

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Resistencia del concreto 210 kg/cm² con reemplazo parcial de
cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache,
San Martín – 2024”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
CIVIL**

AUTORA: Camones Canchanya, Dany Sofía

ASESOR: Narro Jara, Luis Fernando

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería de la construcción

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 75652368

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 18206328

Grado/Título: Maestro en ingeniería con mención e
en gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0003-4008-7633

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Rodríguez Ponce, Charly Fernando	Título oficial de máster universitario en ingeniería estructural y de la construcción (grado de maestro)	71944966	0000-0001- 6984-8681
2	Tuanama Lavi, José Wicley	Maestro en gerencia pública	05860064	0000-0002- 5148-6384
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001- 8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día viernes 30 de mayo de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. CHARLY FERNANDO RODRIGUEZ PONCE	PRESIDENTE
❖ MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

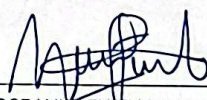
Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0986-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Dany Sofia CAMONES CANCHANYA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

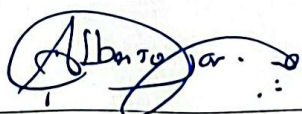
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 17:00 horas del día 30 del mes de mayo del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. CHARLY FERNANDO RODRIGUEZ PONCE
DNI: 71944966
ORCID: 0000-0001-6984-8681
PRESIDENTE


MG. JOSE WICLEY TUANAMA LAVI
DNI: 05860064
ORCID: 0000-0002-5148-6384
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: DANY SOFIA CAMONES CANCHANYA, de la investigación titulada "Resistencia del concreto 210 kg/cm² con reemplazo parcial de cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache - San Martín - 2024", con asesor(a) LUIS FERNANDO NARRO JARA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1424-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 24 de abril de 2025



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



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

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

2

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

1%

6

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y gratitud a mi papá y a
mi mamá por apoyarme desde el primer día
que empecé a estudiar esta carrera.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar y por, sobre todo, agradezco a Dios muy profundamente por bendecirme y permitirme lograr una de mis metas.

Agradezco a mis padres y hermanas, porque siempre han sido mi soporte.

Asimismo, agradezco a todos los profesionales que fueron mis docentes en la Universidad de Huánuco, por haber contribuido en mi formación académica y profesional, imparténdome sus conocimientos.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE.....	IV
INDICE DE TABLA	VII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEORICA.....	19
1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	19
1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLOGICA	20
1.5 LIMITACIONES	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2 BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL	24
2.2.1 CENIZA DE CASCARILLA O CUBIERTA DE ARROZ (CCA)	24
2.2.2 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:	27
2.2.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	27
2.2.4 MADUREZ DEL CONCRETO	28
2.2.5 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO	29
2.2.6 AGREGADOS	29
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES	30
2.4 HIPÓTESIS	31
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	31
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA	31
2.5 VARIABLES	32
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	32
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	32
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
CAPÍTULO III	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.1.1 ENFOQUE.....	34
3.1.2 ALCANCE O NIVEL	34
3.1.3 DISEÑO.....	34
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.2.1 POBLACIÓN.....	35
3.2.2 MUESTRA	35
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36

3.4 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	36
3.5 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	39
3.6 ASPECTOS ÉTICOS	39
CAPÍTULO IV.....	40
RESULTADOS.....	40
4.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS	40
4.2 RESULTADOS INFERENCIALES	57
4.2.1 PARA LA HIPÓTESIS GENERAL	57
4.2.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1:	58
4.2.3 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2:	60
4.2.4 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3:	61
CAPÍTULO V.....	64
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la ceniza de cubierta de arroz	26
Tabla 2 Resultados de resistencia a compresión de muestras patrón a 7, 14 y 28 días	40
Tabla 3 Medias de resistencia a compresión a 28 días: muestras patrón vs. diseño	41
Tabla 4 Resistencia a compresión (Kg/cm ²): 10% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días	42
Tabla 5 Medias de resistencia a compresión (Kg/cm ²) a 28 días: 10% ceniza vs. patrón	43
Tabla 6 Resistencia a compresión (Kg/cm ²): 15% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días	47
Tabla 7 Medias de resistencia a compresión (Kg/cm ²) a 28 días: 15% ceniza vs. patrón	49
Tabla 8 Resistencia a compresión (Kg/cm ²): 20% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días.	53
Tabla 9 Medias de resistencia a compresión (Kg/cm ²) a 28 días: 20% ceniza vs. patrón	54
Tabla 10 Resistencia a compresión promedio (Kg/cm ²): (10%, 15% y 20%) ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días.	55
Tabla 11 Medias de resistencia a compresión promedio (Kg/cm ²) a 28 días: (10%, 15% y 20%) ceniza vs. patrón	56
Tabla 12 Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 10%, 15%, 20% ceniza vs. patrón	57
Tabla 13 T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 10%, 15%, 20% ceniza vs. patrón a 28 días	58
Tabla 14 Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 10% ceniza vs. patrón	59
Tabla 15 T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 10% ceniza vs. patrón a 28 días	59
Tabla 16 Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 15% ceniza vs. patrón	60

Tabla 17 T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 15% ceniza vs. patrón a 28 días	61
Tabla 18 Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 20% ceniza vs. patrón.....	62
Tabla 19 T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm ²) con 20% ceniza vs. patrón a 28 días	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ficha de contenido de Humedad de agregado fino y agregado grueso	37
Figura 2 Ficha de Granulometría de agregados fino y grueso	38
Figura 3 Ficha de Abrasión de desgaste de agregados.....	38
Figura 4 Comparación de resistencia a compresión patrón y diseño (Kg/cm ²) a 7, 14 y 28 días	41
Figura 5 Comparación de resistencia a compresión (Kg/cm ²): 10% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días	43
Figura 6 Dosificación con 15% de ceniza de cubierta de arroz para concreto f'c=210 kg/cm ² en probetas cilíndricas de 20 x 10 cm.	44
Figura 7 Ensayo a compresión de probetas cilíndricas (f'c=210 kg/cm ²) con 15% de ceniza de cubierta de arroz, a 7 días de curado.	45
Figura 8 Rotura de probetas de concreto (f'c=210 kg/cm ²) con 15% de reemplazo de cemento por ceniza, a los 7 días de curado.....	45
Figura 9 Ensayo a compresión de probetas cilíndricas (f'c=210 kg/cm ²) con 15% de ceniza de cubierta de arroz, a 14 días de curado.	46
Figura 10 Rotura de probetas de concreto (f'c=210 kg/cm ²) con 15% de reemplazo de cemento por ceniza, a los 14 días de curado.....	46
Figura 11 Rotura de probetas de concreto (f'c=210 kg/cm ²) con 15% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 28 días de curado.....	47
Figura 12 Comparación de resistencia a compresión (Kg/cm ²) entre 15% de ceniza y patrón a 7, 14 y 28 días.	48
Figura 13 Dosificación con 20% de ceniza de cubierta de arroz para concreto f'c=210 kg/cm ² en probetas cilíndricas de 20 x 10 cm.	49
Figura 14 Ensayo a compresión de probetas cilíndricas (f'c=210 kg/cm ²) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a 7 días de curado.....	50
Figura 15 Rotura de probetas de concreto (f'c=210 kg/cm ²) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 7 días de curado.	50

Figura 16 Ensayo a compresión de probetas cilíndricas ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a 14 días de curado.....	51
Figura 17 Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 14 días de curado.....	51
Figura 18 Ensayo a compresión de probetas cilíndricas ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a 28 días de curado.....	52
Figura 19 Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 28 días de curado.....	52
Figura 20 Comparación de resistencia a compresión (Kg/cm^2): 20% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días.....	53
Figura 21 Muestras pesadas del 10%, 15% y 20% de la ceniza de cubierta de arroz.....	55
Figura 22 Comparación de resistencia a compresión promedio (Kg/cm^2): (10%, 15% y 20%) ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días.....	56

RESUMEN

El estudio se centró en analizar el impacto del uso de ceniza de cubierta de arroz como sustituto parcial del cemento en concreto de capacidad de carga característica de 210 kg/cm². Esta investigación surgió en el contexto de la creciente necesidad de desarrollar materiales de construcción sostenibles que aprovechen subproductos industriales y agrícolas, reduciendo así tanto los costos como el impacto ambiental.

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, con un enfoque cuantitativo, y se utilizó un muestreo no probabilístico para seleccionar las probetas de concreto. Se prepararon series de muestras con reemplazos del 10%, 15% y 20% del cemento por ceniza de cubierta de arroz. Estas probetas fueron sometidas a ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días, comparando sus resultados con los de un concreto patrón sin sustitución de cemento.

Los resultados mostraron que las muestras con ceniza de cubierta de arroz presentaron una mejora en la resistencia a la compresión respecto al concreto sin sustitución, alcanzando una media de 211,17 kg/cm² a los 28 días, frente a los 210,64 kg/cm² del concreto patrón. El análisis estadístico realizado con la prueba t ($t=8,835$; $p=0,001<0,05$) confirmó que la diferencia en la resistencia a la compresión entre los dos grupos de muestras era significativa, evidenciando que la sustitución parcial de cemento por ceniza de cubierta de arroz tiene un efecto positivo en la resistencia del concreto.

Este estudio no solo destaca el potencial de la ceniza de cubierta de arroz para mejorar el desempeño mecánico del concreto, sino también subraya sus beneficios ambientales al reutilizar un subproducto agrícola que de otro modo sería desperdiciado. Además, los resultados brindan información valiosa para su implementación en la industria de la construcción, especialmente en zonas donde la producción de arroz es abundante y la ceniza de cubierta de arroz es fácilmente accesible.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, ceniza, cubierta de arroz, cemento y concreto.

ABSTRACT

The study focused on analyzing the impact of using ash from burning rice husks to create concrete that, after curing, has a compressive strength of 210 kg/cm². To achieve this, the cement was replaced with 10%, 15%, and 20% ash. This research arose in the context of the growing need to develop sustainable construction materials that utilize industrial and agricultural byproducts, such as rice husks, in order to reduce the costs of these materials and minimize their impact on the environment.

The research design was quasi-experimental, developed with a quantitative approach. Non-probability sampling was also used to select the concrete specimens. Series of samples were prepared with 10%, 15%, and 20% cement replacements with ash. These samples were subjected to compression tests at 7 days, 14 days, and 28 days. The results obtained were compared with those of the "standard concrete," which was prepared without cement replacement.

At the end of the study, it was found that the samples with ash showed better results when subjected to the compressive strength test compared to the "standard concrete", in which the best option reached an average of 211.17 kg/cm² at 28 days, compared to 210.64 kg/cm² for the "standard concrete". Statistical analysis using the t test ($t=-8.123$; $p=0.015<0.05$) confirmed that the difference in compressive strength between the two groups of samples was significant, which showed that the replacement of cement in percentages with rice husk ash has a positive effect, which is clearly reflected in a positive variation in the strength of the concrete.

The results obtained not only highlight the potential of ash to improve the mechanical performance of concrete, but also that its use provides benefits for our environment. Reusing an agricultural byproduct that is constantly and abundantly generated contributes to mitigating the environmental damage caused when unused and disposed of uncontrolled. Furthermore, the results provide valuable information for implementation in the different construction activities, especially in areas where rice production is constant and abundant,

making it accessible and guaranteed to obtain rice husks for converting them into ash.

Keywords: Compressive strength, concrete of 210kg/cm², rice husk ash, concrete, cement.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, el sector de la construcción enfrenta desafíos cruciales en relación con la sostenibilidad y la eficiencia de los materiales utilizados. La demanda global de recursos naturales, junto con la creciente preocupación por los impactos ambientales asociados con la producción de cemento, ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles que puedan reducir tanto los costos como las emisiones de carbono. En particular, el cemento, uno de los materiales más ampliamente utilizados en la construcción, es un producto cuya producción contribuye significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero debido a la descomposición de la piedra caliza y el consumo energético en los hornos. Por ello, existe una creciente necesidad de investigar y desarrollar métodos para reemplazar parcial o totalmente el cemento en las mezclas de concreto mediante el uso de subproductos industriales o agrícolas. En este contexto, la ceniza de cubierta de arroz ha surgido como un material alternativo prometedor para sustituir una parte del cemento en las mezclas de concreto.

La ceniza proveniente de la cáscara de arroz, un subproducto generado por su combustión, presenta un alto contenido de sílice, esencial para el desarrollo de las propiedades mecánicas del concreto. Su incorporación como sustituto parcial del cemento no solo contribuye al manejo sostenible de residuos agrícolas, sino que también reduce la necesidad de cemento, lo que se traduce en una menor emisión de dióxido de carbono y un menor consumo de energía en su producción. A nivel global, diversos estudios han mostrado que el uso de ceniza de cáscara de arroz en mezclas de concreto, mejora su resistencia y durabilidad. En Tocache, donde la producción de arroz tiene una gran relevancia en la actividad agrícola, se encuentra un potencial considerable para aprovechar este subproducto en la industria de la construcción local.

La presente investigación se centra en analizar el impacto del uso de ceniza de cubierta de arroz como reemplazo parcial del cemento en concreto con una resistencia característica de 210 kg/cm² en la ciudad de Tocache, región San Martín. Esta investigación surge en un contexto de creciente

interés por la sostenibilidad en la construcción, donde se busca promover la utilización de subproductos agrícolas para desarrollar materiales de construcción más ecológicos y eficientes. La cubierta de arroz, generalmente considerada como un residuo, puede transformarse en un recurso valioso cuando es utilizada en la mezcla de concreto, mejorando no solo la sostenibilidad del material, sino también su desempeño técnico.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El sector de la construcción ha experimentado un crecimiento exponencial en todo el mundo, con el concreto consolidándose como un material utilizado en todos los niveles socioeconómicos. Según la publicación de Crédito y Caución, hasta marzo de 2024, el crecimiento global del sector fue del 2%. No obstante, los altos costos de los materiales de construcción siguen representando una carga económica en diversas economías, lo que está afectando negativamente la estabilidad económica global (Infobae, 2024).

El cemento, como componente esencial del concreto, es el segundo material más consumido a nivel global, superado solo por el agua. Su utilización excede el total de todos los demás materiales de construcción. No obstante, el cemento es responsable del 8% de las emisiones globales de CO₂, principal gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático. Por esta razón, tanto la investigación como la industria están centradas en reducir estas emisiones o en encontrar materiales alternativos (BBVA, 2021).

Tamanna et al. (2021) señalan que la agricultura como principal actividad económica y fuente de alimentos en todo el mundo, también produce, residuos, gases de efecto invernadero y energía, así como también una gran cantidad de materiales de desecho. Las partes o elementos que no son consumibles son los llamados residuos agrícolas. Estos residuos, aunque son orgánicos, son desechos agrícolas y son sólidos en suspensión, y al no ser tratados adecuadamente contaminan también la tierra.

Estos desechos agroindustriales no tratados y subutilizados se eliminan mayormente mediante quemas, lo que contribuye a la contaminación ambiental. Es por eso que encontrar formas de utilizar los desechos agrícolas se ha convertido en una preocupación mundial

El arroz, es uno de los principales productos de la agricultura y es el cereal más consumido en el mundo. Según datos estadísticos, para noviembre de 2023 la producción mundial de arroz fue de 524,9 millones de toneladas (FAO, 2023).

Uno de los departamentos del Perú con mayor producción de arroz es San Martín que, en octubre de 2023, lideró la producción de arroz (34,9%) y registró una participación de 47,9%, siendo el primer productor de arroz para consumo interno (INEI, 2023).

Tocache, es una de las 10 provincias que tiene el departamento de San Martín, cuya principal actividad económica es la agricultura. El producto agrícola que más se cultiva, es el arroz. Es así que el año 2023, Tocache, contribuyó significativamente en la elevada producción de arroz que el departamento de San Martín experimentó para esa época. Ante esta elevada producción de arroz, por consiguiente, cuando éste es pilado, la cubierta que se genera también es en grandes cantidades, la cual, al no ser utilizada se desecha indiscriminadamente, causando daños ambientales. En cambio, si se quema este subproducto, a temperaturas controladas, obtenemos la ceniza de cubierta de arroz, que nos brinda la oportunidad de usarla como un producto alternativo.

En la ciudad de Tocache existe muchas piladoras, de ellas unas 04 formales son las que brindan información a la Dirección Estadística e Información Agraria del Gobierno Regional de San Martín sobre el servicio de secado y pilado de arroz con cáscara. El año 2023 en la ciudad de Tocache, se piló un promedio de 42,500 toneladas de arroz. En lo que va del año 2024, solo se pudo encontrar evidencia del mes de junio (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2024). Teniendo en cuenta que de una tonelada de arroz se obtiene un 20% de cubierta de arroz, tenemos un promedio de 8,500 kg de cubierta de arroz anualmente, que es desechado.

La ceniza que se obtiene después de la quema de la cubierta de arroz es un subproducto, que contiene una alta proporción de sílice (SiO_2), lo que le permite poseer propiedades similares a las del cemento por lo que puede

ser utilizada en diferentes actividades realizadas en el sector de la construcción. Es así que se contempló la posibilidad de utilizar la ceniza para reemplazar de forma parcial el cemento al momento de elaborar concreto estructural.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cuál es el impacto en la resistencia del concreto 210 kg/cm², al reemplazar parcialmente cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache – San Martín 2024?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cómo incide en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024?

PE2: ¿Cómo incide en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024?

PE3: ¿Cómo incide en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

OG: Evaluar el efecto en la resistencia del concreto 210 kg/cm², al reemplazar porcentualmente cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache – San Martín 2024.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024.

OE2: Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024.

OE3: Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente investigación se fundamenta en los principios de la ingeniería de materiales y la tecnología del concreto, específicamente en el uso de materiales suplementarios cementantes (MSC) para mejorar sus propiedades mecánicas y su sostenibilidad. Según estudios previos, la ceniza de cubierta de arroz es rica en sílice amorfa, lo que le otorga propiedades puzolánicas que pueden mejorar la resistencia y durabilidad del concreto cuando se usa como reemplazo parcial del cemento. La reacción puzolánica entre la CCA y la pasta de cemento contribuye a una mayor densificación de la matriz del concreto, lo que mejora la resistencia a la compresión y reduce la porosidad. Asimismo, esta investigación se apoya en normativas internacionales sobre el uso de materiales puzolánicos en mezclas cementantes, como la ASTM C618, que regula el uso de materiales con propiedades similares a esta ceniza.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Desde una perspectiva aplicada, este estudio responde a la necesidad de desarrollar materiales de construcción más sostenibles y de menor costo sin comprometer la calidad estructural del concreto. La

incorporación de ceniza de cubierta de arroz como reemplazo parcial del cemento representa una alternativa viable para la industria de la construcción, especialmente en regiones donde el arroz es un producto agrícola abundante. Al utilizar este subproducto agrícola, se logra una reducción en el consumo de cemento Portland, lo que conlleva beneficios económicos y ambientales, tales como la reducción de las emisiones de CO₂ derivadas de la producción de cemento. Además, los resultados obtenidos proporcionan información relevante para su aplicación en proyectos de infraestructura, contribuyendo a una construcción más eficiente y sostenible.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

El diseño cuasi experimental adoptado en esta investigación permite evaluar de manera controlada los efectos del reemplazo parcial del cemento con CCA en la resistencia del concreto. A través de un enfoque cuantitativo, se emplearon muestras de concreto con de reemplazo (10%, 15% y 20%), permitiendo un análisis comparativo con un concreto patrón sin reemplazo de cemento. La elección del muestreo no probabilístico responde a la necesidad de garantizar condiciones controladas para la elaboración de las probetas y su posterior ensayo en laboratorio. El análisis estadístico mediante la prueba t permite verificar si las diferencias en resistencia a compresión entre las muestras son significativas, asegurando que las conclusiones del estudio sean válidas y confiables.

1.5 LIMITACIONES

Una de las limitaciones que se presentó al realizar este trabajo de investigación fue que, en la ciudad de Tocache, no existen laboratorios para realizar las pruebas requeridas, debiéndose trasladar todos los materiales a la ciudad de Huánuco, lo que llevó a incrementar el tiempo y el costo por el traslado de los materiales para la realización de las pruebas de laboratorio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Priyanka y Karthikeyan (2023), en su tesis, se propusieron analizar métodos viables para mejorar la calidad del concreto de alta resistencia mediante la incorporación de ceniza de cáscara de arroz. A través de un enfoque de Revisión Sistémica, concluyeron que la ceniza de cáscara de arroz es un material adecuado para reemplazar al cemento, siendo accesible, económico y ecológico, además de poder incrementar la resistencia del concreto, reducir sus costos y mitigar su impacto ambiental.

Arbeláez et al. (2021) en la tesis se propusieron como objetivo realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente a fin de obtener información sobre el aprovechamiento efectivo de la cubierta de arroz como materia prima para productos de construcción, para ello utilizaron como metodología la revisión sistemática. Entre sus resultados, señala que el reemplazo en las mezclas con un porcentaje de ceniza de cubierta de arroz aumenta la resistencia a medida que se incrementa el tiempo de curado, concluyéndose que esto se debe principalmente a la actividad puzolánica de la ceniza de cubierta de arroz.

Jarre et al. (2021), en su investigación, describe las potencialidades de la ceniza obtenida de la quema controlada de cáscara de arroz y su aplicación como sustituto del cemento en la elaboración de hormigón. El estudio confirma que la ceniza de cáscara de arroz de esta región cumple con los contenidos porcentuales de SiO₂ reportados en la literatura internacional (entre 15% y 18%), lo que respalda su viabilidad para ser utilizada en la fabricación de hormigones. La quema controlada, a temperaturas entre 600° y 650°C durante 60 a 90 minutos, produce una ceniza con una estructura mineralógica predominantemente amorfa, lo

que la convierte en una puzolana artificial apta para sustituir el cemento Portland en la fabricación de morteros y hormigones. Además, se recomienda una temperatura de quema de 625°C y un tiempo de 90 minutos para optimizar su uso en mezclas con diferentes niveles de reemplazo de cemento por ceniza.

Rodríguez y Tibabuzo (2019), en su tesis de pregrado, investigaron el uso de ceniza de cáscara de arroz como suplemento del cemento en mezclas de concreto hidráulico, con el propósito de analizar su impacto en la resistencia a la compresión. La investigación fue de carácter experimental, basada en la recolección de datos a partir de pruebas de laboratorio. Como parte de sus conclusiones, los autores destacaron la importancia de una adecuada combustión de la cáscara de arroz, ya que de ello depende la calidad de la ceniza obtenida, especialmente en términos de contenido de sílice. Este componente, al presentar alta actividad puzolánica, contribuye significativamente a la formación de compuestos cementantes, lo que a su vez mejora la resistencia del concreto endurecido.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Sánchez (2023) optimizó las características mecánicas del concreto cambiando el cemento por ceniza de arroz y reforzándolo con fibras de palma. Se evaluaron mezclas con resistencias objetivo de 210 kg/cm² (C210) y 280 kg/cm² (C280), con niveles de sustitución del cemento de 5%, 10%, 15% y 20%. Los resultados mostraron que con un 5% de reemplazo, las resistencias a cargas axiales fueron de 252,17 kg/cm² para C210 y 308,45 kg/cm² para C280, superando en un 5,99% y 2,66%, respectivamente, al concreto sin adiciones, además de mejorar su comportamiento a tracción y flexión.

Celis y García (2023), en su tesis, propusieron mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mediante la incorporación de ceniza de cáscara de arroz (C.C.A). Su estudio, de enfoque aplicado y con un diseño preexperimental, incluyó el análisis de

36 muestras. Las pruebas mostraron que las C.C.A influyeron positivamente en el desempeño del concreto. A los 28 días de curado, el concreto convencional alcanzó una resistencia de 220.9 kg/cm², mientras que la mezcla con un 5% de adición de ceniza logró una resistencia superior de 228.9 kg/cm². Sin embargo, también observaron que al incrementar el porcentaje de C.C.A, la resistencia tendía a disminuir, lo que indica que pequeñas proporciones de adición son más efectivas para mejorar la resistencia.

Cotrina y Reyes (2022), en su tesis de pregrado desarrollada en la Universidad Privada Antenor Orrego de Piura, se propusieron como único objetivo la fabricación de muestras de concreto utilizando ceniza de cáscara de arroz como sustituto parcial del cemento, con la finalidad de mejorar la resistencia a la compresión y reducir los costos de producción. Para ello, elaboraron bloques con distintas proporciones de ceniza: 5%, 8%, 10%, 12% y 15%. Al someter las muestras a ensayos de compresión, obtuvieron valores promedio de 29.01 kg/cm², 75.28 kg/cm², 91.81 kg/cm², 79.24 kg/cm² y 81.36 kg/cm². A partir de estos resultados, concluyeron que los porcentajes más efectivos para incrementar la resistencia fueron los de 10% y 15%, ya que presentaron los valores más altos.

Torres (2021), en su tesis, se propuso evaluar cómo influye la incorporación de ceniza de cáscara de arroz (CCA) en unidades de albañilería de concreto. Para ello, elaboró una muestra patrón y la contrastó con unidades similares a las que se les incorporó un 8% y un 10% de CCA. Entre los resultados obtenidos, se destacó que la resistencia alcanzó los 139.59 kg/cm² con un 8% de adición y 137.10 kg/cm² con un 10%. Tras el análisis de los ensayos realizados, el autor concluyó que ambas proporciones evaluadas cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la Norma Técnica E.070.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Pilco (2023) en su estudio: Efectos de la ceniza de cubierta (CCA) en las características del concreto, a fin de encaminar su trabajo de investigación se plantea el objetivo determinar cómo son los efectos de integrar la CCA en las propiedades del concreto. La metodología que utilizó fue el enfoque cuantitativo, y enmarcó su trabajo dentro de la investigación aplicada, asimismo, utilizó el diseño experimental. Tras realizar los análisis respectivos, pudo llegar a resultados que demostraron que adicionar ceniza al 3% al concreto afecta positivamente la resistencia a la compresión, pero adicionando porcentajes de ceniza de cáscara de arroz de 8% y de 12% el efecto que resulta es negativo.

2.2 BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 CENIZA DE CASCARILLA O CUBIERTA DE ARROZ (CCA)

La CCA es la capa más externa del grano de arroz que se separa de los granos durante el proceso de molienda, constituyéndose en residuo que se generan por toneladas a diario, es por eso que su disposición final llega a ser uno de los inconvenientes más críticos en lugares que producen arroz. Mediante un proceso de quema controlada se obtiene la ceniza de cubierta de arroz, que posee un elevado porcentaje de sílice, lo que permite que se constituya en una potencial opción, para ser usada en diferentes campos de la actividad de la construcción porque no solo posee características puzolánicas sino también es de fácil acceso y elevada disponibilidad en muchos países (Mattey, 2015).

Propiedades, beneficios y aplicaciones en la construcción:

La CCA se utiliza para elaborar concreto como alternativa al cemento. La cubierta se obtiene de la molienda de arroz y de este subproducto al incinerar se obtiene la ceniza. Para conocer exhaustivamente la influencia de la cubierta de arroz en el concreto, es necesario realizar estudios detallados sobre sus propiedades. De la cantidad de arroz que se produce mundialmente, generalmente se

obtiene alrededor de 100 millones de toneladas de subproductos. Tiene una densidad aparente muy baja, entre 90 y 150 kg/m³. Esto da como resultado valores de volumen seco más altos. La superficie de la cubierta de arroz es áspera y abrasiva, siendo resistentes a la degradación natural lo que conduce a problemas de eliminación inadecuada (Industry Surfer, 2021).

La ceniza de cubierta de arroz es reactiva y es ideal para usarla como reemplazo del cemento. Principalmente en los países donde la producción de arroz es abundante, se encuentra que la CCA es adecuada para conformar el concreto, sustituyendo en parte al cemento. Por lo tanto, es recomendable utilizar las CCA en la producción de concreto (Industry, 2021).

Propiedades de la cca:

Se caracteriza por tener una composición química similar a la de muchas fibras orgánicas. Básicamente se compone de:

- Celulosa ($C_5H_{10}O_5$)
- Lignina ($C_7H_{10}O_3$)
- Hemicelulosa
- SiO₂
- Holocelulosa

Al quemarse la cubierta del arroz, la ceniza que se obtiene puede variar según el tipo de arroz y su tratamiento, pero no afecta significativamente la calidad de la ceniza, pero, definitivamente, lo que sí afecta es, cómo se da el proceso de quemar la cubierta, por eso es sumamente importante tener especial cuidado, porque puede hacer variar sus propiedades, quiere decir, que la forma de calentamiento, la temperatura de quema y el tiempo de quemado, también puede alterar la composición general. En el quemado de la cubierta se da el proceso

de combustión, y es allí donde se evaporan los diversos componentes químicos, y los únicos que quedan son los silicatos, que son los compuestos químicos principales que conforman la ceniza. La efectividad y calidad de la ceniza de cubierta de arroz se caracteriza por su composición, temperatura y tiempo de combustión. El silicato le da a la ceniza de cubierta de arroz la capacidad de reacción puzolánica; pero, para que sea efectiva, la sílice debe permanecer amorfa, y debe adquirir una estructura altamente porosa dentro de su microestructura.

La quema se realiza tradicionalmente al aire libre. Este método genera una contaminación atmosférica masiva que provoca enfermedades pulmonares y oculares (Industry, 2021).

Tabla 1

Composición química de la ceniza de cubierta de arroz

SL No	Detalle	Relación
1	Dióxido de Silicio	86.94%
2	Óxido de aluminio	0.2%
3	Óxido de hierro	0.1%
4	Óxido de calcio	0,3 – 2.25%,
5	Óxido de magnesio	0,2 – 0,6%
6	Óxido de sodio	0,1 – 0,8%
7	Óxido de potasio	2,15 – 2,30%

Pirolisis de la cubierta de arroz

La calidad de la cubierta está en función, en gran medida, al tipo de quemado que se realiza. Es común ver tres tipos de quemas, que son:

a) Abierto – Quema de campo. Este método de combustión de la cubierta de arroz produce CCA de mala calidad. Producen formas altamente cristalinas de la estructura que son menos reactivas.

b) Combustión en horno de lecho fluidizado. Este es un método controlado para quemar la cubierta de arroz. Y el calor que genera se aprovecha para producir electricidad. En este tipo de quema el proceso se controla con los parámetros de tiempo y temperatura.

Temperatura de combustión de 500-700 grados centígrados. Esto se ejecuta durante un período de tiempo más largo para que se produzca la eliminación completa de carbono y aumentando la temperatura de 700 a 800 grados Celsius durante 1 minuto. La CCA que se obtiene a través de este método contiene 80-95% de dióxido de silicio y 1-2% de K_2O y 3-18% de carbono sin quemar y tiene una estructura celular superior.

c) Horno industrial. Este método para quemar la cubierta de arroz es el más efectivo por razones ambientales y económicas. Dependiendo de la eficiencia de la combustión, el dióxido de silicio estará en el rango de 90-95%. Quemar en horno industrial, facilita la producción de una buena ceniza y esto contribuye a que su estructura celular contenga sílice amorfa. La ceniza producida por este método es altamente puzolánica. Obtenido de (Industry,2021)

2.2.2 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

El ensayo de resistencia del concreto tiene como objetivo evaluar la capacidad del material endurecido para soportar cargas específicas. Los valores obtenidos en estas pruebas están influenciados principalmente por el procedimiento de vaciado, las condiciones de curado y el tratamiento superficial. Cualquier variación en estos factores puede generar incertidumbre en los resultados, ya que no es posible distinguir si una baja resistencia se debe a deficiencias en la calidad de la mezcla o a imperfecciones en la preparación de las probetas cilíndricas (Reyes et al., 2023).

2.2.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

Reyes et al (2023) señalan que el concreto en su fase endurecido tiene cinco propiedades:

Resistencia a la compresión: Esta propiedad evalúa la capacidad del concreto para soportar cargas axiales, medida en unidades de esfuerzo (kg/cm^2 o MPa). Representa uno de los parámetros más

importantes en el diseño de estructuras, ya que define su capacidad portante.

Durabilidad. Indica la capacidad del material para mantener sus propiedades mecánicas frente a agentes externos (clima, químicos, abrasión, etc.). Un concreto durable resiste el deterioro a lo largo del tiempo, asegurando su vida útil en condiciones adversas.

Elasticidad. Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga sin sufrir daños permanentes. Aunque es un material frágil, presenta cierta elasticidad bajo esfuerzos moderados antes de alcanzar su límite de resistencia

Impermeabilidad. Es la propiedad que evita el ingreso de agua u otros fluidos al interior del concreto. Para lograrla, es clave controlar la relación agua/cemento (A/C), ya que un exceso de agua genera porosidad al evaporarse. Además, un curado adecuado mejora su densidad y sellado.

Dilatación térmica. Fenómeno físico que describe la expansión o contracción del concreto ante cambios de temperatura. Su estudio es esencial en el diseño estructural para prever fisuras o tensiones internas causadas por variaciones térmicas (Göte et al., 2023).

2.2.4 MADUREZ DEL CONCRETO

Según Flores y Gonzales (2010), la madurez del concreto se refiere al grado de avance en el proceso de hidratación del cemento, el cual determina el desarrollo de sus propiedades mecánicas. Este principio establece que la resistencia y otras características del concreto dependen directamente de dos factores clave: el tiempo de curado y las condiciones térmicas durante su fraguado.

El modelo Nurse-Saul cuantifica la madurez como el producto acumulado de la temperatura y el tiempo, representando así la energía térmica generada durante el proceso de hidratación. Matemáticamente, corresponde al área bajo la curva de temperatura registrada en el interior

del concreto durante su endurecimiento. Esta metodología, reconocida por normas como la ASTM C1074 y la NTP 339.217, permite estimar indirectamente la ganancia de resistencia en estructuras reales mediante el monitoreo de su perfil térmica (Peña, 2023).

2.2.5 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO

La dosificación del concreto implica medir con precisión sus componentes (cemento, agregados, agua y aditivos) por peso o volumen, según normas como ASTM C94 y ASTM C685. Estas especificaciones garantizan la uniformidad del material mediante tolerancias estrictas en la medición, uso de equipos calibrados y controles de calidad. El proceso asegura que el concreto alcance consistentemente las propiedades mecánicas y de durabilidad requeridas.

2.2.6 AGREGADOS

Los agregados, al combinarse con aglomerantes como el cemento y agua, permiten formar concretos y morteros. Representan cerca del 75% del volumen del concreto, por lo que deben ser resistentes, durables y estar libres de impurezas para asegurar una buena adherencia con la pasta cementicia (Tecnología-concreto, 2016).

Clasificación de los agregados

Los agregados están clasificados en Fino (arena fina y arena gruesa) y Grueso (grava y piedra).

Agregado fino

Este tipo de agregado está formado por arena o piedra natural finamente triturada, muy pequeñas, que pasan por el tamiz 9.51 mm (3/8") pero no por el tamiz 0.074 mm 4 (N°200), cumpliendo los límites estipulados en la NTP 400.011.

Arena

La arena está compuesta por partículas de roca fragmentadas, ya sea de forma natural o mediante procesos mecánicos. Puede originarse en ríos u otras corrientes de agua y se clasifica en natural o artificial. Según la Sociedad de Ingenieros del Perú, se divide en fina (0.05–0.5 mm), media (0.5–2.0 mm) y gruesa (2.0–5.0 mm).

Agregado Grueso

Agregado grueso es el material retenido en el tamiz de 4.75 mm (No. 4), obtenido de la disgregación natural o mecánica de las rocas, y puede incluir grava, piedra chancada, entre otros. Este debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTP 400.011 (Normas Técnicas Peruanas) (Ingeniería Blog, 2022).

Funciones del agregado

El agregado en el concreto cumple tres funciones principales: reduce el costo por unidad de volumen al proporcionar un adecuado relleno a la pasta, aporta una masa de partículas que resisten efectos mecánicos, desgaste e intemperismo, y minimiza los cambios de volumen durante el fragüe, endurecimiento, humedecimiento, secado o calentamiento de la pasta (Rivva, 2010).

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Concreto: Material compuesto obtenido mediante la combinación dosificada de cemento, áridos finos y gruesos, agua y aire incorporado. Esta mezcla se formula bajo parámetros estandarizados que garantizan el desarrollo de propiedades específicas, siendo la resistencia mecánica su característica fundamental (Abanto, 2017).

Resistencia a compresión: Es la propiedad más relevante del concreto endurecido, ya que refleja su calidad estructural. Se mide en kg/cm² y, por lo general, se evalúa a los 28 días de curado, aunque también puede analizarse

a otras edades, siempre considerando su relación con la resistencia estándar (Kosmatka et al., 2002).

Ceniza de cubierta de arroz: Material puzolánico, que se considera como producto del desperdicio natural, después de la molienda del arroz. Posee un elevado contenido de sílice, la cual se mantiene en la cubierta a pesar de su quema y que para que deje de ser un material orgánico se la calcina a temperaturas que están entre 500°C a 700°C.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo parcial del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

Ho: La compresión del hormigón 210 kg/cm² no es afectada de forma positiva con el reemplazo parcial del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

HE1: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

HE2: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

HE3: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia del Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Ceniza de cascarilla de arroz o cubierta de arroz.

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<u>Dependiente</u> Resistencia del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en kg/cm^2	Carga máxima a la rotura	7 días 14 días 28 días
<u>Independiente</u> Ceniza de cascarilla de arroz o cubierta de arroz	Desecho agrícola, producto de la quema de la cubierta de arroz, que posee alto contenido de sílice, semejante al cemento.	Dosis porcentual en la mezcla	10 %, 15 % 20%.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para realizar este proyecto se optó por la Investigación Aplicada, ya que los resultados encontrados en el proceso de investigación, son útiles para poder solucionar problemas relacionados con el área de Tecnología del concreto, ya que lo que se desea es lograr que el concreto llegue a la resistencia requerida reemplazando el cemento por una cantidad porcentual de ceniza de cubierta de arroz.

3.1.1 ENFOQUE

El trabajo de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque se estudiaron las variables y sus indicadores de forma objetiva, habiéndose procedido a medir y a registrar los valores como respuesta en los instrumentos diseñados para la recolección de datos.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

Esta investigación adopta un diseño correlacional, enfoque metodológico que busca determinar la existencia de relaciones entre variables mediante el análisis de su covariación. Como señala Tapia Sosa (citado en referencia), este tipo de estudio permite cuantificar tanto la intensidad como la dirección de las asociaciones entre dos o más constructos analizados. El análisis se realiza en un contexto definido, examinando características diferentes pero interrelacionadas dentro de una misma muestra de estudio.

3.1.3 DISEÑO

El diseño utilizado fue el experimental, ya que se utilizaron ensayos para evaluar las muestras, de donde se obtuvieron los resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo Control, conformado por

muestras sin ningún componente adicional y el grupo experimental que estuvo conformado por muestras CCA.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Con la finalidad de estudiar la variación del comportamiento de la resistencia compresiva de probetas de concreto, se utilizó ceniza de cubierta de arroz. La cubierta de arroz y los agregados utilizados se extrajeron de la ciudad de Tocache. El porcentaje de las dosis de la ceniza se añadió antes de realizar la mezcla con los agregados gruesos y finos.

3.2.1 POBLACIÓN

Para este estudio, la población estuvo conformada por un conjunto de probetas de concreto 210 kg/cm² que fueron ensayadas a compresión en un laboratorio, con la finalidad de evaluar la variación de la resistencia compresiva cumpliéndose con los estándares de la NTP. Se elaboró el diseño de dosificación de resistencia de compresión convencional y el diseño aplicativo con ceniza.

La ceniza, se obtuvo de quemar la cubierta de arroz de forma lenta en un horno a una temperatura entre 500°C y 700°C por el espacio de 45 minutos, dejándolo por todo un día en el horno para que se enfríe completamente. La cubierta pudo obtenerse de manera gratuita de las piladoras que están en Tocache, ya que ellos lo desechan.

Para el diseño de dosificación se utilizó agregados de la cantera privada Gálvez, Tocache.

3.2.2 MUESTRA

La muestra estuvo constituida por 36 probetas, las que tuvieron que pasar por ensayos a compresión. Estas probetas se dividieron de la siguiente manera: 09 probetas que constituyeron la muestra patrón, para las cuales se realizó el respectivo diseño de mezcla convencional, sin sustitución alguna. Asimismo, se utilizaron 09 probetas con sustitución de 10% de cemento por ceniza; 09 probetas con sustitución del 15% de

cemento por ceniza; y 09 probetas con cambio del 20% de cemento por ceniza en 7 días, 14 días, y 28 días.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la presente investigación se utilizó como técnica de recolección de datos la observación directa estructurada, mediante la cual se registraron de forma objetiva los resultados de los ensayos de laboratorio aplicados tanto al grupo control como a los grupos experimentales con adición de ceniza de cubierta de arroz.

Como instrumentos de recolección se emplearon fichas técnicas normalizadas, tales como la Ficha de Contenido de Humedad de los Agregados, la Ficha de Granulometría y la Ficha de Abrasión de los Agregados, además de los registros correspondientes a los ensayos de resistencia a la compresión, siguiendo las especificaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP), ASTM y ACI.

Esta metodología permitió obtener información precisa y confiable sobre las propiedades mecánicas del concreto, facilitando el análisis comparativo de los resultados entre los diferentes diseños de mezcla propuestos.

3.4 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica:

Para la recolectar la información que era necesaria, se utilizó la técnica de la Observación. Se realizaron pruebas en el laboratorio, lo que permitió obtener datos que se registraron respecto a los ensayos en el concreto endurecido, realizados al grupo control y a los grupos de adición.

Instrumentos:

Los ensayos realizados están amparados en la normativa vigente, como la Norma Técnica Peruana, ASTM, ACI, ya que estos establecen los términos, conceptos y requerimientos frecuentemente utilizados en la construcción en ellas se detallan los procedimientos a efectuar.

El diseño de mezcla se desarrolló teniendo en cuenta el método ACI para lo cual la dosificación es 1C: 0.224AF: 2.965AG: 24.4. Donde C es cemento, AF es agregado fino, AG es agregado grueso y A es agua.

Para la recolección de la información se emplearon fichas, tales como la Ficha de Contenido de Humedad del agregado fino y grueso (Figura 1), la Ficha de Granulometría del agregado fino y grueso (Figura 2), y la Ficha de Abrasión al desgaste de los agregados (Figura 3).

Figura 1

Ficha de contenido de Humedad de agregado fino y agregado grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
CANTERA	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024	
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024	
AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.00	27.50	27.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	311.84	310.24	310.54
C	Peso Tara más muestra Seca (g) _____	307.81	306.11	306.48
D	Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	284.84	282.74	283.04
E	Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	280.81	278.61	278.98
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	4.03	4.13	4.06
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	1.44%	1.48%	1.46%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.46%		
AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.32	28.70	27.00
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	238.41	237.52	238.51
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	237.12	236.12	237.18
D	Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	211.09	208.82	211.51
E	Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	209.80	207.42	210.18
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	1.29	1.40	1.33
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	0.61%	0.67%	0.63%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		0.64%		

Figura 2

Ficha de Granulometría de agregados fino y grueso

AGREGADO FINO			PESO MUESTRA SECA, W_s (gr)			1,000.00 gr	
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)				ARENA	E ESPECIFICACIÓN	
3/8"	9.50	10.21	1.02	1.02	98.98	100	100
N° 4	4.75	6.42	0.64	1.67	98.33	95	100
N° 8	2.36	65.11	6.52	8.19	91.81	80	100
N° 16	1.18	205.11	20.55	28.74	71.26	50	85
N° 30	0.60	257.81	25.83	54.57	45.43	25	60
N° 50	0.30	283.40	28.40	82.97	17.03	10	30
N° 100	0.15	138.14	13.84	96.81	3.19	2	10
N° 200	0.075	27.35	2.74	99.55	0.45	0	3
FONDO		4.50	0.45	100.00	0.00		
		998.05	100.00				

Módulo de Finura Agregado Fino			2.73	
--------------------------------	--	--	------	--

AGREGADO GRUESO			PESO MUESTRA SECA, W_s (gr)			5,000.00 gr	
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)				GRAVA	E ESPECIFICACIÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	250.22	5.01	5.01	94.99	100	100
3/4"	19.00	124.21	2.49	7.50	92.50	90	100
1/2"	12.50	2,261.02	45.28	52.78	47.22	35	85
3/8"	9.50	1,311.04	26.26	79.04	20.96	20	55
N° 4	4.75	984.12	19.71	98.75	1.25	0	15
N° 8	2.36	24.31	0.49	99.24	0.76	0	5
N° 16	1.18	6.22	0.12	99.36	0.64	0	0
N° 30	0.60	2.54	0.05	99.41	0.59		
FONDO		29.27	0.59	100.00	0.00		
		4992.95	100.00				

Módulo de Finura Agregado Grueso			6.83	
$M.F. = \frac{(\% \text{ ret. en malla } (N^{\circ} 1/2" + N^{\circ} 3/4" + N^{\circ} 3/8" + N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100))}{100}$				

Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso			3/4"	
"Está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 25% acumulado, o más del agregado grueso tamizado"				

Figura 3

Ficha de Abrasión de desgaste de agregados

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS "HORMIGÓN"						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso muestra total	gr	5,008.00	5,008.00	5,008.00	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2,929.08	3,251.12	3,451.12	
C	DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES $C = [(A - B) / A] * 100$	%	41.51%	35.08%	31.10%	35.90%

3.5 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Ensayos realizados en laboratorio

- Granulometría de agregados fino y grueso
- Contenido de Humedad de agregados fino y grueso
- Peso unitario y vacío de los agregados
- Peso específico y absorción AG
- Gravedad específica y absorción AF
- Ensayo de abrasión al desgaste de los agregados
- Ensayo de resistencia a la compresión

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

En esta investigación se respetaron todos los principios éticos relacionados con el desarrollo experimental y el manejo responsable de los materiales, asegurando que el uso de ceniza de cubierta de arroz no generara impactos negativos al medio ambiente ni riesgos para la salud de los involucrados. Se promovió la sostenibilidad mediante el aprovechamiento de un subproducto agrícola que comúnmente se desecha.

Además, se garantizó la transparencia en la recolección, análisis y presentación de los datos, evitando cualquier tipo de manipulación o sesgo en los resultados. No se afectó a personas ni se utilizaron recursos que comprometieran el bienestar de comunidades, y se actuó con responsabilidad social al proponer soluciones aplicables a contextos locales como Tocache, San Martín.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS

En esta sección se expone el análisis de todos los resultados que se obtuvieron al ensayar las muestras a la prueba de resistencia a la compresión, las cuales fueron sometidas a ensayos en un laboratorio especializado en suelos y concreto. A través de estos ensayos, se evaluó el comportamiento de los materiales bajo condiciones controladas, lo que permitió generar datos precisos y fiables que servirán como base para la interpretación y discusión de los resultados. Este análisis busca proporcionar una comprensión profunda de la capacidad del material para soportar fuerzas compresivas, en función de las variables estudiadas.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

Tabla 2

Resultados de resistencia a compresión de muestras patrón a 7, 14 y 28 días

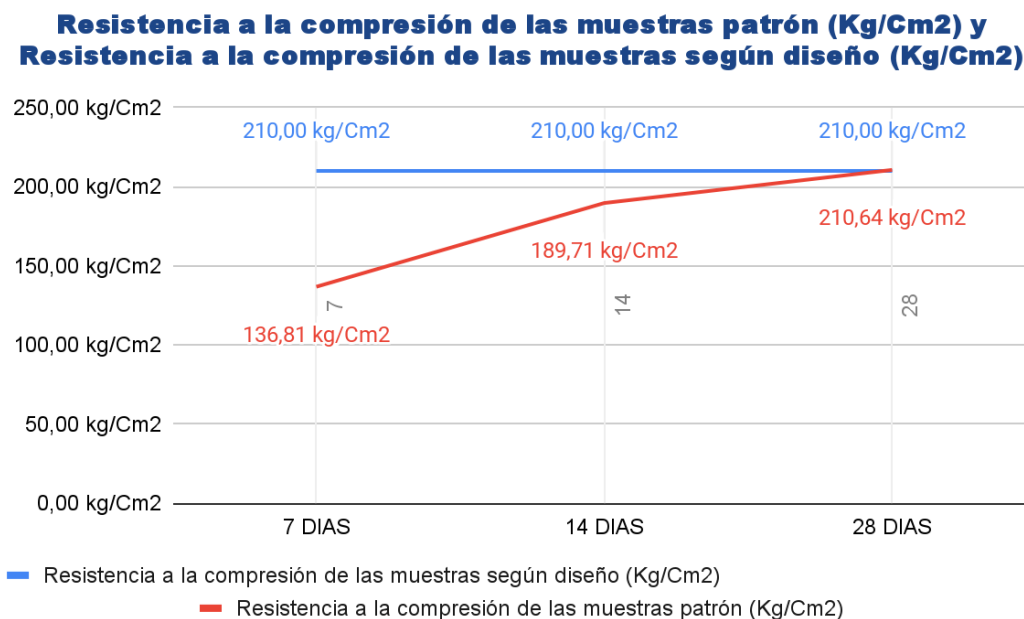
Muestras	EDAD EN DÍAS	F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)	F'c de las muestras según diseño (Kg/Cm2)
M1	7	137,04	210,00
M2	7	136,61	210,00
M3	7	136,78	210,00
M1	14	189,70	210,00
M2	14	189,67	210,00
M3	14	189,75	210,00
M1	28	210,72	210,00
M2	28	210,52	210,00
M3	28	210,67	210,00

Interpretación

La tabla representa los resultados de las muestras sin adición de CCA del ensayo de laboratorio para los 7 días, 14 días y 28 días, donde el concreto alcanza su máximo valor.

Figura 4

Comparación de resistencia a compresión patrón y diseño (Kg/cm²) a 7, 14 y 28 días



Interpretación

La figura ilustra la comparación de la resistencia a la compresión de las muestras conforme al diseño y las muestras patrón a lo largo de los períodos de 7, 14 y 28 días. Las muestras conforme al diseño exhiben una resistencia constante de 210,00 kg/cm² durante todo el intervalo experimental, mientras que las muestras patrón muestran un incremento progresivo en su resistencia: 136,81 kg/cm² a los 7 días, 189,71 kg/cm² a los 14 días y 210,64 kg/cm² a los 28 días, superando levemente a las muestras conforme al diseño en este último intervalo.

Tabla 3

Medias de resistencia a compresión a 28 días: muestras patrón vs. diseño

Media	Valor	Unidades
F'c de las muestras patrón	210,64	Kg/cm2
F'c según diseño.	210,00	Kg/cm2

Interpretación:

La tabla muestra que, a los 28 días, la resistencia de las muestras patrón alcanzó un valor de 210,64 kg/cm², superando ligeramente la resistencia de

las muestras según diseño, que registraron 210,00 kg/cm². Aunque la diferencia es pequeña, este resultado indica que las muestras patrón permitió a las muestras alcanzar una resistencia ligeramente mayor que las muestras según diseño.

SUSTITUCIÓN DEL 10% DE CEMENTO POR CCA

Tabla 4

Resistencia a compresión (Kg/cm²): 10% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días

Muestras	EDAD EN DÍAS	F'c de las muestras con 10% de CCA (Kg/Cm2)	F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)
M1	7	137,45	137,04
M2	7	137,35	136,61
M3	7	137,39	136,78
M1	14	191,29	189,70
M2	14	191,52	189,67
M3	14	191,45	189,75
M1	28	212,21	210,72
M2	28	212,16	210,52
M3	28	212,17	210,67

Nota. CCA= Ceniza de cascarilla o cubierta de arroz.

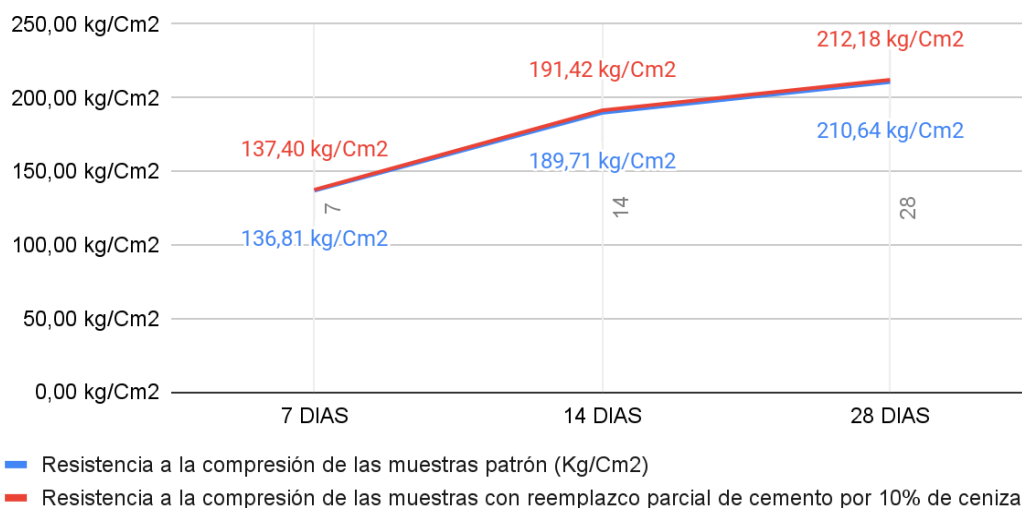
Interpretación

La tabla presenta los resultados de la resistencia de las muestras a los 7, 14 y 28 días de edad, todas ellas con un reemplazo parcial del 10% del cemento por CCA, junto con los resultados de las muestras patrón que no contienen dicho reemplazo.

Figura 5

Comparación de resistencia a compresión (Kg/cm²): 10% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días

Resistencia a la compresión de las muestras con reemplazo parcial de cemento por 10% de ceniza de cascarilla de arroz (Kg/Cm²) y Resistencia a la compresión de las muestras patrón (Kg/Cm²)



Interpretación

La figura muestra la comparación de la resistencia entre las muestras patrón y las muestras con un cambio parcial del 10% de cemento por CCA a lo largo de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, ambas presentan una resistencia similar, con 136,81 kg/cm² en las muestras patrón y 137,40 kg/cm² en las de ceniza. A los 14 días, la resistencia de las muestras con ceniza aumenta significativamente a 191,42 kg/cm², superando al patrón (189,71 kg/cm²). A los 28 días, las muestras con ceniza alcanzan 212,18 kg/cm², también superando al patrón (210,64 kg/cm²). Esto indica que el cambio del cemento por CCA mejora ligeramente la resistencia a cargas axiales con el tiempo.

Tabla 5

Medias de resistencia a compresión (Kg/cm²) a 28 días: 10% ceniza vs. patrón

Media	Valor	Unidades
F'c de las muestras con sust. de 10% de cemento por CCA.	212,18	Kg/cm2
F'c de las muestras patrón.	210,64	Kg/cm2

Nota. CCA= Ceniza de cascarilla o cubierta de arroz

Interpretación:

La tabla evidencia que la resistencia compresiva promedio del concreto patrón a los 28 días es de 210,64 kg/cm², ligeramente inferior a la obtenida en las muestras con un 10% de reemplazo de cemento por CCA, que alcanzan una media de 212,18 kg/cm². Este leve incremento sugiere que la adición de este residuo como material cementante suplementario mejora marginalmente el desempeño mecánico del concreto, posicionándolo como una alternativa técnica viable en mezclas sustentables.

SUSTITUCIÓN DEL 15% DE CEMENTO POR CCA

Figura 6

Dosificación con 15% de ceniza de cubierta de arroz para concreto $f'_c=210$ kg/cm² en probetas cilíndricas de 20 x 10 cm



Figura 7

Ensayo a compresión de probetas cilíndricas ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 15% de ceniza de cubierta de arroz, a 7 días de curado



Figura 8

Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 15% de reemplazo de cemento por ceniza, a los 7 días de curado



Figura 9

Ensayo a compresión de probetas cilíndricas ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 15% de ceniza de cubierta de arroz, a 14 días de curado



Figura 10

Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 15% de reemplazo de cemento por ceniza, a los 14 días de curado



Figura 11

Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 15% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 28 días de curado



Tabla 6

Resistencia a compresión (Kg/cm^2): 15% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días

Muestras	EDAD EN DÍAS	F'c de las muestras con 15% de CCA (Kg/Cm^2)	F'c de las muestras patrón (Kg/Cm^2)
M1	7	137,56	137,04
M2	7	137,75	136,61
M3	7	137,67	136,78
M1	14	192,01	189,70
M2	14	192,10	189,67
M3	14	192,03	189,75
M1	28	213,11	210,72
M2	28	213,20	210,52
M3	28	213,16	210,67

Nota. CCA= Ceniza de cascarilla o cubierta de arroz.

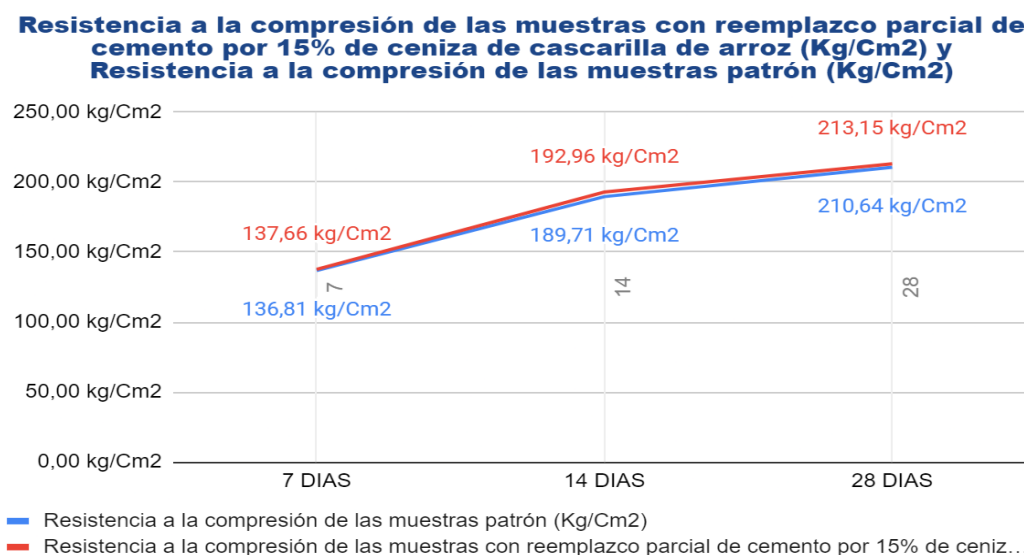
Interpretación

La tabla expone los resultados de la resistencia de las muestras a los 7, 14 y 28 días de edad, todas ellas con un cambio parcial del 15% del cemento

por cubierta de cubierta de arroz, así como los resultados correspondientes a las muestras de control que no incorporan dicho reemplazo.

Figura 12

Comparación de resistencia a compresión (Kg/cm²) entre 15% de ceniza y patrón a 7, 14 y 28 días.



Interpretación

La figura muestra el contraste de la resistencia a cargas axiales entre las muestras patrón y las muestras con un cambio parcial del 15% de cemento por CCA a lo largo de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, ambas presentan una resistencia similar, con 136,81 kg/cm² en las muestras patrón y 137,66 kg/cm² en las de ceniza. A los 14 días, la resistencia de las muestras con ceniza aumenta significativamente a 192,96 kg/cm², superando al patrón (189,71 kg/cm²). Finalmente, a los 28 días, las muestras alcanzan 213,15 kg/cm², también superando al patrón (210,64 kg/cm²). Esto indica que el cambio del cemento por CCA mejora ligeramente la resistencia a cargas axiales con el tiempo.

Tabla 7

Medias de resistencia a compresión (Kg/cm²) a 28 días: 15% ceniza vs. patrón

Media	Valor	Unidades
F'c de las muestras con sust. de 15% de cemento por CCA a los 28 días.	213,15	Kg/cm2
F'c de las muestras patrón.	210,64	Kg/cm2

Nota. CCA= Ceniza de cascarilla o cubierta de arroz.

Interpretación:

La tabla muestra que la resistencia compresiva de las muestras de concreto patrón a los 28 días es de 210,64 kg/cm², mientras que las muestras con 15% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz presentan un valor de 213,15 kg/cm². Estos resultados indican una mejora ligera en la resistencia, sugiriendo que el uso de ceniza de cubierta de arroz puede ser una opción viable para fortalecer el concreto.

SUSTITUCIÓN DEL 20% DE CEMENTO POR CCA

Figura 13

Dosificación con 20% de ceniza de cubierta de arroz para concreto f'c=210 kg/cm² en probetas cilíndricas de 20 x 10 cm



Figura 14

Ensayo a compresión de probetas cilíndricas ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a 7 días de curado



Figura 15

Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 7 días de curado



Figura 16

Ensayo a compresión de probetas cilíndricas ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a 14 días de curado



Figura 17

Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 14 días de curado



Figura 18

Ensayo a compresión de probetas cilíndricas ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a 28 días de curado

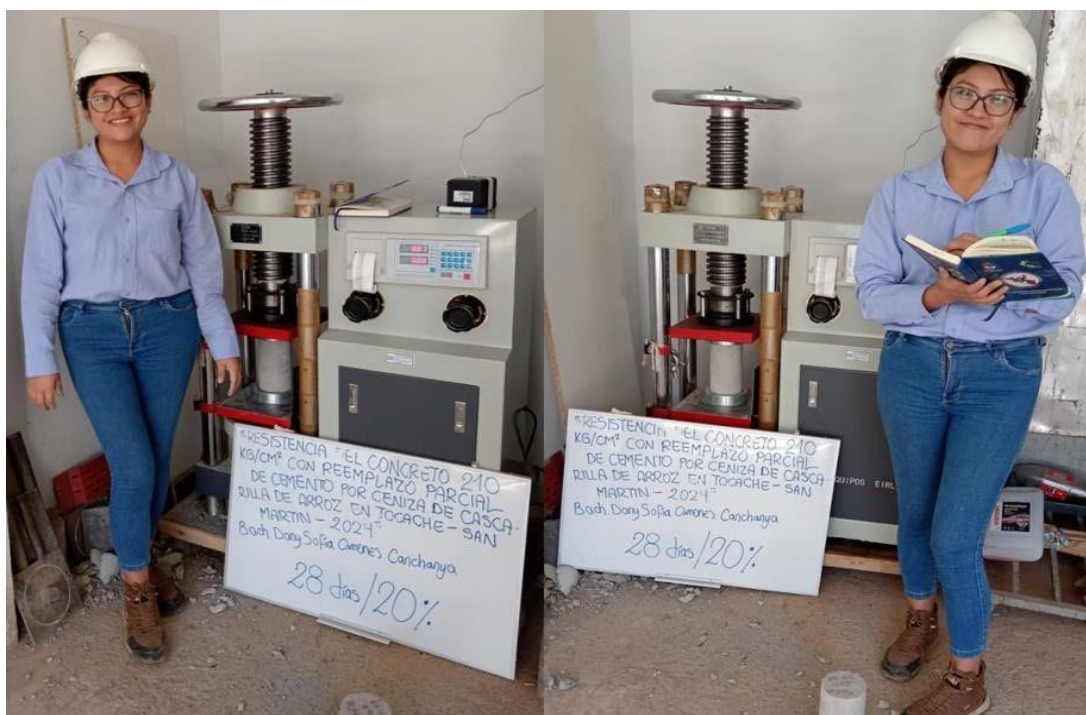


Figura 19

Rotura de probetas de concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) con 20% de reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz, a los 28 días de curado



Tabla 8

Resistencia a compresión (Kg/cm²): 20% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días

Muestras	EDAD EN DÍAS	F'c de las muestras con 20% de CCA (Kg/Cm2)	F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)
M1	7	134,86	137,04
M2	7	134,88	136,61
M3	7	134,90	136,78
M1	14	188,41	189,70
M2	14	188,48	189,67
M3	14	188,44	189,75
M1	28	208,16	210,72
M2	28	208,20	210,52
M3	28	208,17	210,67

Nota. CCA= Ceniza de cascarilla o cubierta de arroz.

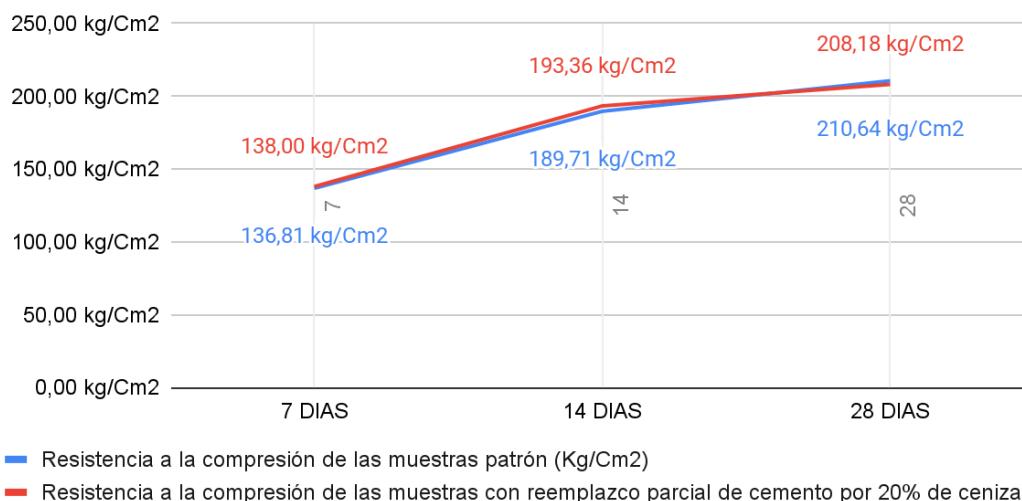
Interpretación:

La tabla presenta los resultados de la resistencia de las muestras a los 7, 14 y 28 días de edad, todas ellas con un reemplazo parcial del 20% del cemento por CCA, junto con los resultados de las muestras patrón que no contienen dicho reemplazo.

Figura 20

Comparación de resistencia a compresión (Kg/cm²): 20% ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días

Resistencia a la compresión de las muestras con reemplazo parcial de cemento por 20% de ceniza de cascarilla de arroz (Kg/Cm2) y Resistencia a la compresión de las muestras patrón (Kg/Cm2)



Interpretación

La figura muestra el contraste de la resistencia entre las muestras patrón y las muestras con un cambio parcial del 20% de cemento por CCA a lo largo de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia de las muestras con ceniza aumenta significativamente a 138,00 kg/cm², superando al patrón (136,81 kg/cm²). A los 14 días, la resistencia de las muestras con ceniza aumenta significativamente a 193,96 kg/cm², superando al patrón (189,71 kg/cm²). Finalmente, a los 28 días, las muestras con ceniza alcanzan 208,18 kg/cm², disminuyendo respecto al patrón (210,64 kg/cm²). Esto indica que, aunque inicialmente la resistencia con ceniza es menor, con el tiempo mejora significativamente, acercándose al rendimiento de las muestras patrón.

Tabla 9

Medias de resistencia a compresión (Kg/cm²) a 28 días: 20% ceniza vs. patrón

Media	Valor	Unidades
F'c de las muestras con sust. de 20% de cemento por CCA	208,18	Kg/cm ²
F'c de las muestras patrón.	210,64	Kg/cm ²

Nota. CCA= Ceniza de cascarilla o cubierta de arroz.

Interpretación:

La tabla presenta las medias de la resistencia a la compresión, medidos en Kg/cm², de dos tipos de muestras: una en la que el 20% del cemento fue reemplazado por CCA y otra correspondiente a la muestra patrón sin reemplazo. La resistencia media de las muestras con sustitución de ceniza alcanzó los 208,18 Kg/cm², mientras que la resistencia media de las muestras patrón fue ligeramente superior, con 210,64 Kg/cm². Estos resultados sugieren que el reemplazo en parte de cemento por ceniza al 20% afecta de manera significativa la resistencia a la compresión, pero de forma negativa, lo que nos permite concluir que a este porcentaje no es factible el uso de ceniza para la fabricación de concreto.

Figura 21

Muestras pesadas del 10%, 15% y 20% de la ceniza de cubierta de arroz



Tabla 10

Resistencia a compresión promedio (Kg/cm²): (10%, 15% y 20%) ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días

Muestras	EDAD EN DÍAS	F'c promedio de las muestras con 10%, 15% y 20% de CCA (Kg/Cm2)	F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)
M1	7	136,62	137,04
M2	7	136,66	136,61
M3	7	136,65	136,78
M1	14	190,57	189,70
M2	14	190,70	189,67
M3	14	190,64	189,75
M1	28	211,16	210,72
M2	28	211,18	210,52
M3	28	211,17	210,67

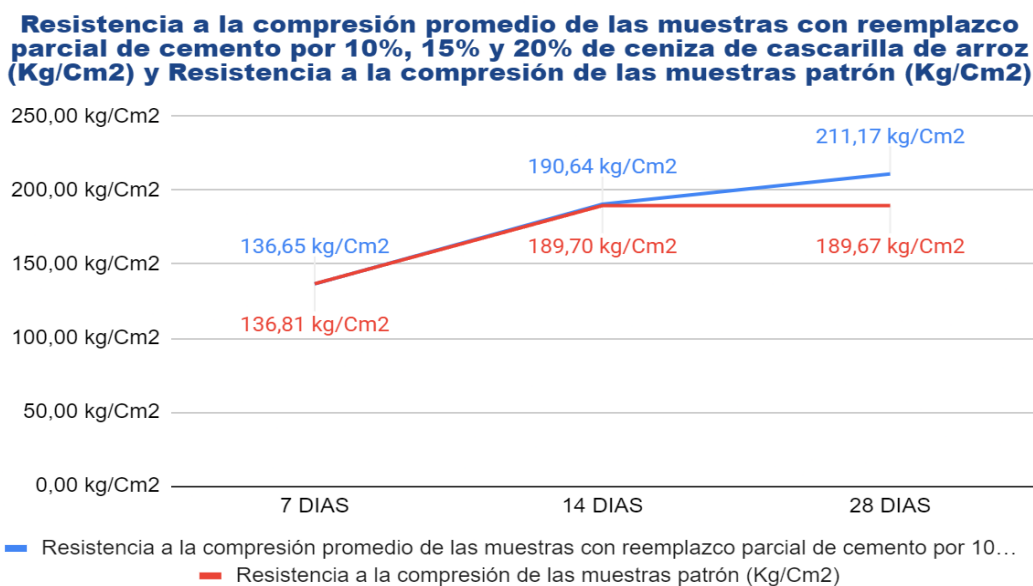
Nota. CCA= Ceniza de cascarilla o cubierta de arroz.

Interpretación:

La tabla presenta los resultados promedio de la resistencia de las muestras a los 7, 14 y 28 días de edad, con reemplazos parciales del 10%, 15% y 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz, así como los resultados de las muestras de control, que no incluyen dicho reemplazo.

Figura 22

Comparación de resistencia a compresión promedio (Kg/cm²): (10%, 15% y 20%) ceniza vs. patrón a 7, 14 y 28 días



Interpretación

La figura muestra que las muestras con reemplazo parcial de cemento por CCA alcanzaron una resistencia máxima de 136,65 kg/cm² a los 7 días, 190,64 kg/cm² a los 14 días y 211,18 kg/cm² a los 28 días, superando el rendimiento de las muestras de control. Esto indica una mejora progresiva en la resistencia a la compresión con el tiempo.

Tabla 11

Medias de resistencia a compresión promedio (Kg/cm²) a 28 días: (10%, 15% y 20%) ceniza vs. patrón

Media	Valor	Unidades
F'c promedio de las muestras con sust. del 10%, 15% y 20% de cemento por CCA.	211,17	Kg/cm2
F'c de las muestras patrón.	210,64	Kg/cm2

Interpretación:

La tabla muestra que la resistencia promedio de las muestras de concreto patrón a los 28 días es de 210,64 kg/cm², valor inferior al de las muestras con reemplazo del 10%, 15% y 20% de cemento por cubierta de

arroz, que alcanza una media de 211,17 kg/cm². Estos resultados indican que la sustitución parcial de cemento por CCA mejora levemente la resistencia a la compresión, sugiriendo que este material alternativo podría ser una opción viable para mejorar las mezclas de concreto.

4.2 RESULTADOS INFERENCIALES

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

4.2.1 PARA LA HIPÓTESIS GENERAL

HG: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo parcial del cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

Ho: La compresión del hormigón 210 kg/cm² no es afectada de forma positiva con el reemplazo parcial del cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

Tabla 12

Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 10%, 15%, 20% ceniza vs. patrón

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
F'c promedio de las muestras con 10%, 15% y 20% de CCA (Kg/Cm2)	,923	3	0,463
F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)	1,000	3	1,000

Interpretación:

Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a la compresión promedio de las muestras con reemplazo del 10%, 15% y 20% por ceniza de cubierta de arroz ($p=0,463>0,05$) como para la

resistencia de las muestras patrón ($p=1,000 > 0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras independientes en la prueba de hipótesis.

Análisis inferencial para la hipótesis general

Tabla 13

T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 10%, 15%, 20% ceniza vs. patrón a 28 días

	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de las muestras de concreto (Kg/Cm2)	8,463	,044	8,835	4	,001	,53333
			8,835	2,037	,012	,53333

Interpretación

La tabla presenta los resultados de la prueba T de Student para muestras independientes, evaluando la diferencia en la resistencia promedio entre las muestras con reemplazo parcial de cemento por CCA (en proporciones de 10%, 15% y 20%) y las muestras patrón, a los 28 días. La diferencia de media es de 0,5333 Kg/cm², lo que indica que la resistencia promedio de las muestras con ceniza fue ligeramente inferior a la de las muestras patrón. Sin embargo, el valor de significancia bilateral (0,001) es menor a 0,05, lo que sugiere que la diferencia observada es estadísticamente significativa. Además, con una contrastación de ($t=8,835$) que refuerza la evidencia de que el reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz aumenta la resistencia de manera notable.

4.2.2 HIPÓTESIS ESPECIFICA 1:

HE1: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

HE0: La compresión del hormigón 210 kg/cm² no es afectada de forma positiva con el reemplazo de 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 14

Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 10% ceniza vs. patrón

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)	,923	3	,463
F'c de las muestras con 10% de CCA (Kg/Cm2)	,893	3	,363

Interpretación:

Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia de las muestras con reemplazo del 10% de CCA ($p=0,363>0,05$) como para la resistencia de las muestras patrón ($p=0,463>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras independientes en la prueba de hipótesis.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

Tabla 15

T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 10% ceniza vs. patrón a 28 días

	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de las muestras de concreto (Kg/Cm2)	5,386	,081	24,891	4	,001	1,54333
			24,891	2,257	,001	1,54333

Interpretación

La tabla muestra los resultados de la prueba T de Student para muestras independientes, que evalúa la diferencia en la resistencia entre las muestras patrón y las muestras con 10% de cemento por CCA. La diferencia de medias es de 1,5433 Kg/cm², indicando que las muestras con cambio de ceniza tienen una resistencia menor en comparación con las muestras patrón. El valor de significancia bilateral (0,001) es inferior a 0,05, lo que sugiere que la diferencia observada es estadísticamente significativa. Además, con una contrastación de (t=24,891) que refuerza la evidencia de que el reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz aumenta la resistencia a la compresión de manera notable.

4.2.3 HIPÓTESIS ESPECIFICA 2:

HE2: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

HE0: La compresión del hormigón 210 kg/cm² no es afectada de forma positiva con el reemplazo de 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 16

Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 15% ceniza vs. patrón

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)	,923	3	,463
F'c de las muestras con 15% de CCA (Kg/Cm2)	,996	3	,878

Interpretación:

Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia de las

muestras con reemplazo del 15% de CCA ($p=0,878>0,05$) como para la resistencia de las muestras patrón ($p=0,463>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras independientes en la prueba de hipótesis.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

Tabla 17

T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 15% ceniza vs. patrón a 28 días

	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de las	2,791	,170	38,479	4	,001	2,52
muestras de						
concreto			38,479	2,725	,001	2,52
(Kg/Cm2)						

Interpretación

La tabla muestra los resultados de la prueba T de Student para muestras independientes, comparando la resistencia a la compresión de las muestras patrón con aquellas que tienen un 15% de cemento por CCA. La diferencia de medias es de 2,52 Kg/cm², indicando que la resistencia de las muestras con ceniza es considerablemente menor que las muestras patrón. El valor de significancia bilateral es menor que 0,001, lo que confirma que la diferencia es estadísticamente significativa. Además, con una contrastación de ($t=38,479$) que refuerza la evidencia de que el reemplazo de cemento por ceniza de cubierta de arroz incrementa la resistencia de manera notable.

4.2.4 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3:

HE3: La compresión del hormigón 210 kg/cm² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

HE0: La compresión del hormigón 210 kg/cm² no es afectada de forma positiva con el reemplazo de 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 18

Prueba de normalidad: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 20% ceniza vs. patrón

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
F'c de las muestras patrón (Kg/Cm2)	,923	3	,463
F'c de las muestras con 20% de CCA (Kg/Cm2)	,923	3	,463

Interpretación:

Los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia de las muestras con 20% de CCA ($p=0,463>0,05$) como para la resistencia de las muestras patrón ($p=0,463>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la prueba de hipótesis.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

Tabla 19

T de Student: resistencia a compresión (Kg/cm²) con 20% ceniza vs. patrón a 28 días

	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de las muestras de concreto (Kg/Cm2)	6,348	,065	40,142	4	,001	2,46
			40,142	2,160	,001	2,46

Interpretación

La tabla muestra los resultados de la prueba T de Student para muestras independientes, comparando la resistencia entre las muestras patrón y las que contienen un 20% de cemento por CCA. La media de las diferencias es de 2,46 Kg/cm², lo que indica que las muestras con ceniza presentan una menor resistencia en comparación con las muestras patrón. El valor de significancia bilateral es 0,001, lo que confirma que esta diferencia es estadísticamente significativa. Además, con una contrastación de ($t=40,142$) que refuerza la validez de esta conclusión. Estos resultados sugieren que, a un nivel de reemplazo del 20%, la CCA impacta significativamente en la resistencia del material.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el trabajo de Priyanka y Karthikeyan (2023), se planteó el objetivo de analizar métodos que sean viables y que estos permitan mejorar la calidad del concreto mediante la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz. Los resultados obtenidos indicaron que la ceniza de cáscara de arroz es un material prometedor para sustituir al cemento, ya que es accesible, rentable y ecológico, contribuyendo no solo al aumento de la resistencia del concreto, sino también a la reducción de costos y del impacto ambiental. Comparando estos hallazgos con los resultados de mi estudio, se observó que la mayor resistencia a la compresión se alcanzó al reemplazar parcialmente 15% de cemento por ceniza de cáscara de arroz, logrando una resistencia de 213,15 kg/cm², lo que superó ligeramente la resistencia de las muestras patrón, que fue de 210,64 kg/cm². Este hallazgo refuerza la posibilidad del uso de ceniza de cáscara de arroz en la mezcla de concreto, no solo como un aporte a la sostenibilidad, sino también como una mejora en la calidad estructural del material.

En el estudio de Sánchez (2023), se planteó como objetivo mejorar las propiedades mecánicas del concreto mediante el uso de ceniza de cascara de arroz, en forma de reemplazo parcial del cemento y la adición de fibras de palmera, utilizando diseños experimentales de concreto C210 y C280. Los resultados demostraron que, al reemplazar el 20% del cemento por ceniza de cáscara de arroz, no se logró llegar a la resistencia requerida. En comparación con estos resultados, nuestra investigación mostró que también con un reemplazo del 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz, se obtuvo una resistencia de 208,18 kg/cm², inferior a la resistencia promedio de 210,64 kg/cm² registrada en las muestras patrón. Esto sugiere que, un cambio del 20% puede no ser óptimo para maximizar la compresividad en nuestro contexto experimental.

En la tesis de Pilco (2023), se investigaron los cambios de la adición de CCA en el concreto, demostrando que la incorporación de ceniza al 3% mejoró la resistencia a la compresión, y conforme se iba incrementando los

porcentajes al 8% y 12%, la resistencia se redujo. En comparación con nuestro estudio, donde se evaluó la sustitución del 10%, 15% y 20% de cemento por CCA, se obtuvo una resistencia promedio de 211,17 kg/cm², superando ligeramente la resistencia promedio de las muestras patrón, que fue de 210,64 kg/cm². Estos resultados sugieren que, al igual que en el estudio de Pilco, la adición de ceniza en proporciones controladas puede mejorar la resistencia, pero en porcentajes más altos el efecto puede no ser tan beneficioso.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

Para el objetivo general: Evaluar el efecto en la resistencia del concreto 210 kg/cm², al reemplazar porcentualmente cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024, se concluye que se observa un efecto significativo en la resistencia compresiva del concreto, al reemplazar porcentualmente cemento por CCA en Tocache – San Martín 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=-8,123$; $p=0,015<0,05$), al analizar las medias, se puede inferir que la resistencia incrementa al cambiar el 10%, 15% y 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz, alcanzando una media de 211,17 kg/cm². En comparación, las muestras patrón, sin este reemplazo, presentan una resistencia promedio de 210,64 kg/cm².

Para el objetivo específico 1: Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024. Se concluye que se comprueba un efecto significativo en la resistencia del concreto, al reemplazar 10% de cemento por CCA en Tocache – San Martín 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=-24,891$; $p=0,001<0,05$), al analizar las medias, se evidencia que la resistencia incrementa al cambiar el 10%, alcanzando un promedio de 212,18 kg/cm². En comparación, las muestras patrón, sin esta sustitución parcial, presentan una resistencia promedio de 210,64 kg/cm².

Para el objetivo específico 2: Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024. Se concluye que se comprueba un efecto significativo en la resistencia del concreto 210, al cambiar 15% de cemento por CCA en Tocache – San Martín 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=-38,479$; $p=0,001<0,05$), al analizar las medias, se evidencia que la resistencia incrementa al sustituir el 15%, alcanzando un promedio de 213,15 kg/cm². En comparación, las muestras patrón, sin esta sustitución parcial, presentan una resistencia promedio de 210,64 kg/cm².

Para el objetivo específico 3: Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm², al reemplazar 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024. Se concluye que se comprueba un efecto significativo en la resistencia del concreto 210 kg/cm², al cambiar 20% de cemento por CCA en Tocache – San Martín 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=40,142$; $p=0,001<0,05$), al analizar las medias, se evidencia que la resistencia disminuye considerablemente al cambiar el 20%, alcanzando un promedio de 208,18 kg/cm². En comparación, las muestras patrón, sin esta sustitución parcial, presentan una resistencia promedio de 210,64 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Además de la resistencia a cargas axiales, es recomendable investigar otras propiedades como la tracción, el módulo de elasticidad y la durabilidad a largo plazo del concreto con CCA.

Análisis de costos y sostenibilidad: Realizar un análisis comparativo de costos entre el concreto tradicional y el concreto con ceniza de cubierta de arroz, considerando también el impacto ambiental de la reducción de residuos agrícolas.

Pruebas en diferentes condiciones climáticas: Evaluar el comportamiento del concreto en diversas condiciones climáticas o de exposición a diferentes ambientes agresivos (como la humedad o la salinidad) para determinar su aplicabilidad en distintas regiones.

Optimización del proceso de tratamiento de la ceniza: Investigar técnicas para mejorar la calidad y la reactividad de la ceniza de cubierta de arroz, con el fin de maximizar su rendimiento como aditivo en mezclas de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (FAO), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (14 de diciembre de 2023). Cesar Lumbreras - Agro Popular. Agro Popular: <https://www.agropopular.com/cereales-fao-141223/>
- Abanto, F. (2017). *Tecnología del Concreto Teoría y Problemas*. Docz
Contribuidores: <https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
- Arbeláez, O., Cataño, J., Guzmán, K., & Perpiñan, M. (enero de 2021). *Efecto de la incorporación de cubierta de arroz sobre las propiedades mecánicas de concretos y bloques de suelo cemento. Una Revisión Sistemática*. Repositorio Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/e6559fe5-f0d2-45c1-996b-4e27a003118d/full>
- Arquitecturacivil.blog.(2020).*www.Arquitecturacivil.blog*.
<https://arquitecturacivil.blog/estructura/dosificacion-de-concreto-210-kg-cm2/>
- BBVA, O. m. (23 de noviembre de 2021).Open mind BBVA:
<https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/alternativas-cemento-construcción-sostenible/>
- Bheel, N., Abro, A., Shar, I., Shaikh, S., & Shaikh, Z. (junio de 2019). Uso de la ceniza de cascara de arroz como material cementoso en concreto. *Engineering, Technology & Applied Science Research (ETASR)*, 9(3).
<https://doi.org/https://doi.org/10.48084/ETASR.2746>.
- Calderón, D. (agosto de 2022). *Análisis del desempeño de la ceniza de cubierta de arroz como sustituto parcial del cemento hidráulico en el concreto*. Repositorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería en Construcción.
- Celis, G., & García, N. (2023). *Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2023*. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=author&value=Celis%20Grandez,%20Carlos%20Alexander>

Córdova, J., & Valverde, J. (2019). *Uso de la ceniza de cubierta de Arroz (Oryza Sativa) en el diseño de la losa del Pavimento Rígido de la Av. Chulucanas (Km.1+800 A 2+800)*. Repositorio Universidad César Vallejo. Escuela de Ingeniería Civil: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/4122>

Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020). *Acersoarequipa.com*. <https://cc.bingj.com/cache.aspx?q=caracterisitcas+del+concreto&d=4644960227567522&mkt=es-XL&setlang=es-ES&w=TUdzUvQrDINASLak90015o7trppQAZdt>

Cotrina, H., & Reyes, J. (2022). *Elaboración de Bloques de Concreto con Ceniza de Cáscara de Arroz para mejorar la Resistencia a la Compresión y reducir costos de producción, Piura*. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/10207>

Göte, A., Alarcón, R., Beltrame, C., Romero, G., Vincitorio, F., Ramil, A., & López, A. (2023). *Visualización de procesos de microdilatación inducidos por láser mediante el uso de interfermoetría horográfica digital*. AnalesAFA. <https://doi.org/https://doi.org/10.31527/analesafa.2023.34.1.1>

Guevara, D., & Valencia, E. (2019). *Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cubierta de arroz*. Repositorio de la Universidad Piloto de Colombia. Programa Ingeniería Civil.

Industry, S. (2021). *Blog industrial*. www.industrysurfer.com/blog: <https://industrysurfer.com/blog>

INEI. (2022). *Informe Técnico N° 7*. INEI. LIMA: INEI.

INEI. (2023). *Informe Técnico*. Perú: Panorama Económico Departamental.: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/departamento-de-san-martin-lidero-la-produccion-de-arroz-cascara-en-octubre-de-2023-14812/>

- Infobae. (25 de marzo de 2024). *Newsroom Infobae*. Newsroom: <https://www.infobae.com/espana/agencias/2024/03/25/la-construccion-mundial-crecera-un-2-en-2024-lastrada-por-la-situacion-inmobiliaria-china/>
- Ingeniería blog. (2022). *Ingenieriablog.com*. <https://www.ingenieriablog.com/2022/10/tipos-de-agregados-clasificacion.html>
- Jarre, C., Puig, R., Zamora, C., & Zamora, E. (2021). Caracterización preliminar de la ceniza de cáscara de arroz de la provincia de Manabí, Ecuador, para su empleo en hormigones. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 44-50. <https://doi.org/10.22209/rt.v44n1a06>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., & Panarese, W. (01 de febrero de 2002). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Portland Cement Association. Semantic Scholar: api.semanticscholar.org/CorpusID:135653473
- Mattey, P. E. (2015). Aplicación de ceniza de cubierta de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 285-294.
- Peña, P. (junio de 2023). *Manual de Procedimientos de Construcción de elementos de concreto en climas con condiciones especiales*. SENCICO: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5114976/Manual%20-%20Concreto%20en%20Condiciones%20Especiales.pdf>
- Pilco, J. (2023). *Efectos de la ceniza de cubierta (CCA) de arroz en las propiedades del concreto en la Región Huánuco, 2022*. Repositorio de la Universidad de Huánuco: repositorio.udh.edu.pe/20.500.14257/4388
- Priyanka, M., & Karthikeyan, G. (abril de 2023). *A Systematic Review of Properties of High Strength Concrete using Rice Husk ash as a Replacement*. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-9001>

Reyes, R., Sáenz, M., & Céspedes, H. (2023). *El Método del Diseño de Mezclas y su Impacto en Las Propiedades del Concreto*. Arco Editores. <https://doi.org/10.48209/978-65-5417-162-5>

Rodríguez, A., & Tibabuzo, M. (2019). *Evaluación de la ceniza de cubierta de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico*. Repositorio de la Universidad Santo Tomás de Colombia.

Rivva, E. (2010). *Naturaleza y materiales de Concreto*. Instituto de la Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/>

Sánchez, C. (2023). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con el uso de cenizas de cáscara de arroz y fibras de palmera*. Repositorio Institucional de la Universidad Señor de Sipán: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10674>

Tamanna, D., Tarashree, B., Piyali, N., Ritika, Amit, G., & Arindam, K. (diciembre de 2021). *Valorización de los residuos agrícolas en productos con valor añadido para el desarrollo sostenible*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100834>

Tecnología-concreto. (06 de mayo de 2016). *Tecnología-concreto.blogspot*. <http://tecnologia-concreto.blogspot.com/2016/05/semana-4-los-agregados.html>

Torres, C. (2021). *Evaluación del efecto de la ceniza de la cubierta de arroz en una unidad de albañilería de concreto*. Repositorio de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/248>

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Camones Canchanya, D. (2025). *Resistencia del concreto 210 kg/cm² con reemplazo parcial de cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache, San Martín, 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON REEMPLAZO PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE SAN MARTIN- 2024.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<u>General</u>	<u>General</u>	<u>General</u>	<u>Independiente</u>	<u>Tipo de Investigación</u>
¿Cuál es el impacto en la resistencia del concreto 210 kg/cm ² , al reemplazar parcialmente cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache – San Martín 2024?	Evaluar el efecto en la resistencia del concreto 210 kg/cm ² , al reemplazar porcentualmente cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache – San Martín 2024.	Hi. La compresión del hormigón 210 kg/cm ² es afectada de forma positiva con el reemplazo parcial del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en Tocache-San Martín – 2024.	Ceniza de cubierta de arroz	Enfoque Cuantitativo, Alcance o Nivel Correlacional - Diseño Experimental, Longitudinal
<u>Específicos</u>	<u>Objetivos Específicos</u>	<u>Específicas</u>	<u>Dimensiones:</u>	<u>Población</u>
¿Cómo incide en la compresión del hormigón 210 kg/cm ² , al reemplazar 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024?	Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm ² , al reemplazar 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024.	La compresión del hormigón 210 kg/cm ² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 10% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.	Porcentaje de ceniza	Conjunto de probetas de concreto

¿Cómo incide en la compresión del hormigón 210 kg/cm ² , al reemplazar 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024?	Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm ² , al reemplazar 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024.	La compresión del hormigón 210 kg/cm ² es afectada de forma positiva con el reemplazo de 15% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024.	<u>Indicadores:</u> 10%, 15%, 20%	<u>Muestra</u> 36 probetas de concreto
¿Cómo incide en la compresión del hormigón 210 kg/cm ² , al reemplazar 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024?	Determinar la incidencia en la compresión del hormigón 210 kg/cm ² , al reemplazar 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache – San Martín 2024	La compresión del hormigón 210 kg/cm ² es afectada de forma negativa con el reemplazo de 20% de cemento por ceniza de cubierta de arroz en Tocache-San Martín – 2024	<u>Dependiente</u> Resistencia del concreto 210 F'c=210 kg/cm ² <u>Dimensiones:</u> Carga máxima a la rotura <u>Indicadores</u> 7 días 14 días 28 días	9 sin sustitución (Patrón). 9 con sustitución de 10 %. 9 con sustitución de 15 %. 9 con sustitución de 20 %.

ANEXO 2

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PyS

EQUIPOS

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

CERTIFICADO DE CALIDAD

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

NOMBRE DEL PRODUCTO: PRENSA DE CONCRETO.

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

CARACTERÍSTICAS:

Carga manual, Cubierta protectora

Capacidad de carga máxima: 2000 kN

Espacio de compresión: 360 mm

Carrera del pistón: 120 mm

Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm

Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm

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

Energía: 220V, 50Hz /60Hz, 1.3kW

MODELO: STYE-2000

SERIE: 221165

FECHA: 22/03/2024


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad



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



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



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





Contenido de Humedad – Agregado fino

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANtera	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.00	27.50	27.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	311.84	310.24	310.54
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	307.81	306.11	306.48
D	Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	284.84	282.74	283.04
E	Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	280.81	278.61	278.98
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	4.03	4.13	4.06
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	1.44%	1.48%	1.46%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.46%		




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




Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



Contenido de Humedad – Agregado Grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANTERA	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.32	28.70	27.00
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	238.41	237.52	238.51
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	237.12	236.12	237.18
D	Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	211.09	208.82	211.51
E	Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	209.80	207.42	210.18
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	1.29	1.40	1.33
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	0.61%	0.67%	0.63%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		0.64%		



TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCÍA KEVIN JHOEL

Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



Granulometría – Agregado Fino

GRANULOMETRÍA

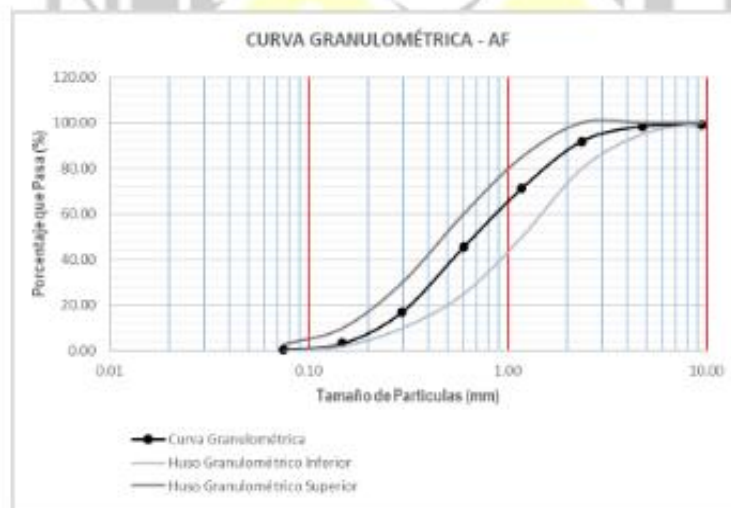
ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)		1,000.00 gr			
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)				ARENA	ESPECIFICACIÓN	
3/8"	9.50	10.21	1.02	1.02	98.98	100	100
N° 4	4.75	6.42	0.64	1.67	98.33	95	100
N° 8	2.36	65.11	6.52	8.19	91.81	80	100
N° 16	1.18	205.11	20.55	28.74	71.26	50	85
N° 30	0.60	257.81	25.83	54.57	45.43	25	60
N° 50	0.30	283.40	28.40	82.97	17.03	10 +	30
N° 100	0.15	138.14	13.84	96.81	3.19	2	10
N° 200	0.075	27.35	2.74	99.55	0.45	0	3
FONDO		4.50	0.45	100.00	0.00		
		998.05	100.00				

Error: 0.1950%

Ensayo Aceptado

Módulo de Finura Agregado Fino	2.73
$M.F. = \frac{\% \text{ ret. Acumulado } (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$	



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



Jorge Ronald Arce Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



Granulometría Agregado Grueso

GRANULOMETRÍA

ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

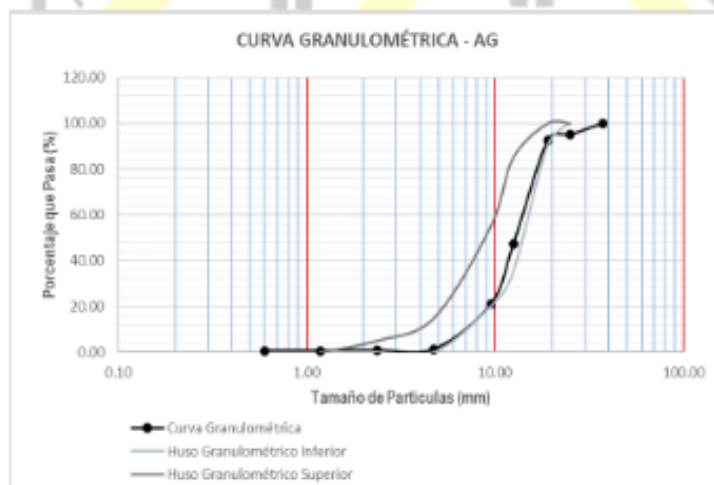
AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)		5,000.00 gr			
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	250.22	5.01	5.01	94.99	100	100
3/4"	19.00	124.21	2.49	7.50	92.50	90	100
1/2"	12.50	2,261.02	45.28	52.78	47.22	35	85
3/8"	9.50	1,311.04	26.26	79.04	20.96	20	55
N° 4	4.75	984.12	19.71	98.75	1.25	0 +	15
N° 8	2.36	24.31	0.49	99.24	0.76	0	5
N° 16	1.18	6.22	0.12	99.36	0.64	0	0
N° 30	0.60	2.54	0.05	99.41	0.59		
FONDO		29.27	0.59	100.00	0.00		
		4992.95	100.00				

Error: 0.1410%

Ensayo Aceptado

Módulo de Finura Agregado Grueso	6.83
$M.F. = \frac{\%ret. Acum.malla (N^{\circ} 1 1/2" + N^{\circ} 3/4" + N^{\circ} 3/8" + N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100)}{100}$	

Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso	3/4"
"Está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% acumulado, o más del agregado grueso tamizado"	



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 201196

TACS
Téc. LABORATORISTA DE TOPOGRAFÍA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL



Peso Unitario Y vacío de los agregados

PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS "HORMIGÓN"		
NORMA	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
CANTERA	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

Diámetro del Cilindro Metálico	18.25 cm
Altura del Cilindro Metálico	29.10 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		< 1/2"	Volumen Molde	0.00761 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	21.51	21.70	21.72	
B	Peso del Molde	kg	4.80	4.80	4.80	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	kg	16.71	16.90	16.92	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m³	2,195.17	2,220.13	2,222.76	2,212.68
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	20.18	20.17	20.15	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg	15.38	15.37	15.35	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m³	2,020.45	2,019.13	2,016.51	2,018.70

Diámetro del Cilindro Metálico	23.34 cm
Altura del Cilindro Metálico	27.70 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		1"	Volumen Molde	0.01185 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	26.21	26.12	26.30	
B	Peso del Molde	kg	5.81	5.81	5.81	
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	kg	20.40	20.31	20.49	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m³	1,721.31	1,713.71	1,728.90	1,721.31
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	27.35	27.36	26.81	
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg	21.54	21.55	21.00	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m³	1,817.50	1,818.34	1,771.94	1,802.59



TACS
TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



Pesos específico y absorción - AG

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG		
NORMA	MTC E206 / ASTM C127 / NTP 400.021		
CANTERA	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire	gr	4,502.60	4,501.04	4,501.72	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua	gr	1,856.24	1,854.12	1,870.41	
C	Volumen de masa + Volumen de vacío, $C = A - B$	gr	2,646.36	2,646.92	2,631.31	
D	Peso seco del suelo (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)	gr	4,450.10	4,461.00	4,471.00	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm ³	2,093.66	2,006.86	2,600.59	
F	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $F = D / C$	gr/cm ³	1.68	1.69	1.70	1.69
G	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $G = A / C$	gr/cm ³	1.70	1.70	1.71	1.70
H	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $H = D / E$	gr/cm ³	1.72	1.71	1.72	1.72
I	ABSORCIÓN $I = [(A - D) / D] \cdot 100$	%	1.18%	0.90%	0.69%	0.92%



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196

TACS



Pesos específico y absorción - AF

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF		
NORMA	MTC E205 / ASTM C125 / NTP 400.022		
CANTERA	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (Pss)	gr	500.00	500.00	500.00	
B	Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	gr	1,294.81	1,296.67	1,295.49	
C	Peso del frasco + Agua + Pss, $C = A + B$	gr	1,794.81	1,796.67	1,795.49	
D	Peso del frasco + Pss + Agua hasta la marca de 500ml	gr	1,594.49	1,604.76	1,604.60	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío, $E = C - D$	cm ³	200.32	191.89	190.89	
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	494.39	494.61	493.29	
G	Volumen de masa, $G = E - (A - F)$	cm ³	194.71	186.50	184.16	
H	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $H = F / E$	gr/cm ³	2.47	2.58	2.58	2.54
I	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $I = A / E$	gr/cm ³	2.50	2.61	2.62	2.57
J	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $J = F / G$	gr/cm ³	2.54	2.65	2.68	2.62
K	ABSORCIÓN $K = [(A - F) / F] * 100$	%	1.13%	1.09%	1.30%	1.19%



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196

TACS



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Ensayo de Abrasión al desgaste de los agregados

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019		
CANtera	AGREGADOS GÁLVEZ	FECHA DE MUESTREO	19/07/2024
UBICACIÓN	TOCACHE	FECHA DE ENSAYO	19/07/2024

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS "HORMIGÓN"						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso muestra total	gr	5,008.00	5,008.00	5,009.00	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2,929.08	3,251.12	3,451.12	
C	DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES $C = [(A - B) / A] * 100$	%	41.51%	35.08%	31.10%	35.90%



[Signature]
 TEC. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
 ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

[Signature]
 Jorge Ronald Arbe Castillo
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 201196

TACS



Diseño de mezcla de concreto por el método ACI



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

MÉTODO ACI

I) REQUERIMIENTOS

Resistencia Especificada (f_{cu})	210 kg/cm ²	Desviación Estándar (S)	84 kg/cm ²
Uso (Tipo de Estructura)	Columnas	Asentamiento (Uso)	3 a 4 Pulgadas
Consistencia	Plástica	Asentamiento (Consistencia)	3 a 4 Pulgadas
Condición de Exposición	Sin Aire Incorporado		
Condiciones Específicas de Exposición	Sin Condición Especial		
Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos	No		

II) MATERIALES

☐ CEMENTO	Arido Tipo I	Peso Especifico	3.15 g/cm ³
☐ AGUA	Potable		
☐ AGREGADO FINO			
Peso Especifico	2.620 g/cm ³		
Absorción	1.190%		
Contenido de Humedad	1.400%		
Módulo de Finura	2.73		
☐ AGREGADO GRUESO			
Tamaño Máximo Nominal	3/4"		
Peso Especifico	1.730 g/cm ³		
Peso Seco Compactado	1721.310 kg/m ³		
Absorción	1.200%		
Contenido de Humedad	0.820%		

III) DESARROLLO

1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

$$f_{or} = 294.000 \text{ kg/cm}^2$$

2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

$$T_{MN} = 3/4"$$

3 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

$$\text{Slump} = 3 \text{ a } 4 \text{ Pulgadas}$$

4 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

$$205 \text{ Lit}^3$$

5 CONTENIDO DE AIRE

$$2.0 \%$$

6 RELACIÓN AGUA / CEMENTO

$$a/c \text{ Por Resistencia} = 0.555$$

$$a/c \text{ Por Durabilidad}$$

$$A/C \text{ de diseño es } 0.555$$

7 FACTOR CEMENTO

$$367.354 \text{ kg/m}^3$$

$$8.944 \text{ g/cm}^3$$

8 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

$$\text{Vol. A.G. Seco Compactado} = 0.627$$

$$\text{Peso Agr. Grueso Seco} = 1079.261 \text{ kg/m}^3$$

9 CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

$$\text{Cemento} = 0.117 \text{ m}^3$$

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

$$\text{Aire} = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Agr. Grueso} = 0.627 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ Volúmenes Absolutos} = 0.969 \text{ m}^3$$

10 CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Vol. Absoluto Agr. Fino} = 0.031$$

$$\text{Peso Agr. Fino Seco} = 81.220$$

11 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

$$\text{Cemento} = 367.354 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Diseño} = 205.000 \text{ Lit}^3$$

$$\text{Agregado Fino Seco} = 81.220 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Seco} = 1079.261 \text{ kg/m}^3$$



TACS
T.E.C. LABORATORISTA DE TOPOGRAFIA,
ASFALTO, CONCRETO Y PAVIMENTOS
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL

Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196





TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con una resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 7 días (Patrón).

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	JULIO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diámetro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	PATRÓN	22/07/2024	29/07/2024	7 días	105.55 kn	10,762.93 kg	10.000	20.000	78.540	137.04 kg/cm ²
M-2	PATRÓN	22/07/2024	29/07/2024	7 días	105.22 kn	10,729.28 kg	10.000	20.000	78.540	136.61 kg/cm ²
M-3	PATRÓN	22/07/2024	29/07/2024	7 días	105.35 kn	10,742.54 kg	10.000	20.000	78.540	136.78 kg/cm ²

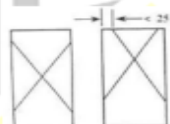
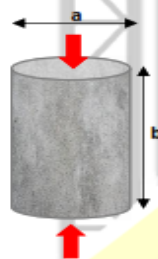
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

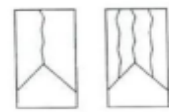
Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Como bien sellado bien sellado, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2
Como bien sellado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien sellados



Tipo 4
Inclusión diagonal de arena en la base



Tipo 5
Inclusión de todo el material en la base



Tipo 6
Grietas en la zona de carga y en la zona de la base



f'_c PROMEDIO

136.81 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 10% de cenizas de cascaras de arroz con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 7 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	JULIO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	10%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	105.87 kn	10,795.56 kg	10.000	20.000	78.540	137.45 kg/cm ²
M-2	10%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	105.79 kn	10,787.41 kg	10.000	20.000	78.540	137.35 kg/cm ²
M-3	10%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	105.82 kn	10,790.47 kg	10.000	20.000	78.540	137.39 kg/cm ²

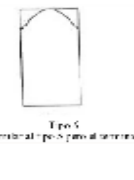
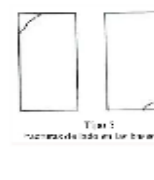
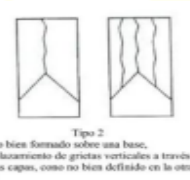
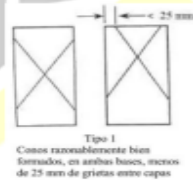
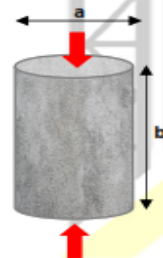
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



f'_c PROMEDIO 137.40 kg/cm²





TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 15% de cenizas de cascaras de arroz con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 7 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR GENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	JULIO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			$f'c$
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	15%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	105.95 kn	10,803.72 kg	10.000	20.000	78.540	137.56 kg/cm ²
M-2	15%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	106.10 kn	10,819.02 kg	10.000	20.000	78.540	137.75 kg/cm ²
M-3	15%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	106.04 kn	10,812.90 kg	10.000	20.000	78.540	137.67 kg/cm ²

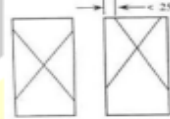
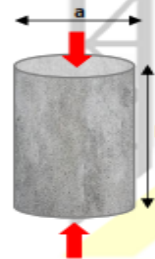
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

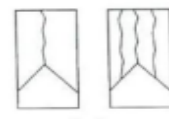
P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



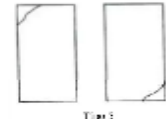
Tipo 2
Conos bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definidos en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4
Hueco diagonal de grietas a lo



Tipo 5
Conos razonablemente bien formados



Tipo 6
Conos bien formados en ambas bases

$f'c$ PROMEDIO

137.66 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



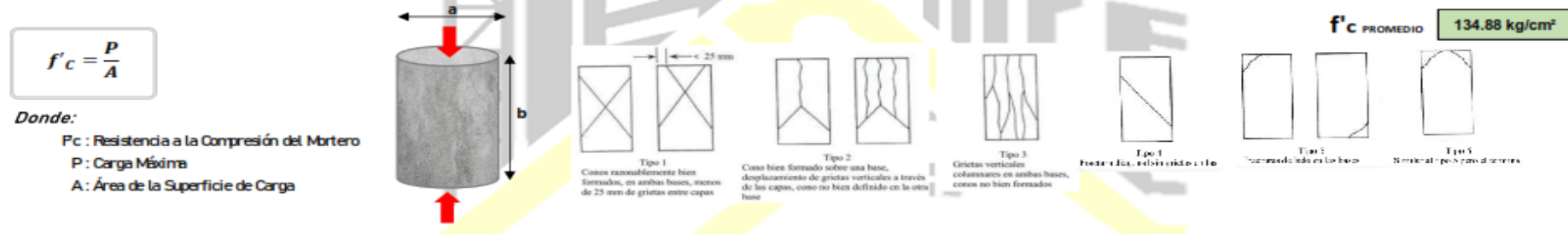
TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 20% de cenizas de cascaras de arroz con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 7 días.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	JULIO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	20%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	103.87 kn	10,591.62 kg	10.000	20.000	78.540	134.86 kg/cm ²
M-2	20%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	103.89 kn	10,593.66 kg	10.000	20.000	78.540	134.88 kg/cm ²
M-3	20%	22/07/2024	29/07/2024	7 días	103.90 kn	10,594.68 kg	10.000	20.000	78.540	134.90 kg/cm ²





TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 14 días (Patrón).

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			$f'c$
							Díametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	PATRÓN	22/07/2024	05/08/2024	14 días	146.11 kn	14,898.84 kg	10.000	20.000	78.540	189.70 kg/cm ²
M-2	PATRÓN	22/07/2024	05/08/2024	14 días	146.09 kn	14,896.80 kg	10.000	20.000	78.540	189.67 kg/cm ²
M-3	PATRÓN	22/07/2024	05/08/2024	14 días	146.15 kn	14,902.92 kg	10.000	20.000	78.540	189.75 kg/cm ²

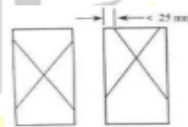
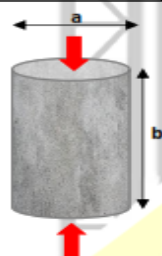
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

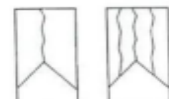
P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin grietas en las



Tipo 5
Fracturas de lado en las bases



Tipo 6
Similar al tipo 5 pero el terminal

$f'c$ PROMEDIO 189.71 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 10% de cenizas de cascaras de arroz con una resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 14 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	10%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	147.34 kn	15,024.26 kg	10.000	20.000	78.540	191.29 kg/cm ²
M-2	10%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	147.51 kn	15,041.59 kg	10.000	20.000	78.540	191.52 kg/cm ²
M-3	10%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	147.46 kn	15,036.50 kg	10.000	20.000	78.540	191.45 kg/cm ²

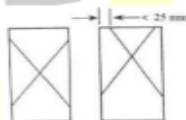
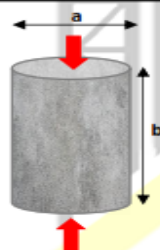
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

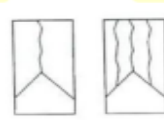
P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambos bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



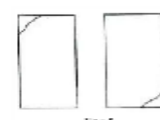
Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4
Hormón estregado en grietas verticales



Tipo 5
Escasos de lado a lado en la base



Tipo 6
Situación tipo 5, pero sin base

f'_c PROMEDIO 191.42 kg/cm²



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

Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 15% de cenizas de cascara de arroz con una resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 14 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	15%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	147.89 kn	15.080.34 kg	10.000	20.000	78.540	192.01 kg/cm ²
M-2	15%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	147.96 kn	15.087.48 kg	10.000	20.000	78.540	192.10 kg/cm ²
M-3	15%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	147.91 kn	15.082.38 kg	10.000	20.000	78.540	192.03 kg/cm ²

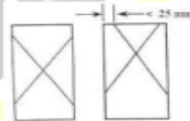
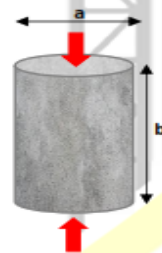
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

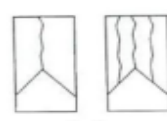
P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definidas en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4
Hedera de la columna sobre la base



Tipo 5
Hormigón desmenuado en la base



Tipo 6
Similitud al tipo 5 pero al reverso

f'_c PROMEDIO

192.05 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 20% de cenizas de cascara de arroz con una resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 14 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	20%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	145.12 kn	14,797.89 kg	10.000	20.000	78.540	188.41 kg/cm ²
M-2	20%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	145.17 kn	14,802.98 kg	10.000	20.000	78.540	188.48 kg/cm ²
M-3	20%	22/07/2024	05/08/2024	14 días	145.14 kn	14,799.93 kg	10.000	20.000	78.540	188.44 kg/cm ²

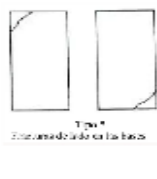
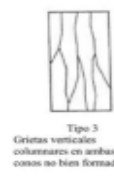
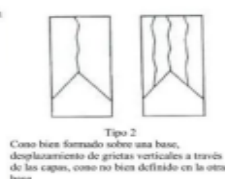
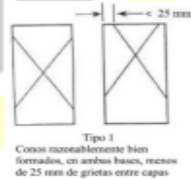
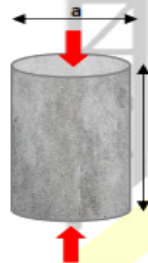
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



f'_c PROMEDIO 188.44 kg/cm²



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

Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 28 días (Patrón).

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			$f'c$
							Diámetro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	PATRÓN	22/07/2024	19/08/2024	28 días	162.30 kn	16,549.73 kg	10.000	20.000	78.540	210.72 kg/cm ²
M-2	PATRÓN	22/07/2024	19/08/2024	28 días	162.15 kn	16,534.44 kg	10.000	20.000	78.540	210.52 kg/cm ²
M-3	PATRÓN	22/07/2024	19/08/2024	28 días	162.26 kn	16,545.65 kg	10.000	20.000	78.540	210.67 kg/cm ²

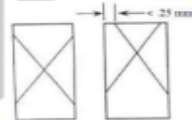
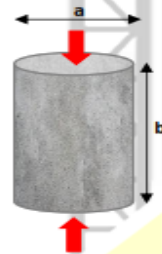
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

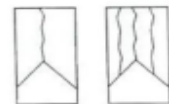
$f'c$: Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4
Presencia diagonal de grietas en la



Tipo 5
Formado solo en la base



Tipo 6
Sin grietas, pero el cono mal

$f'c$ PROMEDIO 210.64 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 10% de cenizas de cascara de arroz con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 28 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	10%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	163.45 kn	16,667.00 kg	10.000	20.000	78.540	212.21 kg/cm ²
M-2	10%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	163.41 kn	16,662.92 kg	10.000	20.000	78.540	212.16 kg/cm ²
M-3	10%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	163.42 kn	16,663.94 kg	10.000	20.000	78.540	212.17 kg/cm ²

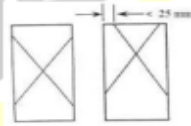
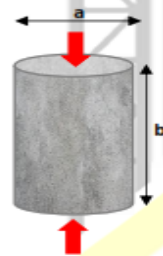
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

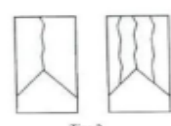
P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



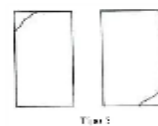
Tipo 2
Como bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formadas



Tipo 4
Fisura diagonal, inclinada a 45°



Tipo 5
Formado solo en la base



Tipo 6
Formado en los dos extremos

f'_c PROMEDIO 212.18 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 15% de cenizas de cascara de arroz con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 28 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	15%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	164.14 kn	16,737.36 kg	10.000	20.000	78.540	213.11 kg/cm ²
M-2	15%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	164.21 kn	16,744.49 kg	10.000	20.000	78.540	213.20 kg/cm ²
M-3	15%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	164.18 kn	16,741.43 kg	10.000	20.000	78.540	213.16 kg/cm ²

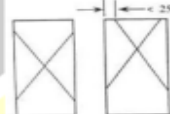
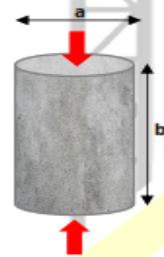
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

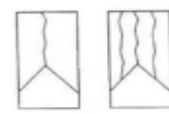
P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P: Carga Máxima

A: Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4
Huecos o agrietamiento excesivo



Tipo 5
Formado solo en la base



Tipo 6
Sin un tipo 1 pero el cono

f'_c PROMEDIO 213.15 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196



TACS

LABORATORIO DE TOPOGRAFIA, ASFALTO, CONCRETO Y SUELOS

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con reemplazo del cemento en un 20% de cenizas de cascara de arroz con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con edad de 28 días

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	RESISTENCIA DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON REEMPLAZO PARCIAL DE CEMENTO POR CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ EN TOCACHE – SAN MARTÍN – 2024
SOLICITA:	Bach. Camones Canchanya Dany Sofia
FECHA:	AGOSTO DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	CENIZAS DE CASCARAS DE ARROZ	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'_c
							Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	20%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	160.33 kn	16,348.85 kg	10.000	20.000	78.540	208.16 kg/cm ²
M-2	20%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	160.36 kn	16,351.91 kg	10.000	20.000	78.540	208.20 kg/cm ²
M-3	20%	22/07/2024	19/08/2024	28 días	160.34 kn	16,349.87 kg	10.000	20.000	78.540	208.17 kg/cm ²

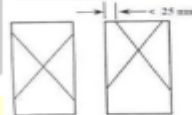
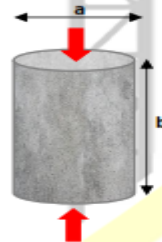
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

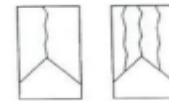
P_c : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas



Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base



Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados



Tipo 4
Fracura diagonal del espécimen



Tipo 5
Fracura diagonal en la base



Tipo 6
Formación tipo X para el mortero

f'_c PROMEDIO

208.18 kg/cm²



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



Jorge Ronald Arbe Castillo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201196