=	Ag. Grueso seco*	0.00890	=	8.26	Lts/m3
				8.75	Lts/m3

AGRA REAL= 205 + 8.75 = **213.75** Lts/m3

3.00.- DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

-CEMENTO	=	341.67	Lts/m3	342	Lts/m3
-AGUA REAL	=	213.75	Lts/m3	214	Lts/m3
-AGREGADO FINO HUMEDO	=	664.76	Lts/m3	665	Lts/m3
-AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	931.73	Lts/m3	932	Lts/m3

3.01.- PROPORCION EN PESO

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
341.67	664.76	931.73	213.75
341.67	341.67	341.67	8.04

DOSIFICACIÓN	1	:	1.95	:	2.73	:	26.585
---------------------	----------	----------	-------------	----------	-------------	----------	---------------

3.01.- CANTIDAD POR BOLSA O SACO

-Cemento	(42.5)	=	42.5	Kg/bolsa
-Agregado Fino	(42.5)	=	82.689	Kg/bolsa
-Agregado Grueso	(42.5)	=	115.9	Kg/bolsa
-Agua	(42.5)	=	26.585	Kg/bolsa

ANEXO 5 Certificados de análisis granulométrico.



CEDIICON
LABORATORIO DE ENSAYOS
ECOCRET S.A.

**CENTRO DE DESARROLLO, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN
PARA LA CONSTRUCCIÓN
ECOCRET S.A.**

INFORME DE ENSAYO

Informe Nro. _____

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

PROYECTO (*): RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO, AREQUIPA 2023

SOLICITA(*): FLORES QUISPE, RODRIGO MILAN - ARI ANAHUA, YASHIRA LILIANA

DIRECCIÓN(*): AREQUIPA

RUC (*): -

F. EMISIÓN: 22/08/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
NORMA: NTP 400.012; ASTM C 136

CANTERA: PAMPAS ESTRELLAS

MUESTRA: Arena Fina

CONDICIÓN: Muestra Alterada

F. EJECUCIÓN: 17/08/2023

F. RECEPCIÓN: 18/08/2023

F. EJECUCIÓN: Laborat. CEDIICON

CONDICIÓN: Muestra Alterada

F. EJECUCIÓN: 17/08/2023

F. RECEPCIÓN: 18/08/2023

F. EJECUCIÓN: Laborat. CEDIICON

Tamiz	Abertura (mm)	Peso ret. (gf)	Retenido (%)	Ret. Acum. Acum. (%)	Pasante (%)	Espec. Técnica ASTM C33; NTP 400.037	PESO TOTAL (gf)
6"	150.0						1233.70
5"	127.0						
4"	100.0						
3 1/2"	88.9						
3"	75.0						
2 1/2"	63.0						
2"	50.0						
1 1/2"	37.5						
1"	25.0						
3/4"	19.0						
1/2"	12.5						
3/8"	9.5				100.00	100	
1/4"	6.3	12	0.97	0.97	99.03		
N° 4	4.75	16	1.30	2.27	97.73	95	
N° 8	2.36	55.2	4.47	6.74	93.26	80	
N° 16	1.18	204.5	16.58	23.32	76.68	50	
N° 30	0.600	298	24.15	47.48	52.52	25	
N° 50	0.300	398	32.26	79.74	20.26	5	
N° 100	0.150	150	12.16	91.89	8.11	0	
N° 200	0.075	75	6.08	97.97	2.03	0	
Bandeja		25	2.03	100.00	0.00		

PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza: 2.96

Tamaño Máximo: -

Tamaño Máximo Nominal: -

Peso Esp. Aparente (gf/cm3): 2.540

Peso Esp. De Masa (gf/cm3): 2.440

Peso Esp. SSS (gf/cm3): 2.480

Peso Vol. Comp. (gf/cm3): 1.318

Peso Vol. Suelto (gf/cm3): 1.209

Absorción (%): 1.610

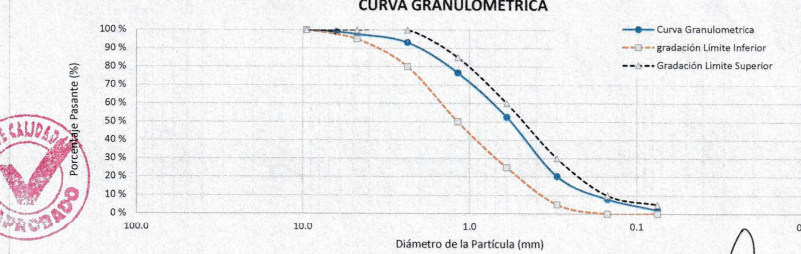
Humedad (%): 0.19

%Malla < N°200: 2.03

PORCENTAJE DE:

>3"	<3" y >N°4	<N°4 y >N°200	<N°200
0	2.27	95.70	2.03

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- (*) Datos proporcionados por el solicitante
- (**) El material más fino que el Tamiz N° 200, se obtuvo por ensayo de acuerdo a la norma NTP 400.018
- El material analizado corresponde a una arena zarandeada (no chancada).

[Firma]

ING. JUAN ANTONIO CHURCA CHURCA
Registro 143675 - CIVIL

Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.

El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.

El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.

CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la correcta interpretación de los resultados aquí declarados.

Av. Brasil D-13, Asociación APTASA, Parque Industrial Río Seco, Arequipa, Perú

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el enlace de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado"

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

PROYECTO (*): RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO, AREQUIPA 2023
SOLICITA(*): FLORES QUISPE, RODRIGO MILAN - ARI ANAHUA, YASHIRA LILIANA
DIRECCIÓN(*): AREQUIPA

Informe Nro.

RUC (*): -
F. EMISIÓN: 22/08/2023

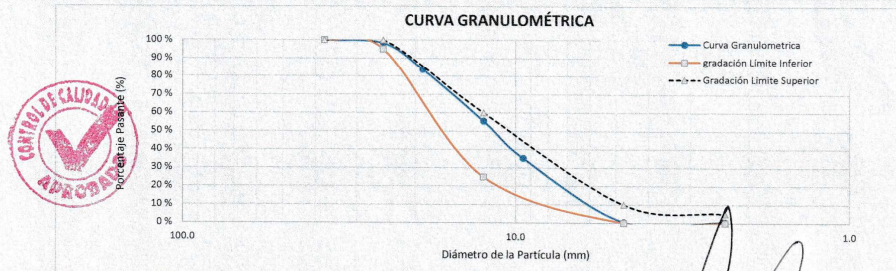
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
NORMA: NTP 400.012; ASTM C 136**

CANTERA PAMPAS ESTRELLAS

CONDICIÓN Muestra Alterada
F. EJECUCIÓN 17/08/2023
F. RECEPCIÓN 18/08/2023
F. EJECUCIÓN Laborat. CEDIICON

MUESTRA: Arena Gruesa

Tamiz	Abertura (mm)	Peso ret. (gf)	Retenido (%)	Ret Acum. Acum. (%)	Pasante (%)	Espec. Técnica ASTM C33; NTP 400.037		PESO TOTAL (gf)	1435.50
6"	150.0							Peso >3" (gf)	0.00
5"	127.0							Peso <3" y >3/4"(gf)	232.60
4"	100.0							Peso <3/4 y >N°4 (gf)	1195.90
3 1/2"	88.9							Peso < N°4 y >N°200 (gf)	0.00
3"	75.0							Peso< N°200 (gf)	7.00
2 1/2"	63.0							PORCENTAJE DE:	
2"	50.0							>3" <3" y > N°4 <N°4 y >N°200 <N°200	
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0 64.64 34.87 0.49	
1"	25.0	25.00	1.74	1.74	98.26	95.00	100.00	PROPIEDADES FÍSICAS	
3/4"	19.0	207.60	14.46	16.20	83.80			Módulo de Fineza	5.84
1/2"	12.5	406.30	28.30	44.51	55.49	25.00	60.00	Tamaño Máximo	-
3/8"	9.5	289.00	20.13	64.64	35.36			Tamaño Máximo Nominal	3/4
1/4"	6.3							Peso Esp. Aparente (gf/cm3)	2.675
N° 4	4.75	500.60	34.87	99.51	0.49	0	10	Peso Esp. De Masa (gf/cm3)	2.494
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.51	0.49	0	5	Peso Esp. SSS (gf/cm3)	2.562
N°16	1.18	0.00	0.00	99.51	0.49			Peso Vol. Comp. (gf/cm3)	1.797
N°30	0.600	0.00	0.00	99.51	0.49			Peso Vol. Suelto (gf/cm3)	1.681
N°50	0.300	0.00	0.00	99.51	0.49			Absorción (%)	2.710
N°100	0.150	0.00	0.00	99.51	0.49			Humedad (%)	0.25
N°200	0.075	0.00	0.00	99.51	0.49			%Malla< N°200	0.49
Bandeja		7.00	0.49	100.00	0.00				



OBSERVACIONES:

- (*) Datos proporcionados por el solicitante
- (**) El material más fino que el Tamiz N° 200, se obtuvo por ensayo de acuerdo a la norma NTP 400.018
- El material analizado corresponde a una arena zarandeada (no chancada).

ING. DR. JUAN ANTONIO CHARCA CHURA
Registro 145679 - CIVIL

Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la correcta interpretación de los resultados aquí declarados.

Av. Brasil D-13, Asociación APTASA, Parque Industrial Río Seco, Arequipa, Perú

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el enlace de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

ANEXO 6 Pruebas de resistencia.



CENTRO DE DESARROLLO, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN
PARA LA CONSTRUCCIÓN
ECOCRET S.A.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

PROYECTO (*): RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO, AREQUIPA 2023
SOLICITA(*): FLORES QUISPE, RODRIGO MILAN - ARI ANAHUA, YASHIRA LILIANA
DIRECCIÓN(*): AREQUIPA

Informe Nro.

RUC (*): -
F. EMISIÓN: 2/10/2023

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA (PILAS DE CONCRETO) NORMA: NTP 339.604

MATERIAL (*): Pilas de bloques de concreto
F. RECEPCIÓN: 28/9/2023
F. EJECUCIÓN: 29/9/2023
MUESTRA: 15 und. De pilas de bloques de concreto
ENSAYADO EN: Laborat.-CEDIICON

MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	AREA BRUTA (cm2)	ALTURA (cm)	CARGA ULTIMA (Kg)	ESFUERZO DE ROTURA f _b (Kg/cm2)	ESFUERZO DE ROTURA f _b (Mpa)
PILA PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	562.44	19.73	44866	79.77	7.82
PILA PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	561.55	19.7	44760	79.71	7.81
PILA PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	562.8	19.77	44901	79.78	7.82
PILA CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	558.47	20.15	40594	72.69	7.13
PILA CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	559.82	20.16	40155	71.73	7.03
PILA CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	560.61	19.98	40389	72.04	7.06
PILA CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	563.47	19.7	35874	63.67	6.24
PILA CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	563.93	19.85	35972	63.79	6.25
PILA CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	565.05	19.9	35785	63.33	6.21
PILA CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	568.2	19.86	29450	51.83	5.08
PILA CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	565.65	19.84	29187	51.60	5.06
PILA CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	566.3	20.02	29563	52.20	5.12
PILA CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	563.7	19.91	26411	46.85	4.59
PILA CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	564.8	20.11	25998	46.03	4.51
PILA CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/9/2022	29/9/2022	565.02	19.96	26740	47.33	4.64

OBSERVACIONES:

- (*) Datos proporcionados por el solicitante
- Las muestras de ensayo fueron puestas en el laboratorio por el Solicitante.



[Firma]
ING. CIP. JUAN ANTONIO CHACCA CHURA
Registro 145679 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el enlace de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la correcta interpretación de los resultados aquí declarados.

Av. Brasil D-13, Asociación APTASA, Parque Industrial Río Seco, Arequipa, Perú
www.ecocret.com.pe | laboratorio@ecocret.com.pe | Central Teléf. (054) 399840 | Cel. 993725509 | CEDIICON

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

PROYECTO (*): RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO, AREQUIPA 2023
SOLICITA(*): FLORES QUISPE, RODRIGO MILAN - ARI ANAHUA, YASHIRA LILIANA
DIRECCION(*): AREQUIPA

Informe Nro.

RUC (*): -
F. EMISIÓN: 2/10/2023

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR ADHERENCIA (PILAS DE CONCRETO)
NORMA: NTP 339.604**

MATERIAL (*): Pilas de bloques de concreto
F. RECEPCIÓN: 28/09/2023
F. EJECUCIÓN: 29/09/2023
ENSAYADO EN: CEDIICON

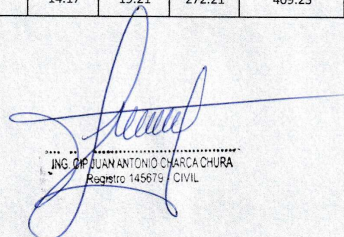
MUESTRA: 15 und. De pilas de bloques de concreto

MUESTRA	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	f _{tb} (Kg/cm2)
PILA PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.12	19.21	271.25	425.50	1.57
PILA PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.18	19.25	272.97	393.34	1.44
PILA PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.23	19.19	273.07	478.63	1.75
PILA CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.15	19.20	271.68	393.60	1.45
PILA CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.21	19.14	271.98	439.51	1.62
PILA CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.11	19.28	272.04	385.40	1.42
PILA CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.16	19.20	271.87	418.21	1.54
PILA CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.25	19.26	274.46	376.90	1.37
PILA CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.2	19.18	272.36	387.29	1.42
PILA CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.18	19.19	272.11	368.54	1.35
PILA CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.15	19.25	272.39	389.24	1.43
PILA CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.22	19.29	274.30	359.20	1.31
PILA CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.28	19.23	274.60	385.27	1.40
PILA CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.24	19.19	273.27	346.54	1.27
PILA CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	13/09/2022	29/09/2022	19	14.17	19.21	272.21	409.23	1.50

OBSERVACIONES:

- (*) Datos proporcionados por el solicitante
- Las muestras de ensayo fueron puestas en el laboratorio por el Solicitante.




ING. JUAN ANTONIO CHACRA CHURA
Registro 145679 / CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el enlace de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado".

Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la correcta interpretación de los resultados aquí declarados.

Av. Brasil D-13, Asociación APTASA, Parque Industrial Río Seco, Arequipa, Perú

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

PROYECTO (*): RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO, AREQUIPA 2023
SOLICITA(*): FLORES QUISPE, RODRIGO MILAN - ARI ANAHUA, YASHIRA LILIANA
DIRECCION(*): AREQUIPA

Informe Nro.

RUC (*):
F. EMISIÓN: 6/10/2023

**ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERIA
NTP 399.621 - 2015**

MATERIAL (*): Muretes de bloques
MUESTRA: 15 und. De Muretes de bloques de concreto

F. RECEPCIÓN: 28/09/2023
F. EJECUCIÓN: 29/09/2023
ENSAYADO EN: CEDIICON

DESCRIPCION	ESPEJOR t(cm)	LONGITUD Lc (cm)	LONG DIAGONAL Dd (cm)	AREA BRUTA (cm2)	CARGA (Kn)	CARGA (Kg)	ESFUERZO Vm (Mpa)	TIPO DE FALLA
MURETE PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.15	60.02	85.25	84928.30	70176.75	7156	0.584	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.09	59.9	84.96	84399.10	69519.70	7089	0.582	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE PATRON CON 0% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.21	60.1	85.1	85402.10	69676.60	7105	0.577	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.12	59.95	85.32	84649.40	68391.93	6974	0.571	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.2	60.08	85.2	85313.60	68460.57	6981	0.567	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 3% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.03	59.91	85.18	84053.73	67921.20	6926	0.571	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.18	60.05	85.12	85150.90	67764.30	6910	0.563	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.17	60.12	85.1	85190.04	67980.04	6932	0.564	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 5% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.23	60.1	85.23	85522.30	67558.36	6889	0.558	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.19	60.02	85.27	85168.38	66322.71	6763	0.551	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.26	60.15	85.16	85773.90	66675.75	6799	0.550	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 7% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.22	60.07	85.2	85419.54	65950.06	6725	0.546	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.17	60.02	84.96	85048.34	63861.23	6512	0.531	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.25	60.12	85.18	85671.00	64684.99	6596	0.534	DIAGONAL POR JUNTA
MURETE CON 11% DE RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTON RECICLADO	14.17	59.95	85.11	84949.15	62223.51	6345	0.518	DIAGONAL POR JUNTA

OBSERVACIONES:

- (*) Datos proporcionados por el solicitante
- Las muestras de ensayo fueron puestas en el laboratorio por el Solicitante.



[Handwritten Signature]
ING. CP. JUAN ANTONIO CHACACHURA
Registro 145679 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el enlace de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace alcance del sistema de gestión integrado.

- Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
- El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
- El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
- CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la correcta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

DATOS DEL CLIENTE Y DEL PROYECTO:

Informe Nro.

PROYECTO (*): RESISTENCIA MECÁNICA DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON BLOQUES DE CONCRETO EMPLEANDO RESIDUOS DE SILLAR Y CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO, AREQUIPA 2023
SOLICITA(*): FLORES QUISPE, RODRIGO MILAN - ARI ANAHUA, YASHIRA LILIANA
DIRECCIÓN(*): AREQUIPA

RUC (*): -
F. EMISIÓN: 2/10/2023

ANÁLISIS QUÍMICO - CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO	
Resultado del Ensayo	%
SiO ₂ %	44.56
Al ₂ O ₃ %	0
Fe ₂ O ₃ %	9.67
CaO %	5.27
MgO	3.98

OBSERVACIONES:

- (*) Datos proporcionados por el solicitante
- Las muestras de ensayo fueron puestas en el laboratorio por el Solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI)
- Los resultados de Ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con Normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce



[Firma manuscrita]
ING. DR. JUAN ANTONIO CHARCA CHURA
Registro 143679 - CIVIL

(*) El sistema de gestión de ECOCRET S.A. está certificado por SGS del Perú en las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Para ver el enlace de la certificación puede visitar www.ecocret.com.pe, en el enlace "alcance del sistema de gestión integrado"

Los resultados del presente informe hacen referencia a la muestra ensayada por lo que no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de productos o como certificado del sistema de calidad.
El presente documento no tiene validez si no cuenta con la firma del ingeniero responsable.
El presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente sin la aprobación escrita de CEDIICON.
CEDIICON no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado, ni la correcta interpretación de los resultados aquí declarados.

Av. Brasil D-13, Asociación APTASA, Parque Industrial Río Seco, Arequipa, Perú

ANEXO 7 Certificados de calibración.



SERVITECC
ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

**SERVICIO TÉCNICO, CALIBRACIÓN y
CERTIFICACIÓN EIRL**

LABORATORIO DE CALIBRACION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1681-2023

Página: 1 de 2

1. SOLICITANTE Dirección	ECOCRET SA. Av. Brasil D-13 APTASA Cerro Colorado - AREQUIPA	Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento. SERVITECC EIRL no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de SERVITECC EIRL. El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de SERVITECC EIRL.									
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Tipo Marca Modelo N° de serie Procedencia Identificación Alcance de medición Resolución Precisión Ubicación	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO) SEMIAUTOMATICA ELE INTERNATIONAL 1912B001/37-4950/09 1912-3-0864 INGLATERRA ECO-1-ELB-20 100 000 kgf 1 kgf 1%(de la lectura) LABORATORIO DE SUELOS										
3. FECHA DE CALIBRACIÓN:	2023-09-28										
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Instalaciones de la empresa											
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN: La calibración se efectuó por comparación directa con patrones certificados y tomando como referencia la Norma ASTM E4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines" y el Procedimiento ME-002 "Para la Calibración de Instrumentos de medida de fuerza" (CEM- España).											
6. TRAZABILIDAD: Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Trazabilidad</th> <th style="text-align: center;">Patrón Utilizado</th> <th style="text-align: center;">Certificado de Calibración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Patrones de Referencia a la DM-INACAL</td> <td style="text-align: center;">Manómetro de Indicación Digital (300 bar – 4500 psi)</td> <td style="text-align: center;">LFP-C-134-2022</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Patrones de Referencia a PESATEC PERU SAC</td> <td style="text-align: center;">Juego de Pesas 20 Kg</td> <td style="text-align: center;">0614-MPES-C-2023</td> </tr> </tbody> </table>			Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración	Patrones de Referencia a la DM-INACAL	Manómetro de Indicación Digital (300 bar – 4500 psi)	LFP-C-134-2022	Patrones de Referencia a PESATEC PERU SAC	Juego de Pesas 20 Kg	0614-MPES-C-2023
Trazabilidad	Patrón Utilizado		Certificado de Calibración								
Patrones de Referencia a la DM-INACAL	Manómetro de Indicación Digital (300 bar – 4500 psi)		LFP-C-134-2022								
Patrones de Referencia a PESATEC PERU SAC	Juego de Pesas 20 Kg		0614-MPES-C-2023								
7. OBSERVACIONES: ✓ Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las páginas siguientes del presente documento. ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%. ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración. ✓ Se utilizó un transductor de fuerza o celda de carga tipo botella de 150 000 kgf con un indicador de carga digital. ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un sticker color verde en señal de calibrado.											



Carlos Baldarrago Bórquez
GERENTE TÉCNICO
SERVITECC E.I.R.L.

Urb. Villa Independiente Mza. E Lte. 3
Zona A - Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel. 054-406987
Cel: 959665518 – 959172866

servitecc1@yahoo.com
atencionalcliente@servitecc.com
<http://www.servitecc.com>



SERVITECC
ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

**SERVICIO TÉCNICO, CALIBRACIÓN y
CERTIFICACIÓN EIRL**

LABORATORIO DE CALIBRACION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1681-2023

Página: 2 de 2

Condiciones ambientales:

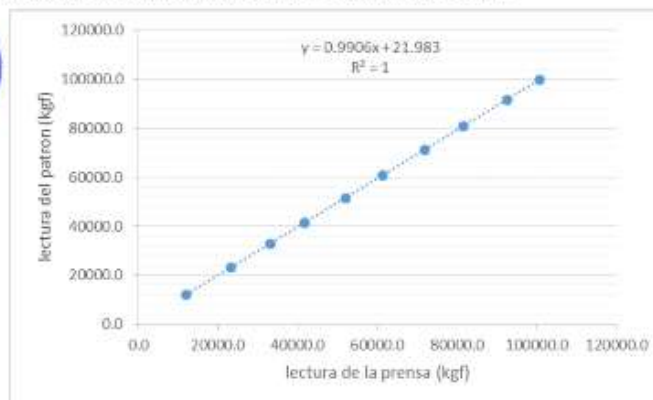
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR
22.7 °	29 %

Resultados de las mediciones:

Indicación del Equipo Patrón		Indicación de la Prensa	Error	Incertidumbre	EMP (±1% de la Lect.)
kgf	kN	kgf	(%)	kgf	kgf
12105.0	118.71	11997.0	0.89%	6.2	120
23355.0	229.03	23153.5	0.86%	11.6	232
33077.5	324.38	32893.0	0.56%	10.7	329
41802.5	409.94	41432.0	0.89%	21.4	414
52172.5	511.64	51639.0	1.02%	30.8	516
61237.5	600.53	60639.5	0.98%	34.5	606
71805.0	704.75	71192.5	0.94%	38.8	712
81595.0	800.17	80847.5	0.92%	43.2	808
92510.0	907.21	91696.5	0.88%	47.0	917
100820.0	988.71	99910.5	0.90%	52.5	999

La Fórmula para la corrección de la lectura indicada en el equipo es de: $0.9906x + 21.983$ (kgf)
(Siendo x = la Indicación o Lectura del Instrumento).

La lectura del patrón como del instrumento calibrado se iniciaron de 0.0 kgf.



Urb. Villa Independiente Mza. E Lte. 9
Zona A - Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel. 054-406967
Cel: 959665810 - 959172866

servitecc1@yahoo.com
atencionalcliente@servitecc.com
<http://www.servitecc.com>

ANEXO 8 Panel fotográfico.



Fotografía N° 1: Cantera de Añashuayco.



Fotografía N° 2: Recolección de muestra de residuos de sillar.



Fotografía N° 3: Obtención de residuos de sillar.



Fotografía N° 4: Triturado de la muestra de residuos de sillar.



Fotografía N° 5: Obtención de las cenizas de cartón reciclado.



Fotografía N° 6: Elaboración de los bloques de concreto.



Fotografía N° 7: Curado de los bloques de concreto.



Fotografía N° 8: Curado de los bloques de concreto.



Fotografía N° 9: Ensayo de laboratorio.



Fotografía N.º 10: Elaboración de pilas de bloques de concreto.