

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO CON
ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

PRESENTADA POR:

Bach. LOPEZ CHIROQUE, MARIA LUZ

Bach. SALCEDO PEREZ, KATIA INDIRA

ASESOR:

Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres que me guiaron, educaron y forjaron mi educación a base de valores y hábitos; a mis hermanos que me apoyaron en constantes momentos de dificultad; a mis hijos Mía y Tito ustedes son mi motivación más grande para salir adelante, a mi esposo por ser el mejor compañero de vida; finalmente a mis maestros y mentores, quienes con su gran sabiduría y conocimiento lograron que salgamos adelante.

Lopez Chiroque Maria Luz

Dedico esta tesis a mis padres que siempre me apoyaron, me guiaron, me educaron y me dieron fortaleza para vencer obstáculos y seguir adelante; a mis hermanos y abuelita que me motivaron y acompañaron en cada uno de mis pasos; a mis asesores y mentores, con su amplio conocimiento y sabiduría que nos guiaron para hacerlo posible.

Salcedo Perez Katia Indira

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por la salud y sabiduría impartida en nosotras para la realización de esta tesis; a nuestros padres, quienes siempre nos apoyaron y guiaron en cada paso que dimos; a nuestros hermanos, que con sus consejos y motivación siempre nos apoyaron; a nuestros asesores Liliana J. Chavarría Reyes y Carlos M. Chavarry Vallejos que compartieron con nosotras su conocimiento y experiencia.

Maria Lopez y Katia Salcedo

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2 Formulación del problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Delimitación de la investigación.....	6
1.4.1 Temática.....	6
1.4.2 Muestral.....	6
1.5 Justificación del estudio.....	6
1.5.1 Conveniencia.....	7
1.5.2 Relevancia Social.....	7
1.5.3 Aplicaciones prácticas.....	7
1.5.4 Utilidad metodológica.....	7
1.5.5 Valor teórico.....	7
1.6 Importancia del estudio.....	8
1.7 Limitaciones del estudio.....	8
1.8 Alcance.....	8
1.9 Viabilidad.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Marco histórico.....	9
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema.....	10
2.2.1 Investigaciones Internacionales.....	10
2.2.2 Investigaciones nacionales.....	12
2.2.3 Artículos relaciones con el tema.....	13
2.3 Estructuras teóricas y científicas.....	15
2.3.1 Propiedades del concreto Fresco.....	15
2.3.2 Ensayos en estado fresco.....	16

2.3.3	Ensayos en estado endurecido.....	17
2.3.4	Ensayo de resistencia a la compresión	17
2.3.5	Ensayo de resistencia a la flexión	18
2.4	Definición de términos básicos	18
2.4.1	Concreto	18
2.4.2	Trabajabilidad del concreto.....	18
2.4.3	Agregados del concreto	19
2.4.4	Relación a/c	19
2.4.5	Resistencia mecánica del concreto.....	19
2.4.6	Tiempo de Fraguado del concreto	19
2.4.7	Asentamiento del concreto	19
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS		20
3.1	Hipótesis.....	20
3.1.1	Hipótesis general	20
3.1.2	Hipótesis específicas	20
3.2	Variables	20
3.2.1	Definición conceptual de las variables.....	20
3.2.2	Variables independientes.....	20
3.2.3	Variables dependientes.....	20
3.2.4	Definición conceptual	20
3.2.5	Definición operacional	21
3.2.6	Operacionalización de variables.....	22
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		23
4.1	Método de investigación	23
4.2	Tipo de investigación	23
4.3	Nivel de investigación.....	23
4.4	Diseño de investigación	24
4.5	Población y muestra	24
4.5.1	Población.....	24
4.5.2	Muestra.....	24
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
4.7	Descripción de procedimientos de análisis	25
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		26

5.1 Resultado de la investigación.....	26
5.2 Contratación de hipótesis.....	54
DISCUSIÓN	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	75
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	76
Anexo 2: Revisión bibliográfica.	77
Anexo 3: Revisión bibliográfica matriz 1	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable.....	22
Tabla 2: Primer ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$	27
Tabla 3: Segundo ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$	28
Tabla 4: Primer ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$	29
Tabla 5: Segundo ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$	30
Tabla 6: Primer ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$	31
Tabla 7: Segundo ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$	32
Tabla 8: Primer ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$	33
Tabla 9: Segundo ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$	34
Tabla 10: Primer ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$	35
Tabla 11: Segundo ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$	36
Tabla 12: Primer ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$	37
Tabla 13: Segundo ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$	38
Tabla 14: Primer ensayo de Slump del concreto $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$	39
Tabla 15: Segundo ensayo de Slump del concreto $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$	41
Tabla 16: Primer ensayo de Slump del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$	42
Tabla 17: Segundo ensayo de Slump del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$	43
Tabla 18: Primer ensayo de Slump del concreto $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$	44
Tabla 19: Segundo ensayo de Slump del concreto $f^c=280 \text{ kg/cm}^2$	45

Tabla 20: Primer ensayo de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	46
Tabla 21: Segundo ensayo de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	47
Tabla 22: Primer ensayo de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	49
Tabla 23: Segundo ensayo de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	50
Tabla 24: Primer ensayo de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	51
Tabla 25: Segundo ensayo de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Materia prima para elaborar el concreto.....	4
Figura 2: Kiosco Samper en Bogotá.....	4
Figura 3: Asentamiento de la mezcla control.....	16
Figura 4: Prueba de resistencia a la compresión.....	17
Figura 5: Prueba de resistencia a la flexión.....	18
Figura 6: Primer resultado del ensayo de resistencia a la compresión de f'c=175 kg/cm ²	27
Figura 7: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la compresión de f'c=175 kg/cm ²	28
Figura 8: Primer resultado del ensayo de resistencia a la compresión de f'c=210 kg/cm ²	29
Figura 9: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la compresión de f'c=210 kg/cm ²	30
Figura 10: Primer resultado del ensayo de resistencia a la compresión de f'c=280 kg/cm ²	31
Figura 11: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la compresión de f'c=280 kg/cm ²	32
Figura 12: Primer resultado del ensayo de resistencia a la flexión de f'c=175 kg/cm ²	33
Figura 13: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la flexión de f'c=175 kg/cm ²	34
Figura 14: Primer resultado del ensayo de resistencia a la flexión de f'c=210 kg/cm ²	35
Figura 15: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la flexión de f'c=210 kg/cm ²	36
Figura 16: Primer resultado del ensayo de resistencia a la flexión de f'c=280 kg/cm ²	37
Figura 17: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la flexión de f'c=280 kg/cm ²	38
Figura 18: Primer resultado del ensayo Slump del concreto de f'c=175 kg/cm ²	40

Figura 19: Segundo resultado del ensayo Slump del concreto de f'c=175 kg/cm ²	41
Figura 20: Primer resultado del ensayo Slump del concreto de f'c=210 kg/cm ²	42
Figura 21: Segundo resultado del ensayo Slump del concreto de f'c=210 kg/cm ²	43
Figura 22: Primer resultado del ensayo Slump del concreto de f'c=280 kg/cm ²	44
Figura 23: Segundo resultado del ensayo Slump del concreto de f'c=280 kg/cm ²	45
Figura 24: Primer resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto f'c=175 kg/cm ²	46
Figura 25: Segundo resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto f'c=175 kg/cm ²	48
Figura 26: Primer resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto f'c=210 kg/cm ²	49
Figura 27: Segundo resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto f'c=210 kg/cm ²	50
Figura 28: Primer resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto f'c=280 kg/cm ²	51
Figura 29: Segundo resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto f'c=280 kg/cm ²	53
Figura 30: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto f'c=175 kg/cm ²	54
Figura 31: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm ²	55
Figura 32: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto f'c=280 kg/cm ²	56
Figura 33: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión del concreto f'c=175 kg/cm ²	57
Figura 34: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm ²	58

Figura 35: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión del concreto	
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	59
Figura 36: Resultado de los ensayos de Slump del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	60
Figura 37: Resultado de los ensayos de Slump del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	61
Figura 38: Resultado de los ensayos de Slump del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	62
Figura 39: Resultado de los ensayos de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	63
Figura 40: Resultado de los ensayos de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	64
Figura 41: Resultado de los ensayos de penetración de Vicat del concreto	
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	65

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue de tipo bibliográfico en el cual se ha aplicado la metodología cuantitativa y cuyo nivel de investigación fue correlacional, ya que se busca relacionar las variables del estudio. El objetivo fue determinar el comportamiento mecánico del concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz, en estado fresco y endurecido; mediante el análisis de artículos científicos y trabajos de investigación. En los cuales se realizaron diversas dosificaciones del concreto con incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en un rango del 0% al 15% y el método de diseño escogido fue el de American Concrete Institute (ACI). De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos se concluye en la mejora del comportamiento mecánico del concreto a los 28 días de edad para las resistencias de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², la resistencia a la compresión incrementa con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz; la mayor resistencia a la flexión se obtiene con la adición del 5% de ceniza; para lograr la trabajabilidad óptima y obtener valores aptos en el asentamiento, fue necesario la dosificación del 10% de adición y con respecto al tiempo de fraguado se reduce con la adición del 5% de ceniza.

Palabras claves: ceniza de cascarilla de arroz, comportamiento mecánico, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad del concreto, tiempo de fraguado.

ABSTRACT

The present research work was of a bibliographic type in which the quantitative methodology has been applied and whose research level was correlational, since it seeks to relate the study variables. The objective was to determine the mechanical behavior of concrete with the addition of rice husk ash, in a fresh and hardened state, through the analysis of scientific articles and research papers. In which various concrete dosages were made with the incorporation of rice husk ash in a range from 0% to 15% and the design method chosen was that of the American Concrete Institute (ACI). According to the analysis of the results obtained, it is concluded in the improvement of the mechanical behavior of the concrete at 28 days of age for the resistances of 175 kg/cm², 210 kg/cm² and 280 kg/cm², the compressive strength increases with the addition of 10% of rice husk ash; the highest flexural strength is obtained with the addition of 5% ash; To achieve optimal workability and obtain suitable values in the setting, a dosage of 10% of addition was necessary and with respect to the setting time it is reduced with the addition of 5% of ash.

Keywords: rice husk ash, mechanical behavior, compressive strength, flexural strength, concrete workability, setting time.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación ambiental es uno de los problemas severos que observamos día tras día, como es el caso de la acumulación de desechos que se generan por diferentes actividades (industriales, agrícolas, urbanas, entre otros) en nuestro país. Es por ello, que se busca utilizar la ceniza de la cascarilla de arroz, para encontrar un valor agregado a dicho desecho, en el sector de la construcción como una adición en el concreto el comportamiento mecánico con la finalidad de mejorar de dicho material.

La investigación en estudio busca encontrar una innovadora alternativa de sustituir el concreto por diferentes porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz, resultando el análisis viable para el sector construcción, ya que surge la necesidad de reutilizar la cascarilla de arroz como ceniza, debido a su composición puzolánica en el concreto.

Dada la composición de la ceniza, rica en sílice, permite su implementación en la industria de la construcción como elemento puzolánico en la fabricación de cementos y concretos mejorando sus propiedades fisicoquímicas, logrando obtener edificaciones de calidad, basados en la resistencia y durabilidad que proporciona el material en cuestión.

Este estudio se basa en el análisis y recolección de datos bibliográficos de trabajos de investigación y artículos científicos (nacionales e internacionales) que se realizaron de forma experimental en el transcurso no mayor a 6 años de antigüedad, las cuales son estudiadas, interpretadas y contrastadas.

El objetivo para esta investigación es determinar la adición de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar el comportamiento mecánico del concreto, siendo los objetivos específicos; obtener el porcentaje óptimo de adición de ceniza para incrementar la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad y reducir el tiempo de fraguado del concreto.

En el capítulo I se describe la realidad problemática, se plantea el problema general y los específicos; se menciona el objetivo general y los específicos de nuestra investigación; se explica la importancia y justificación de éste, se finaliza con las limitaciones que presenta el estudio.

En el capítulo II, se muestra el marco teórico, donde se narran los antecedentes; las bases teóricas, en la cuales se fundamenta su realización y se describe la información recopilada como artículos científicos y tesis nacionales e internacionales que respalda el desarrollo del análisis.

Para el capítulo III, se formula la hipótesis general y las específicas; se menciona las variables dependientes e independientes del estudio y finalmente se muestra el cuadro operacional.

En el capítulo IV, se centra en la metodología utilizada, en el tipo, nivel y diseño de investigación, se especifica la población y muestra; se describe las técnicas aplicadas de la recolección de datos y el procedimiento del análisis.

En el capítulo V, se obtiene la interpretación de los resultados, contrastaciones y verificación de diferentes hipótesis planteadas. Para finalizar se realiza el desarrollo de las discusiones con otros autores, conclusiones en base a lo demostrado en la investigación y recomendaciones según la experiencia obtenida al realizar el aporte del estudio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El concreto se ha convertido en el material de construcción más usado mundialmente debido a su capacidad para adaptarse a diversas formas; resistente al fuego y a la congelación. Su permeabilidad y hermeticidad lo convierten en un elemento ideal para viviendas, pavimentos, presas y canales. Todo esto trae una gran resistencia al desgaste y la abrasión debido relación agua-cemento, haciendo del concreto el material preferido para el sector construcción. Pérez y Ochoa, (2021).

El concreto es referirse a una piedra artificial, elaborada a partir de la mezcla formada por otros insumos como el cemento, la piedra o grava, la arena y el agua. A este material se les llama concreto simple resistente a esfuerzos de compresión y, en menor proporción a tracción, donde su resistencia comprende entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión. A esto si le incorporamos otros materiales como acero u otras fibras naturales o sintéticas que puedan aumentar la resistencia, estaríamos hablando de concreto reforzado o armado. Jaime y Portocarrero, (2018).

La cáscara de arroz tiene una consistencia liviana, abrasiva y tonalidad entre roja parda y granate oscuro, su concentración es muy baja, por lo que cuando se juntan ocupan un espacio, tiene un peso específico de 125 kg/m³. Aliaga y Badajos, (2018).

Este desecho orgánico ayudaría mucho al diseño de concreto, reemplazando de parcialmente en base al porcentaje del cemento y por ende su utilización evitaría los impactos negativos que tienen la elaboración del cemento con el medio ambiente, porque la alta demanda de producción de cemento va creciendo cada día más.

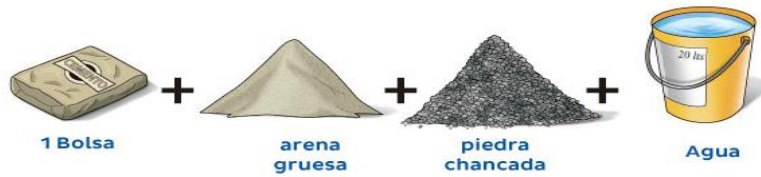


Figura 1: Materia prima para elaborar el concreto

Fuente: Aceros Arequipa, (2017).

En Colombia, la compañía cementera Samper capacitó a maestros y operarios de la construcción en labores que hasta entonces aún eran desconocidas en el medio como: clasificación del agregado, dosificación, diseño de mezclas en proporciones preestablecidas, etc. Las primeras construcciones fueron en la ciudad de Bogotá con el kiosco Samper, la terraza Pasteur y también el sistema de compuertas de La Ramada situado sobre el Río Bogotá muy cerca a Fontibón. Jaime y Portocarrero, (2018).

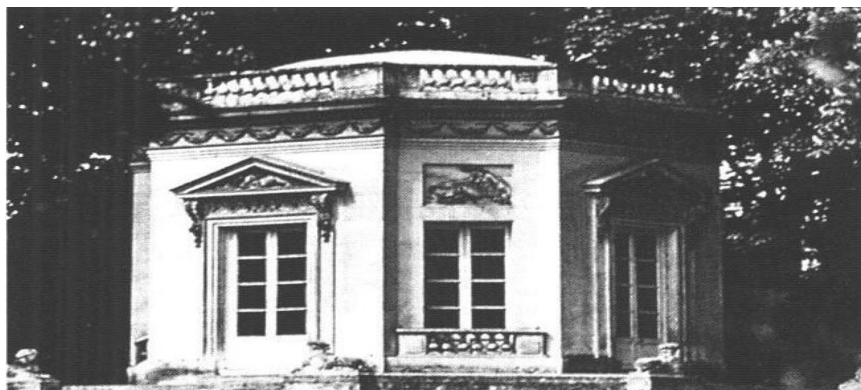


Figura 2: Kiosco Samper en Bogotá.

Fuente: Jaime y Portocarrero, (2018).

La demanda del concreto premezclado en obra ha aumentado mucho en los últimos años en el Perú, debido a sus variadas ventajas. Sin embargo, si llegamos a comparar nuestro consumo frente a otras regiones de Latinoamérica aún sería muy poco, pues existe un déficit en infraestructura. El ingeniero José Luis Viacava, gerente general de Mixercon, dio detalles de la producción mensual del concreto en la ciudad de Lima, señalando que se producen cerca de 230 mil metros cúbicos que al año representa 2 millones 800 mil metros cúbicos. CONSTRUYE, (2016).

En junio de 2017, el consumo interno del cemento, el cual es el principal indicador evolutivo del sector construcción, aumentó en 3,45% con respecto a junio del 2016; dejando atrás 10 meses de resultados negativos consecutivos. Esto se debe a la recuperación de obras privadas en la minería, edificios para vivienda e infraestructura empresarial privada. INEI, (2017).

Las nuevas tecnologías para elaborar el concreto han sido tema de gran impacto por parte de empresas de construcción y universidades que buscan alternativas para un concreto de alto desempeño. Estas tendencias se enfocan en la obtención de materiales sustentables, resistentes y que lleguen a cumplir las especificaciones técnicas que exigen las normas; para ello se está pensando en la reutilización de materiales industriales como también la de desechos agrícolas que puedan reducir el impacto ambiental. Benítez, (2015).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la ceniza de cascarilla de arroz influye en el comportamiento mecánico del concreto?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en la resistencia a la compresión del concreto?
- b) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en la resistencia a la flexión del concreto?
- c) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en la trabajabilidad del concreto?
- d) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en el tiempo de fraguado del concreto?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la adición de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar el comportamiento mecánico del concreto.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz para incrementar la resistencia a la compresión del concreto.
- b) Determinar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz para incrementar la resistencia a la flexión del concreto.
- c) Determinar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz para incrementar la trabajabilidad del concreto.
- d) Determinar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz para reducir el tiempo de fraguado del concreto.

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Temática

El estudio planteado presenta como temática central, la adición de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto.

1.4.2 Muestral

En la unidad muestral se procederá analizar la información de otras investigaciones, los ensayos de flexión y compresión como la trabajabilidad y tiempo de fraguado que cumplan con la norma NTP E.060 en concordancia con el estudio propuesto.

1.5 Justificación del estudio

El sector construcción en el Perú es una de las actividades económicas más rentables en el país, puesto que durante años ha sido un medio de bienestar económico nacional. La investigación en estudio busca encontrar una innovadora alternativa de sustituir el cemento de la mezcla de concreto por ceniza de cascarilla de arroz (CCA) la que se encuentra como desechos agroindustriales en nuestro país. La finalidad del presente estudio es diseñar concretos resistentes y durables.

1.5.1 Conveniencia

El estudio resulta viable para el sector construcción, ya que, al mencionar concreto, se habla de un material indispensable, estando siempre sujeto a reiteradas investigaciones para ofrecer mejoras tecnológicas.

La industria arrocerera es una de las actividades agrícolas más importantes en el país siendo la cascarilla de arroz el mayor residuo resultante de la producción. La mayoría de estas industrias utilizan dichos residuos orgánicos para generar energía eléctrica. Es por ello, que surge una necesidad de reutilización con las cenizas resultante de la generación eléctrica, debido a su composición puzolánica en el concreto.

1.5.2 Relevancia Social

La investigación trasciende y sobresale para la sociedad porque el propósito es mejorar el comportamiento mecánico del concreto con adición de ceniza de cascarilla de arroz para obtener construcciones de calidad, basados en resistencia y durabilidad, protegiendo los intereses de los involucrados de un proyecto de construcción.

1.5.3 Aplicaciones prácticas

Su aplicación será utilizada en el concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar el comportamiento mecánico en estado fresco y endurecido. También servirá como referencia para posteriores investigaciones experimentales y documentales, las cuales abarquen el estudio del concreto.

1.5.4 Utilidad metodológica

El trabajo de investigación se basa en el análisis bibliográfico de la recolección de datos en tesis y artículos nacionales e internacionales que se realizaron de forma experimental en el transcurso no mayor a 6 años de antigüedad.

1.5.5 Valor teórico

El presente trabajo aportará información y conocimiento basados en el concreto con adición de ceniza de cascarilla de arroz para futuras investigaciones.

1.6 **Importancia del estudio**

Este estudio es de gran interés porque se difundirá y ampliará conocimiento relacionado al comportamiento mecánico del concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz, siendo de forma sistemática ya que se reúne información de diversas fuentes las cuales son estudiadas, interpretadas y contrastadas.

El aporte de esta investigación es comprobar la mejora en el comportamiento mecánico del concreto, aumento de la resistencia a la compresión, flexión, trabajabilidad y reduce el tiempo de fraguado, con la adición de ceniza de cascarilla de arroz.

1.7 **Limitaciones del estudio**

El estudio está limitado al comportamiento mecánico del concreto adicionando ceniza de cascarilla de arroz, y no así a la serie de aditivos que presentan otras características y están sujetos a otros requerimientos.

No se realiza ensayos de laboratorio, visitas a campo, visitas a plantas de concreto porque al ser una investigación un trabajo documental o bibliográfica, se encuentra limitada por estas fuentes bibliográficas obtenidas en su mayoría virtualmente; tales como, libros, documentos científicos, especificaciones técnicas, normas, entre otros.

1.8 **Alcance**

El alcance del estudio llega hasta obtener suficiente informe de la adición de ceniza de cascarilla de arroz con referencia al comportamiento mecánico del concreto no estructural, además se hacen recomendaciones sobre los rangos de adición a emplear bajo un cierto requerimiento.

1.9 **Viabilidad**

La investigación se hace viable porque existe basta información, tanto en el ámbito nacional como internacional, la cual se tiene acceso gracias a los medios digitales, entre otros, que nos permitirá realizar una tesis documental de información provechosa para nuestro país.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

El concreto ha sido por varios años el material más usado para la industria de la construcción por las propiedades que contiene, desde la trabajabilidad en su estado fresco hasta la resistencia y durabilidad en su estado endurecido, no obstante, su composición ha ido variando con el pasar de las generaciones, buscando nuevos materiales adicionales, alguno de ellos nuevos áridos inertes finos y otros de gran composición química que pueden provocar diferentes reacciones en la mezcla, como fluidificarla, retardar su fraguado, aumentar su capacidad de impermeabilización al endurecer, acelerar el tiempo en el proceso del fraguado, disminuir estrictamente la exudación, entre otros. Sánchez, (2017).

Existen estudios en la historia sobre los primeros usos de materiales combinados, para lograr una mezcla semejante a lo que hoy se conoce como concreto:

Jaime y Portocarrero, (2018). Informan sobre la historia que:

Durante el Imperio Romano el uso del hormigón como elemento constructivo tanto en grandes como en pequeñas estructuras e infraestructuras alcanzó un grado de satisfacción que no se volvió a lograr hasta el siglo XIX. Esto se debió quizá a la gran habilidad constructiva de los romanos y a la facilidad de conseguir cerca de Roma arenas volcánicas con propiedades cementicias, con las que preparaban un mortero mezclando dichas arenas con piedras naturales (habitualmente cal y guijarros). Este mortero poseía unas propiedades físicas y mecánicas prácticamente idénticas a las que posee el hormigón utilizado en las construcciones erigidas en la actualidad, y era utilizado en la construcción de estructuras enormes que han probado ser muy duraderas durante siglos.

Basándonos en la historia de la ceniza de cascarilla de arroz: La CCA obtenida de la cascarilla de arroz bajo condiciones de combustión controladas se ha empleado como material para obtener sílice de característica amorfa y utilizada como puzolana, la cual actúa como fuente de fases mineralógicas como los silicatos tricálcicos y bicálcicos (C3S y C2S) del cemento. La sílice de la CCA reacciona con la cal, dando lugar esta reacción a la formación de cristales de silicato de calcio hidratado (CHS), que contribuyen a la generación de resistencias mecánicas en los

concretos adicionados, es por esta razón que es considerado como una opción viable para la sustitución parcial del cemento en elementos constructivos de concreto, tanto desde el punto de vista mecánico como económico, debido a que este residuo no representa ningún valor comercial hasta el momento. Hoy en día, los elementos de concreto moldeado tienen una cantidad infinita de usos, formas, texturas y colores, muy distintos a los materiales tradicionales de construcción. Gracias a su alta versatilidad, el concreto es usado para la producción de elementos prefabricados como; bloques estándares, ladrillos, adoquines, postes, losetas, muros de contención segmentados o cualquier otra especialidad, todos estos productos se logran actualmente con una muy buena calidad y con costos bajos comparados con otros materiales usados comúnmente en la industria de la construcción. Es de gran importancia que estos materiales de construcción, que con el tiempo han ido evolucionando, puedan ser accesibles para toda la población en general, desde las clases rurales hasta las más altas. Centeno et al, (2015).

La cáscara de arroz tiene una consistencia delicada, abrasivo y de tonalidad entre roja parda y granate oscuro, su concentración es muy baja, por lo que cuando se juntan ocupan un dilatado espacio, tiene un peso específico de ciento veinticinco kg/m^3 , dicho de otra manera, mil kilos acaparan cerca de ocho metros cúbicos a granel. Aliaga y Badajos, (2018).

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigaciones Internacionales

Haro, (2016). Investigó a la ceniza de la cascarilla de arroz CCA, con el objetivo de evaluar sus comportamientos al adicionarlas en el hormigón, y determinar cuál es la mejor relación de porcentajes entre el cemento y las cenizas para su mejor resistencia a flexión. Concluye que, la sustitución parcial del cemento con el 10% de cenizas de cascarilla de arroz (CCA) es la ideal, ya que el valor de resistencia a flexión fue de 192.22 kg/cm^2 a los 60 días de curado, mejorando así en un 15.41% en comparación de una viga normal con el 0% de puzolana.

Serrano, (2016). Estudió la posibilidad de utilizar la cascarilla de arroz con y sin pretratamientos, como una adición en la fabricación de morteros ligeros, con el objetivo de determinar sus propiedades como la densidad, la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión de los morteros realizados. Los

resultados mostraron que son morteros de muy baja densidad y elevada porosidad que los convierten en candidatos para elaborar materiales de construcción de aislamiento térmico y acústico, pero no para fabricar elementos portantes debido a su baja resistencia mecánica. Se concluye que el tratamiento químico de la cascarilla con reactivos alcalinos y la adición de cloruro cálcico como acelerante del fraguado, son dos propuestas efectivas para la reutilización de estos residuos en morteros aligerados.

Centeno et al, (2015). En su investigación usó un residuo agroindustrial siendo la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) producido por la combustión controlada de la cascarilla de arroz, este proceso de quema fue realizado en la arrocera la Esmeralda ubicada en el municipio de Jamundí (Cali, Valle del Cauca, Colombia). La ceniza resultante del proceso de combustión de la cascarilla de arroz presentó un 29,38% de sílice amorfo. Este residuo fue incorporado en mezclas de concreto con el fin de conocer sus propiedades puzolánicas en la sustitución parcial de cemento Portland tipo I y como agregado fino, para la fabricación de bloques no estructurales y bloques macizos. Los resultados que se obtuvieron mostraron que la relación cemento/agregado de 1 a 6 y la adición del 20% de CCA que actúa como filler y puzolana es cantidad óptima para la utilización de este residuo agroindustrial para producir bloques no estructurales. También encontramos que en el proceso de mezclado en dos etapas mejora la calidad del producto, aportando las propiedades mecánicas de las mezclas elaboradas a 28 días de curado”.

Aigaje y Chalco, (2021). En su investigación concluye que el porcentaje de reposición óptimo es el 10% del peso del cemento por ceniza de cascarilla de arroz, siendo la diferencia que tienen los otros porcentajes de reemplazo es pequeña en comparación con la muestra patrón a los 28 días de curado, observando que la resistencia es mejor.

Bastidas y Ortiz, (2016). Investigaron ensayos de laboratorio analizando el comportamiento de mezclas de hormigón con el 5% y 10% de CCA versus el hormigón estándar bajo las mismas condiciones donde se comparó las propiedades físico-mecánicas. De acuerdo con los resultados finales del proyecto se determinó la validez de la utilización de la ceniza CCA en la

construcción proponiendo como mezcla óptima el hormigón con el 10% de CCA.

Rodríguez y Tibabuzo, (2019). Determinaron que la adecuada quema de la cascarilla de arroz produce ceniza con un porcentaje de sílice importante, el cual es un elemento que tiene buena actividad puzolánica, efectivo para la formación de compuestos cementicios que permiten el aumento de la resistencia a la compresión del concreto fraguado.

2.2.2 Investigaciones nacionales

Iglesias y Yupanqui, (2016). Mencionan que su trabajo tuvo como objetivo utilizar materiales de desecho, como la CCA, y cuyo fin fue la adición en proporciones determinadas al cemento; para que de esta forma los costos para producir este insumo sean más económicos y con esto ser accesibles para las personas de bajo recursos, sin comprometer ninguna de sus características físicas y mecánicas. Las muestras de concreto con pérdidas mayores en la resistencia a la compresión son aquellos que contienen altos porcentajes de adición de CCA. Sin embargo, la resistencia a la compresión de las muestras con 5% y 10% de adición presentó resultados similares y mayores a largo plazo.

Beltrán y Ccama, (2017). Concluyen que el porcentaje de sílice amorfa activa en la ceniza es uno de los elementos principales para la puzolana, logrando obtener una ceniza con 86.5% de sílice en su composición.

Jaime y Portocarrero, (2018). En su trabajo de investigación mencionan que los resultados finales del proyecto determinaron la validez de la utilización de la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) en la sustitución del cemento, proponiendo como porcentaje óptimo la de 5%, el cual obtuvo una resistencia final de 231 Kg/cm².

Aliaga y Badajos, (2018). Evaluaron que la adición de cenizas de cascarillas de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210 kg/cm², Atalaya – Ucayali, 2018; influye de manera positiva, de tal modo que, de acuerdo con los resultados obtenidos, se reduce el uso de cemento entre 10% a 15%. Mientras con la adición de 20 % de CCA no llega a la resistencia esperado.

Arévalo y López, (2020). En su tesis concluyen que el porcentaje adecuado de adición, de 2%, con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto. Los resultados a los 28 días se mencionan a continuación: Para el primer diseño patrón, las resistencias son $f^c=176.53 \text{ kg/cm}^2$, $Mr=39.34 \text{ kg/cm}^2$, y con adición adecuada de 2% se obtuvo $f^c(2\%)=177.66 \text{ kg/cm}^2$, $Mr(2\%)=41.57 \text{ kg/cm}^2$; para el segundo diseño patrón, las resistencias son $f^c=210.35 \text{ kg/cm}^2$, $Mr=46.06 \text{ kg/cm}^2$, y con adición adecuada de 2% se obtuvo $f^c(2\%)=213.82 \text{ kg/cm}^2$, $Mr(2\%)=47.83 \text{ kg/cm}^2$.

Pérez y Ochoa, (2021). Tuvieron como objetivo de estudio en su tesis lo siguiente: la evaluación y el análisis, de la adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto, para poder determinar si este produce un incremento en su resistencia a la compresión y consistencia.

2.2.3 Artículos relaciones con el tema

Obilade, (2014). Menciona lo siguiente:

Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.63, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (1%, 5%, 10%, 15% y 20%). Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.034:2013. Los ensayos se realizaron con los testigos cilíndricos a las edades de 7, 14 y 28 días.

Solarte et al, (2017). En su artículo investigaron el efecto que la ceniza de cascarilla de arroz tiene sobre las propiedades mecánicas y de durabilidad en el concretos adicionado. Para ello, hicieron ensayos de resistencia mecánica a 28 días de curado, densidad y porosidad, penetración rápida del ión cloruro, espectroscopia de impedancia electroquímica y resistencia a la polarización. Los resultados demuestran que la ceniza disponible localmente aumenta la resistencia a compresión y reduce la permeabilidad ante agentes agresivos como el ión cloro sólo si se adiciona al concreto en partículas finamente molidas.

Ferreira et al, (2019). Mencionaron que la incorporación de residuos en mezclas a base de cemento puede traer ventajas técnicas relacionadas con el aprovechamiento de materia orgánica disponible en la naturaleza. El objetivo de esta investigación consiste en sustituir porcentajes de cemento en peso por gris de cáscara de arroz (CCA), ya que la relevancia de esta investigación se basa en la sostenibilidad generada en la utilización de la ceniza. El proceso metodológico consistió en la caracterización de la CCA a través de un programa experimental. Los resultados presentados fueron realizados a través de ensayo DRX, granulometría láser, método B.E.T. y la pérdida al fuego, en los que muestran la presencia de sílice en estado cristalino con baja amortización (estructura poco amórfica), exponiendo que la ceniza de cáscara de arroz analizada presenta propiedades puzolánicas de forma moderada. Además, la CCA posee una mayor superficie específica y mayor granulometría cuando se compara con el cemento, resaltando así la necesidad de un proceso adecuado de molienda y aditivos superplastificante para su utilización como sustitución de porcentajes de cemento en masa en trazos de hormigón convencional.

Orrabalis et al, (2019). Postularon que:

Se obtuvieron cenizas ricas en nanopartículas amorfas de dióxido de silicio (conglomerados de diámetro promedio de 60 nm) a partir de la combustión controlada de la cáscara de arroz. La cáscara y la ceniza se utilizan en la preparación de morteros de cemento. Se estudió la morfología y estructura de la cáscara y de la ceniza, así como la influencia de su uso en las propiedades mecánicas de los morteros de cemento fabricados. En el análisis se presta especial atención a parámetros como la densidad de los morteros y su resistencia a la compresión. Los estudios se realizaron mediante microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X, análisis termogravimétrico, y una máquina INSTRON para ensayos mecánicos.

Kaarthik y Sandeep, (2016). En su investigación experimental encontraron que el reemplazo óptimo de la ceniza de cáscara de arroz en el cemento estaba cerca del 10% en términos de trabajabilidad y resistencia.

Givi et al,(2020). Concluyeron en su estudio que el reemplazo de ceniza de cáscara de arroz refinó los poros y, por lo tanto, redujo la permeabilidad, además sugieren que la incorporación de RHA hasta un nivel de reemplazo del 30% reduce el cloruro penetración, disminuye la permeabilidad y mejora la resistencia y propiedades de resistencia a la corrosión; recomendando al final que el nivel idóneo de reemplazo es hasta un 25%.

Bheel et al, (2019). Concluyeron que la fluidez del hormigón fresco disminuye al aumentar el contenido de RHA en el hormigón. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión y a la tracción de las probetas de hormigón aumentaron un 11,8% y un 7,31%, respectivamente, al utilizar un 10% de RHA a los 28 días de curado.

Talsania et al, (2015). Concluyen lo siguiente: Se incrementa la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del hormigón permeable aumentando hasta un 10% de reemplazo de cemento con RHA más allá de lo que comienza a disminuir.

Camargo e Higuera, (2016). Postulan que sus muestras con sustitución del 5% presentaron un comportamiento mecánico superior a las muestras patrón en los ensayos de resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, por lo tanto, se evidencia el aporte en la resistencia de la ceniza de cascarilla del arroz, sin embargo, para los porcentajes de sustitución del 15% y 30% se genera una pérdida significativa de resistencia y no pueden ser usados para la fabricación de concreto hidráulico para pavimento rígido.

2.3 Estructuras teóricas y científicas

2.3.1 Propiedades del concreto Fresco

Trabajabilidad

La trabajabilidad es la cualidad que hacen al concreto más o menos fácil de ser colocado en una estructura. Una mezcla será trabajable en función del equipo disponible de compactación y del tipo de estructura al cual estará destinado. Una manera práctica para determinar la trabajabilidad de una mezcla consiste en medir su fluidez, mediante el ensayo del asentamiento o revenimiento haciendo uso del cono de Abrams. Cabanillas, (2017).

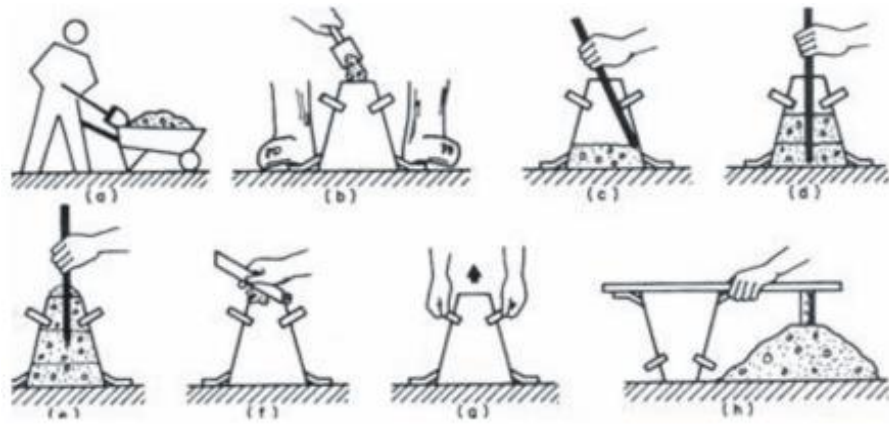


Figura 3: Asentamiento de la mezcla control.

Fuente: Villalobos, (2020).

Resistencia del concreto

La resistencia a la compresión es la característica más importante de un concreto, definiéndose como la capacidad que soporta una carga sobre una unidad de área. El ensayo se realiza sobre probetas de forma cilíndricas que son elaboradas en moldes especiales, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Anyosa, (2018).

2.3.2 Ensayos en estado fresco

El asentamiento es el índice que mide la consistencia del concreto, con relación a su fluidez. La NTP 339.035 establece que el asentamiento o Slump consta en poner una muestra de hormigón en estado plástico (recién mezclado) dentro de un molde en forma de cono truncado. Se llenará el cono en tres capas y en cada capa compactaremos dándole 25 golpes con la varilla perpendicularmente y en sentido circular. El molde se levantará, y se deja que caiga el hormigón por efecto de la gravedad. Medimos la distancia vertical entre la varilla y el centro de la mezcla desplazada y se anotamos el valor del asentamiento del hormigón. El revenimiento es generalmente está ligado al incremento proporcional del contenido de agua que tiene la mezcla fresca e inversamente relacionada con la resistencia del concreto.

2.3.3 Ensayos en estado endurecido

Existen diversos ensayos para el concreto en estado endurecido, mayormente el interés de estos ensayos en el concreto es el de medir su resistencia, en diferentes edades, para así este poder superar diversos estándares de calidad necesarios para la confiabilidad de las obras civiles. Los siguientes ensayos mencionados son algunos ejemplos para medir dichas resistencias, sirviendo de guía para ensayos de concretos fluidos en estado endurecido.

2.3.4 Ensayo de resistencia a la compresión

NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Esta NTP tiene como objetivo establecer la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas. Es usado para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas en forma de cilindro, preparada y curada, tomando en cuenta el tamaño y la forma de la probeta, tanda, proceso de mezclado, moldeo, muestreo y elaboración, temperatura, edad y condiciones de humedad durante el proceso de curado. Consiste en la aplicación de una carga axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas con una velocidad normal en un rango prescrito mientras sucede la falla, se calcula la resistencia a la compresión lograda por la probeta por división de carga máxima alcanzada en el ensayo.



Figura 4: Prueba de resistencia a la compresión.

Fuente: Villalobos, (2020).

2.3.5 Ensayo de resistencia a la flexión

NTP 339.078 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, consiste en la aplicación de carga en la tercera parte de la luz de una viga fabricada con concreto hasta el momento que ocurre una falla, se calcula el módulo de rotura. Variará la determinación de la resistencia si existen diferencias en tamaño, preparación, condiciones de humedad o si la viga ha sido cortada al tamaño requerido.



Figura 5: Prueba de resistencia a la flexión.

Fuente: Villalobos, (2020).

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 Concreto

El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso, piedra chancada, agregado fino y agua. Anyosa, (2018).

2.4.2 Trabajabilidad del concreto

La trabajabilidad del concreto es una medida de la facilidad con la que se puede colocar y compactar el hormigón fresco: es un complejo de combinación de aspectos de fluidez, cohesión, transportabilidad, compactibilidad y adherencia. Jaime y Portocarrero, (2018).

2.4.3 **Agregados del concreto**

Material granular, tal como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero. ACI, (2015).

2.4.4 **Relación a/c**

La relación a/c, es la razón entre la cantidad de agua y la cantidad de cemento por m³. A menor relación a/c se obtiene mayor resistencia y viceversa; sin embargo, suele ser más trabajable cuando la mezcla posee relaciones a/c más altas.

2.4.5 **Resistencia mecánica del concreto**

La resistencia es la capacidad de carga que puede soportar el concreto en una cierta superficie o área; este indicador se expresa en términos de esfuerzo y en su mayoría en kg/cm². Anyosa, (2018).

2.4.6 **Tiempo de fraguado del concreto**

El tiempo de fraguado se usa para explicar la velocidad de cambio del estado plástico al estado endurecido de una mezcla de cemento, mortero o concreto (bajo condiciones de temperatura y humedad), y es medido en función del tiempo, según la resistencia que ofrezca a la penetración. Beltrán y Ccama, (2017).

2.4.7 **Asentamiento del concreto**

Es la medida de la consistencia del concreto, referente al grado de humedad de la mezcla. Consiste en colocar una muestra de concreto recién mezclado (se compacta por varillado) dentro de un molde en forma de cono truncado, el molde se levanta, y se deja que el concreto se desplome, permitiendo medir la trabajabilidad y la consistencia del concreto no endurecido. Arévalo y López, (2020).

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Al determinar el porcentaje de la ceniza de cascarilla de arroz se mejora el comportamiento mecánico del concreto según la Norma E060.

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la compresión del concreto.
- b) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la flexión del concreto.
- c) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la trabajabilidad del concreto.
- d) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se reduce el tiempo de fraguado del concreto.

3.2 Variables

3.2.1 Definición conceptual de las variables

Las variables de estudio son de tipo cuantitativa continua, ya que los resultados son susceptibles a la medición bajo un sistema establecido, el cual, a su vez, permite una cantidad de resultados muy amplia.

3.2.2 Variables independientes

Ceniza de cascarilla de arroz.

3.2.3 Variables dependientes

Comportamiento mecánico del concreto.

3.2.4 Definición conceptual

Ceniza de la cascarilla de arroz

Previo a la utilización la cascarilla de arroz debe someterse a calcinación a una temperatura entre 400 y 800°C, de lo cual se obtendrá la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), material puzolánico que tiene un alto contenido de sílice; y que en varias dosificaciones se usan para cumplir la resistencia dada del concreto. Bastidas y Ortiz, (2016).

Comportamiento mecánico del concreto

El comportamiento del concreto se basa en las características principales que posee en función del fin que se le dé y el destino que tenga; todo ceñido en el diseño de la mezcla. Cabanillas, (2017).

3.2.5 Definición operacional

Ceniza de la cascarilla de arroz

Un proceso que involucra al ser mezclado con el portland para producir una elevada resistencia a la compresión en morteros y concretos, haciendo factible la reducción de las relaciones agua/cemento. Jaime y Portocarrero, (2018).

Comportamiento mecánico del concreto

El comportamiento se rige en base a la selección de las proporciones de concreto para obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias. Cabanillas, (2017).

3.2.6 Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de la variable

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Índices	Unidad de medida	Escala	Instrumento	Herramienta
Ceniza de cascarilla de arroz	Previo a la utilización la cascarilla de arroz debe someterse a calcinación a una temperatura entre 400 y 800°C, de lo cual se obtendrá la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), material puzolánico que tiene un alto contenido de sílice; y que en varias dosificaciones se usan para mejorar la resistencia del concreto. Bastidas y Ortiz, (2016)	Un proceso que involucra al ser mezclado con el portland para producir una elevada resistencia a la compresión en morteros y concretos, haciendo factible la reducción de las relaciones agua/cemento. Jaime y Portocarrero, (2018).	Clasificación	Generaciones	1ra, 2da, 3ra y 4ta	Cualitativa	Normas nacionales e internacionales, tesis de grado, libros, investigaciones, entre otros.	Norma E060 concreto armado
				Agentes dispersantes	%			
			Composición	Humectantes	%			
				Controladores del fraguado	%			
Comportamiento mecánico del concreto	El comportamiento del concreto se basa en las características principales que posee en función del fin que se le dé y el destino que tenga; todo ceñido en el diseño de la mezcla. Cabanillas, (2017).	El comportamiento se rige en base a la selección de las proporciones de concreto para obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias. Cabanillas, (2017).	Trabajabilidad	Plasticidad	a/c	Adimensional	Normas nacionales e internacionales, tesis de grado, libros, investigaciones, entre otros.	Norma NTP 339.035
				Manejable	a/c			
			Tiempo de fraguado	Transporte	tiempo (h)	Cuantitativa continua		Norma NTP 334.006
				Colocación	Slump (mm)			
			Resistencia a la compresión	Durabilidad	Mpa	Cuantitativa continua		Norma NTP 339.034
				Resistencia a la flexión	Elasticidad			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación será de tipo bibliográfica, teniendo en cuenta los conocimientos previos y recolección de datos de otras investigaciones y artículos, comprobaremos de manera bibliográfica las propiedades de la adición de ceniza de cascarilla de arroz al concreto para mejorar su resistencia, las conclusiones serán utilizadas para la solución de problemas relacionados a la tecnología del concreto y generando otras alternativas de diseñar estructuras con morteros con mejores propiedades mecánicas que será de fácil producción y económicamente viable para un gran porcentaje de la población del Perú.

4.1 Método de investigación

El método de la investigación es deductivo, porque el propósito del estudio es demostrar que mejora el comportamiento mecánico del concreto a partir de la variable independiente, que es la adición de ceniza de cascarilla de arroz. La orientación es aplicada porque pretende resolver la problemática planteada. Por la captación de información es retrospectivo porque la recolección de datos es a partir de información precedente del tema en estudio.

4.2 Tipo de investigación

La investigación es descriptiva, explicativa y correlacional porque nace de una descripción del problema, posterior a ello se explica y plantea una solución en base a las fuentes documentales revisada, y además se correlacionan las variables, ya que el comportamiento mecánico del concreto depende de la adición de ceniza de cascarilla de arroz.

4.3 Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo porque permite estudiar las variables, describiendo y cuantificando propiamente a cada una de ellas, mediante el estudio de la trabajabilidad y resistencia del concreto.

4.4 **Diseño de investigación**

El trabajo de investigación bibliográfico está basado en la recolección de datos de otras investigaciones y artículos sobre el comportamiento mecánico de un concreto no estructural con la adición de ceniza de cascarilla de arroz enfocadas en pruebas de compresión y flexión para poder llegar a una conclusión que determine si mejora la resistencia de dicho concreto.

Según el número de mediciones es longitudinal porque se estudiarán, evaluarán, analizarán las diferentes mediciones que se realizaron en investigaciones previas. Según la cronología de las observaciones, son retrospectivos porque se cuentan con los datos ya recogidos con anterioridad. El estudio de diseño es de cohorte (causa-efecto).

4.5 **Población y muestra**

4.5.1 **Población**

La población de estudio se va a tomar en base a las normas establecidas en cada uno de los países donde los investigadores realizaron el estudio, teniendo como ejemplo a la norma NTP E060, ASTM C33-03 especificación normalizada de agregados para el concreto.

4.5.2 **Muestra**

La muestra de estudio en la investigación son los ensayos de trabajabilidad, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión y flexión, realizados en los artículos y tesis de referencia.

4.6 **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos utilizaremos diferentes plataformas vía internet, videoconferencias, asesoramiento virtual y plataformas de datos académicos (Scopus y Proquest) que nos permitieron tener una buena recopilación de datos, debido a la coyuntura actual del (COVID 19) el instrumento más accesible y de gran utilidad es la web, mediante la cual podemos conectarnos con otras personas especialistas en el tema, podemos buscar información, no solo de nuestra localidad sino en todo el mundo, por ello será el instrumento principal para lograr el objetivo de la investigación.

4.7 **Descripción de procedimientos de análisis**

Se realizarán múltiples lecturas, desarrollo de resúmenes, mediante un programa de asesoramiento de tesis en la Universidad Ricardo Palma, de esta manera se procederá a llevar la investigación descriptiva para lograr obtener suficiente material de estudio, conocer todos los beneficios que nos puede proporcionar el concreto con la adición de ceniza, y tener una noción amplia en este tipo de concretos para tener en cuenta al momento de usar nuevas tecnologías.

Los datos obtenidos se recopilarán de información estudiada y actualizada, puesto que nos centramos en un tema de investigación muy a la vanguardia para la tecnología.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el análisis de resultado de la presente investigación se busca el óptimo porcentaje de ceniza de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar el comportamiento mecánico del concreto en su estado fresco (trabajabilidad y tiempo de fraguado) y en su estado endurecido (resistencia a la compresión y flexión), se seleccionó los artículos correspondientes, donde se resaltan nuestros indicadores.

Se utilizaron 50 fuentes bibliográficas entre tesis y artículos para un mejor análisis en esta investigación.

5.1 Resultado de la investigación

La ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento, presenta diferentes comportamientos mecánicos: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, tiempo de fraguado y en la trabajabilidad. En este estudio presentamos una recopilación de artículos científicos y trabajos de investigación, donde se evidencian dichos comportamientos en el concreto con la adición de la ceniza de cascarilla de arroz.

Hipótesis 1: Al analizar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la compresión del concreto.

Montero, (2019).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.77, 0.85, 0.90 y 0.96 para las diferentes muestras y se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.034.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 2: Primer ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días
1	Patrón	193
2	10	209
3	15	169

Fuente: Montero, (2019).

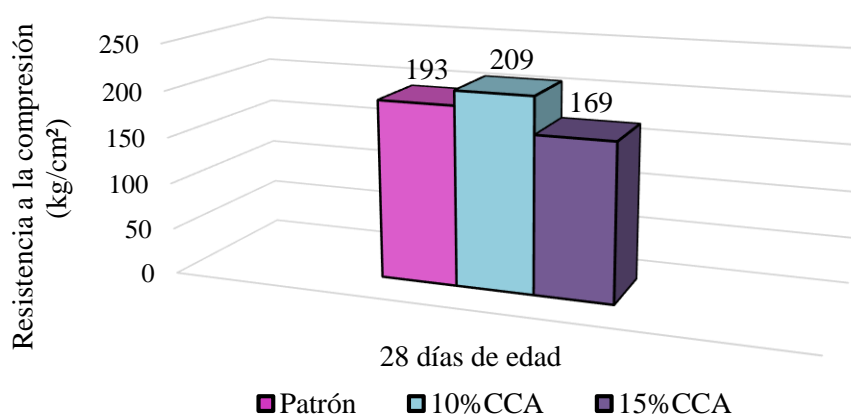


Figura 6: Primer resultado del ensayo de resistencia a la compresión de $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 2 y figura 6, se observa que con el 10% de adición de ceniza de cáscara de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, llegando a 209 kg/cm² y a medida que se sustituye mayor cantidad de ceniza la resistencia disminuye.

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.63, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.034.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 3: Segundo ensayo de resistencia a la compresión del concreto
 $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días
1	Patrón	176
2	10	201
3	15	169

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

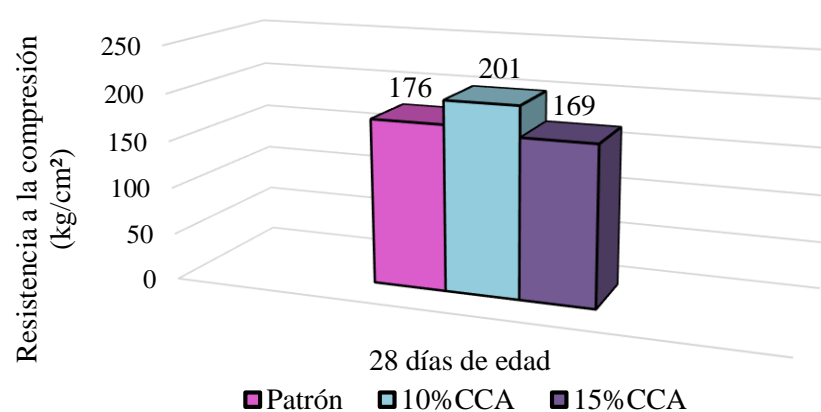


Figura 7: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la compresión de
 $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 3 y figura 7, se observa que con el 10% de adición de ceniza de cáscara de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, llegando a 201 kg/cm².

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.56, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.034.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 4: Primer ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días
1	Patrón	258
2	10	263
3	15	228

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

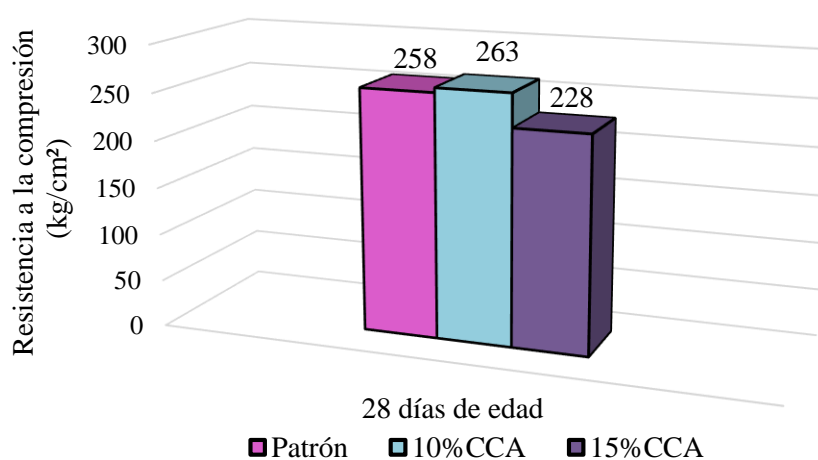


Figura 8: Primer resultado del ensayo de resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Tanto en la tabla 4 como la figura 8, se observa que al adicionar el 10% de ceniza de cascarilla de arroz al concreto aumenta la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, llegando a 263 kg/cm^2 a los 28 días de edad.

Aliaga y Badajos, (2018).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.59, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.034.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 5: Segundo ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días
1	Patrón	285
2	10	290
3	15	255

Fuente: Aliaga y Badajos, (2018).

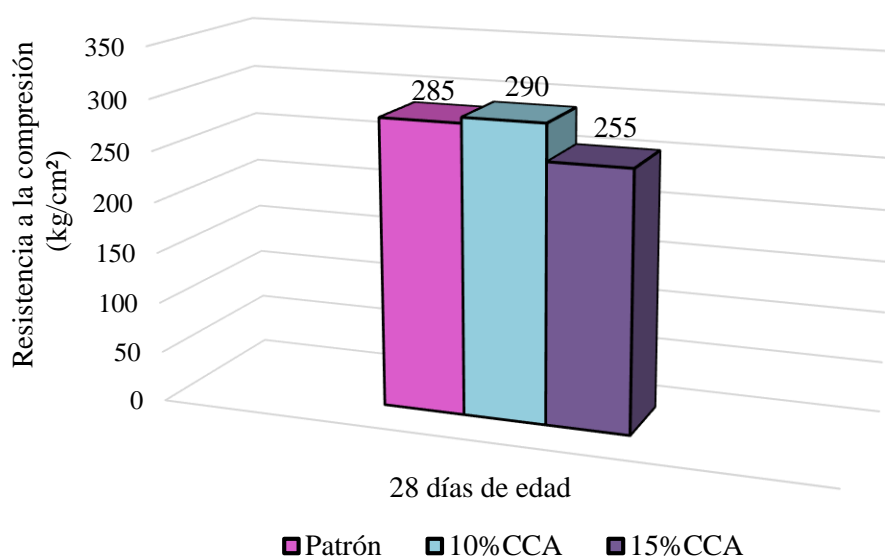


Figura 9: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Tanto en la tabla 5 como en la figura 9, se observa que la resistencia a compresión se incrementa con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz llegando a 290 kg/cm^2 y a medida que se aumenta el porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz la resistencia disminuye considerablemente.

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.47, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.034.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 6: Primer ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días
1	0	350
2	10	375
3	15	284

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

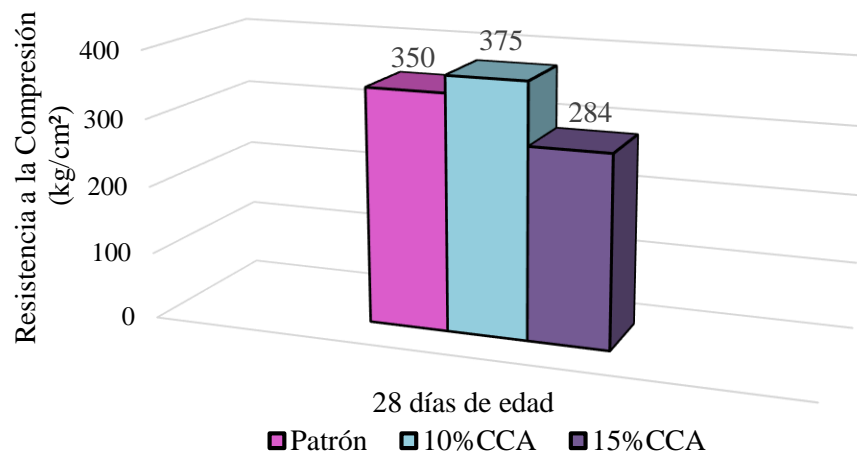


Figura 10: Primer resultado del ensayo de resistencia a la compresión de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Tanto en la tabla 6 como la figura 10, se observa que con el 10% de adición de ceniza de cáscara de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, llegando a 375 kg/cm².

Bheel et al, (2019).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.47, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.034.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 7: Segundo ensayo de resistencia a la compresión para un concreto de $f'c=280$ kg/cm².

Ensayos	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días
1	Patrón	320
2	10	355
3	15	305

Fuente: Bheel et al, (2019).

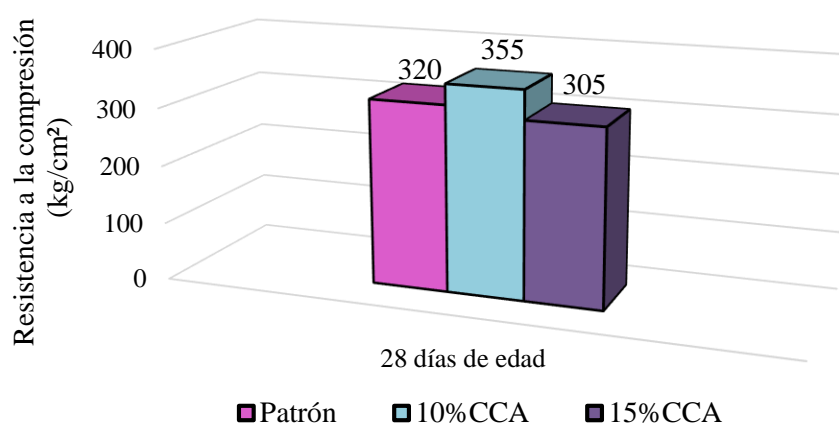


Figura 11: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la compresión de $f'c=280$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Tanto en la tabla 7 como la figura 11, se observa que con el 10% de adición de ceniza de cáscara de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, llegando a 355 kg/cm².

Hipótesis 2: Al analizar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la flexión del concreto.

Arévalo y López, (2020).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.62 y se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 5% y 10%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.078.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 8: Primer ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f'_c=175$ kg/cm².

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días de edad
1	Patrón	39
2	5	42
3	10	38

Fuente: Arévalo y López, (2020).

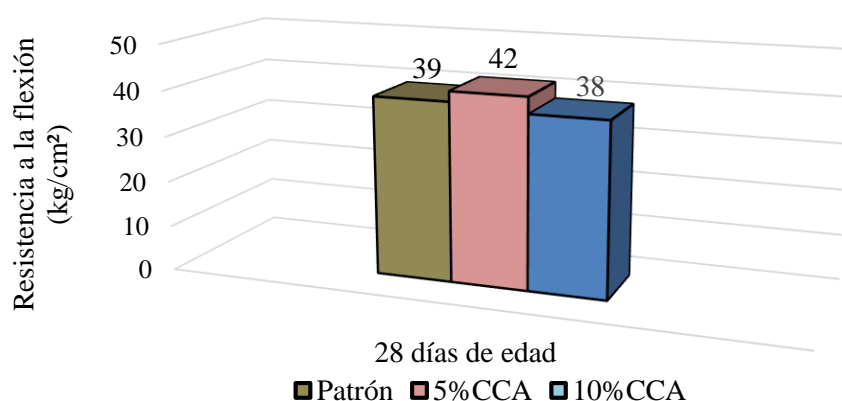


Figura 12: Primer resultado del ensayo de resistencia a la flexión de $f'_c=175$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Tanto en la tabla 8 como la figura 12, se observa que con la adición del 5% de ceniza de cáscara de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la flexión con respecto al concreto patrón, llegando a 36 kg/cm².

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.63, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 5% y 10%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la flexión, siguiendo la norma NTP 339.078.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 9: Segundo ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f'c=175$ kg/cm².

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)
		28 días de edad
1	Patrón	34
2	5	36
3	10	30

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

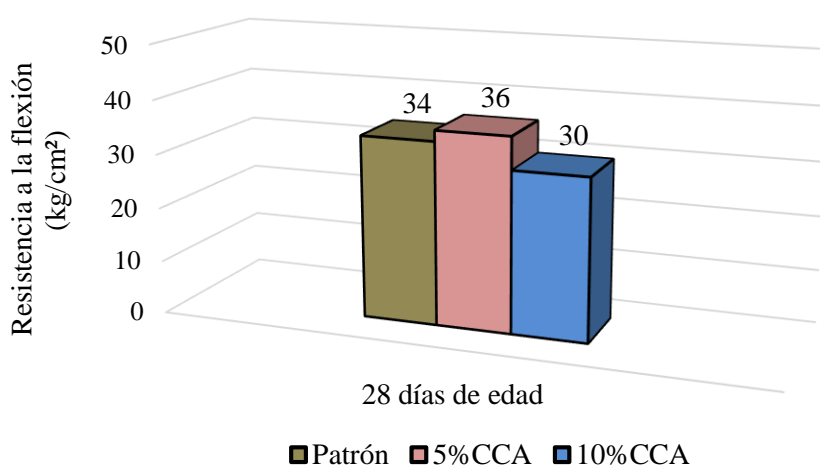


Figura 13: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la flexión de $f'c=175$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 9 y figura 13, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la flexión, llegando a 42 kg/cm² a los 28 días en comparación con la probeta patrón.

Arévalo y López, (2020).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.57 y se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 5% y 10%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.078.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 10: Primer ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=210$ kg/cm².

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)
		28 días de edad
1	Patrón	46
2	5	48
3	10	45

Fuente: Arévalo y López, (2020).

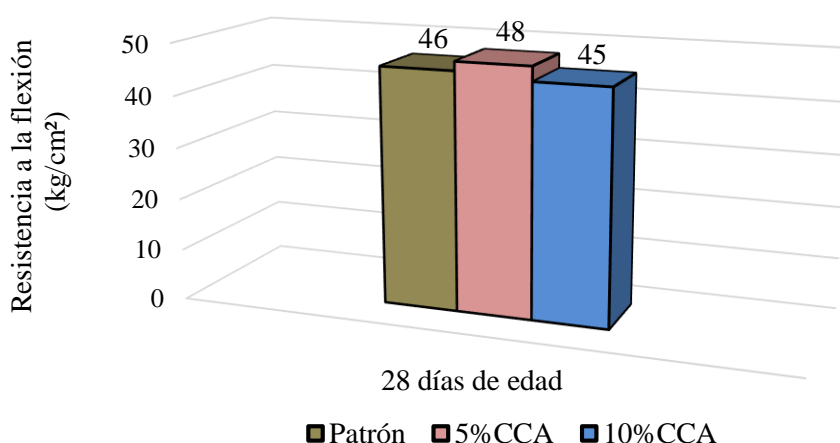


Figura 14: Primer resultado del ensayo de resistencia a la flexión de $f^c=210$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 10 y figura 14, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la flexión a los 28 días en comparación con la probeta patrón, llegando a 48 kg/cm².

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.56, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 5% y 10%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la flexión, siguiendo la norma NTP 339.078.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 11: Segundo ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días de edad
1	Patrón	43
2	5	44
3	10	39

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

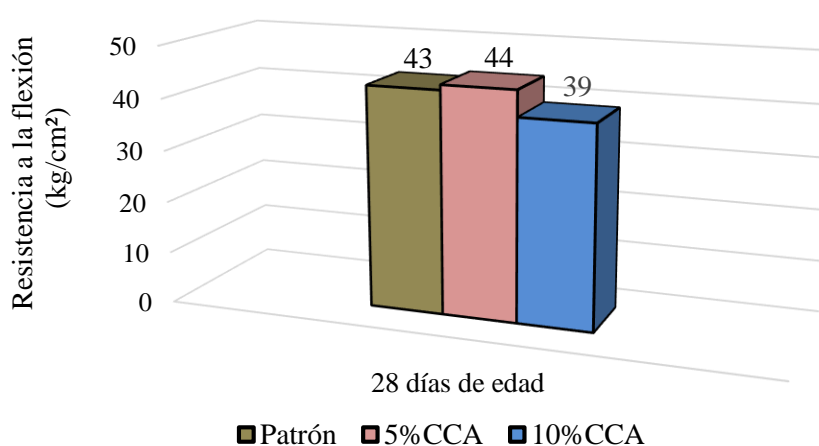


Figura 15: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la flexión de $f'_c=210$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 11 y figura 15, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la flexión a los 28 días en comparación con la probeta patrón, llegando a 44 kg/cm².

Camargo e Higuera, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.47 y se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 5% y 10%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la flexión, siguiendo la norma NTP 339.078.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 12: Primer ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=280$ kg/cm².

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días de edad
1	Patrón	44
2	5	48
3	10	40

Fuente: Camargo e Higuera, (2016).

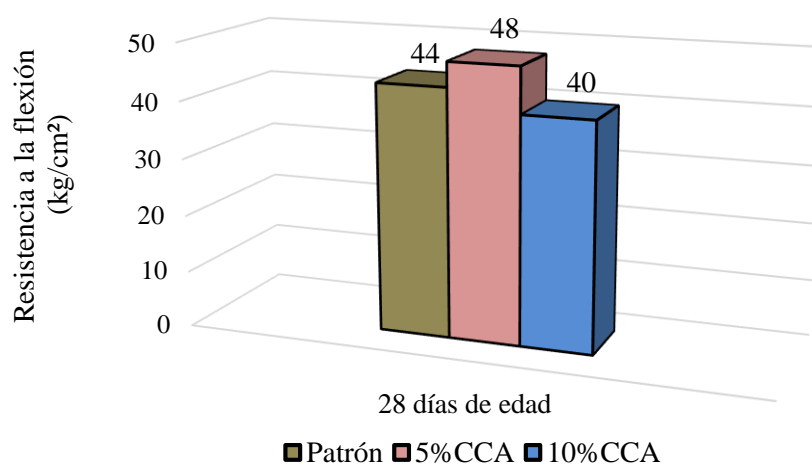


Figura 16: Primer resultado del ensayo de resistencia a la flexión de $f^c=280$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 12 y figura 16, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la flexión a los 28 días en comparación con la probeta patrón, llegando a 48 kg/cm².

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.47, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 5% y 10%).
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el de resistencia a la compresión, siguiendo la norma NTP 339.078.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 13: Segundo ensayo de resistencia a la flexión del concreto $f^c=280$ kg/cm².

Ensayo	Porcentaje de adición de CCA (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²) 28 días de edad
1	Patrón	46
2	5	47
3	10	41

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

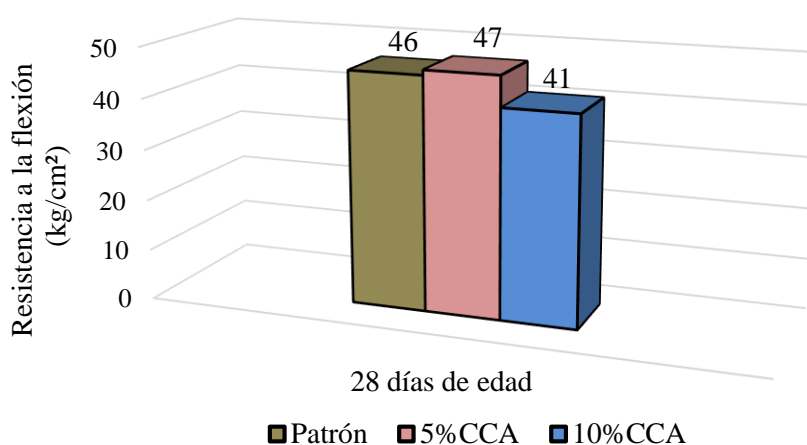


Figura 17: Segundo resultado del ensayo de resistencia a la flexión de $f^c=280$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 13 y figura 17, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto aumenta la resistencia a la flexión a los 28 días en comparación con la probeta patrón, llegando a 47 kg/cm².

Hipótesis 3: Al analizar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la trabajabilidad del concreto.

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.63, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz.
- Consistencia: Plástica
- Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz:
 - Patrón: 0%
 - Ensayo 1: 10%
 - Ensayo 2: 15%
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el Método de Cono de Abrams, siguiendo la norma NTP 339.035.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 14: Primer ensayo de Slump del concreto $f'c=175$ kg/cm².

Ensayos	% de CCA	Slump (pulg)
1	0	3
2	10	4
3	15	4

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

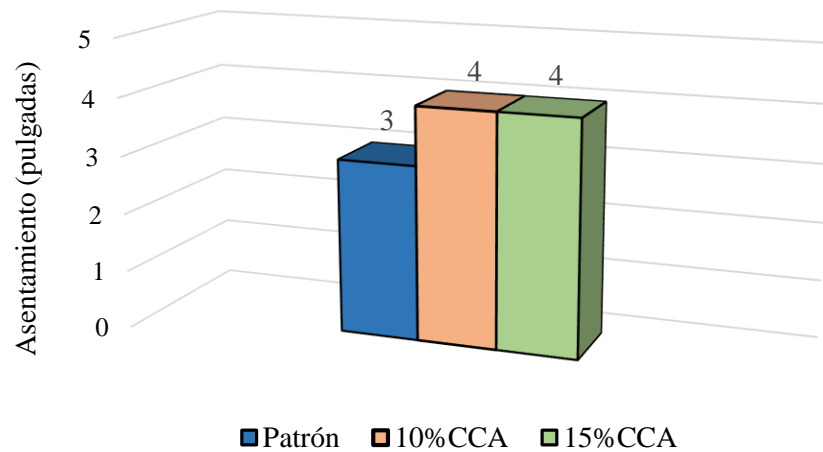


Figura 18: Primer resultado del ensayo Slump del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 14 y figura 18, se observa que al adicionar el 10% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre un incremento en el asentamiento de 4 pulgadas a comparación del mortero patrón con una consistencia plástica.

Jaime y Portocarrero, (2018).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.63, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Consistencia: Plástica
- Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz:
 - Patrón: 0%
 - Ensayo 1: 10%
 - Ensayo 2: 15%
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el Método de Cono de Abrams, siguiendo la norma NTP 339.035.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 15: Segundo ensayo de Slump del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% de CCA	Asentamiento(pulg)
1	Patrón	3.4
2	10	4
3	15	4.5

Fuente: Jaime y Portocarrero, (2018).

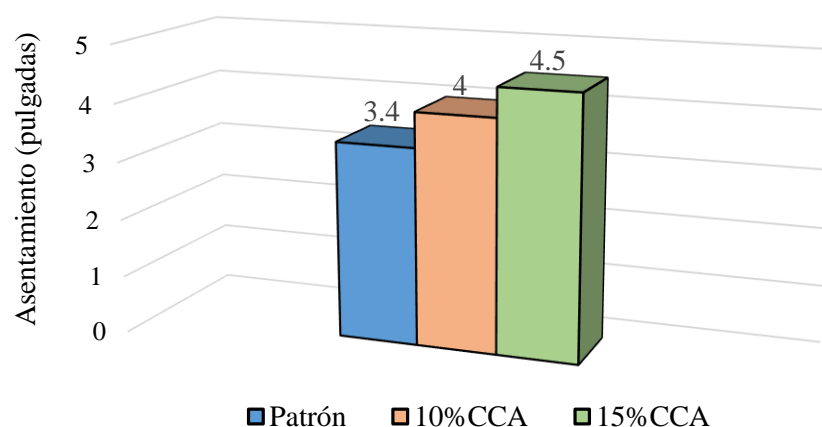


Figura 19: Segundo resultado del ensayo Slump del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 15 y figura 19, se observa que al adicionar el 10% y 15% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre un incremento en el asentamiento de 4 y 4.5 pulgadas respectivamente a comparación del mortero patrón con una consistencia plástica.

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.63, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%,10% y 15%).
- Consistencia: Plástica
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el Método de Cono de Abrams, siguiendo la norma NTP 339.035.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 16: Primer ensayo de Slump del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% de CCA	Slump (pulg)
1	0	3.5
2	10	4
3	15	3

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

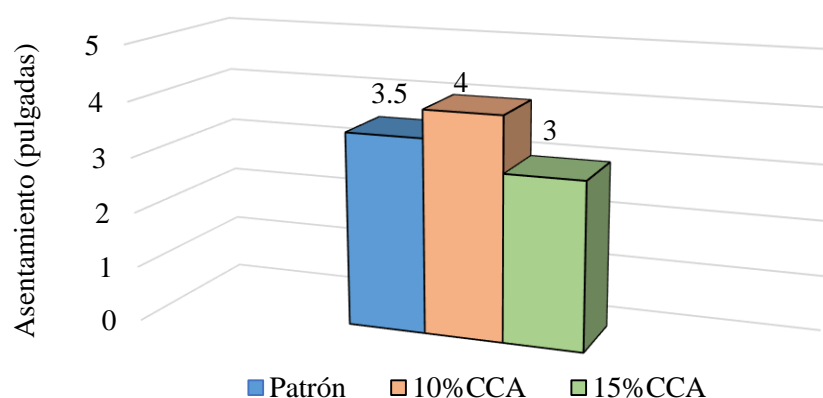


Figura 20: Primer resultado del ensayo Slump del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 16 y figura 20, se observa que al adicionar el 10% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre un incremento en el asentamiento de 4 pulgadas respectivamente a comparación del mortero patrón con una consistencia plástica.

Rodríguez, (2019).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de (0.54, 0.57 y 0.60), se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10%, 15%).
- Consistencia: Plástica
- Total, de ensayos de adición: Muestra patrón, ensayo 1 y 2.
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el Método de Cono de Abrams, siguiendo la norma NTP 339.035.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 17: Segundo ensayo de Slump del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% de CCA	Asentamiento (pulg)
1	0	3.5
3	10	4
4	15	3.5

Fuente: Rodríguez, (2019).

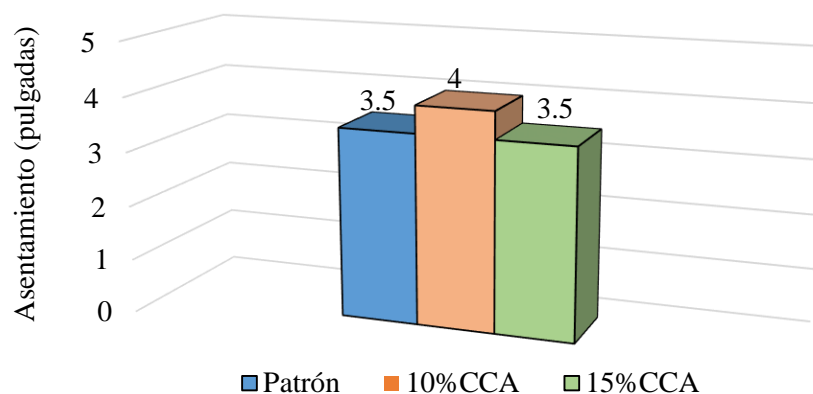


Figura 21: Segundo resultado del ensayo Slump del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 17 y figura 21, se observa que al adicionar el 10% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre un incremento en el asentamiento de 4 pulgadas respectivamente a comparación del mortero patrón con una consistencia plástica.

Iglesias y Yupanqui, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.63, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10%, 15%).
- Consistencia: Plástica
- Total, de ensayos de adición: Muestra patrón, ensayo 1 y 2
- Método de ensayo: El ensayo empleado fue el Método de Cono de Abrams, siguiendo la norma NTP 339.035.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 18: Primer ensayo de Slump del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% de CCA	Slump (pulg)
1	0	3.4
2	10	3.5
3	15	3

Fuente: Iglesias y Yupanqui, (2016).

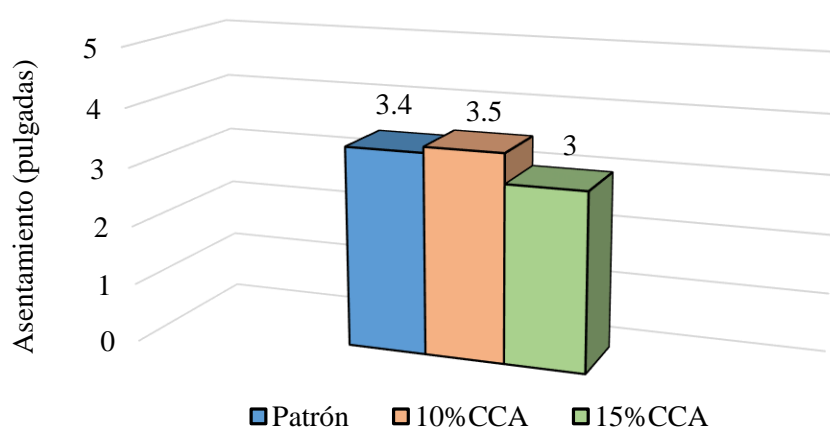


Figura 22: Primer resultado del ensayo Slump del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 18 y figura 22, se observa que al adicionar el 10% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre un incremento en el asentamiento de 3.5 pulgadas respectivamente a comparación del mortero patrón con una consistencia plástica.

Montero, (2019).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de mortero, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de (0.60, 0.67 y 0.70), se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 10% y 15%).
- Consistencia: Plástica
- Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz:
 - Patrón: 0%
 - Ensayo 1: 10%
 - Ensayo 2: 15%

- Método de ensayo: El ensayo se realizó una vez finalizada cada tanda de concreto, utilizando el cono de Abrams y equipos necesarios, según lo descrito en la norma NTP 339.035, se utiliza para medir el asentamiento y consistencia.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 19: Segundo ensayo de Slump del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% de CCA	Slump (pulg)
1	0	3.5
2	10	3.6
3	15	3.2

Fuente: Montero, (2019).

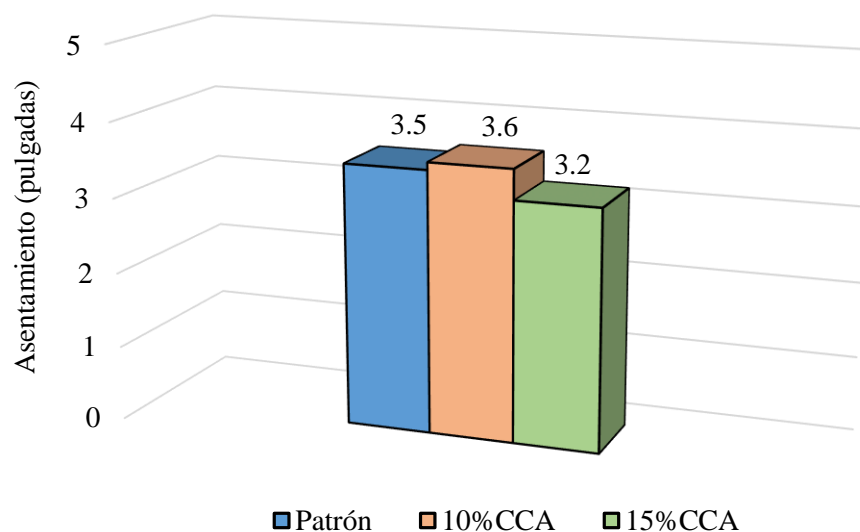


Figura 23: Segundo resultado del ensayo Slump del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 19 y figura 23, se observa que al adicionar el 10% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre un incremento en el asentamiento de 3.6 pulgadas respectivamente a comparación del mortero patrón con una consistencia plástica.

Hipótesis 4: Al analizar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz reduce el tiempo de fraguado del concreto.

Aigaje y Chalco, (2021).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una consistencia relación a/c de (0.28,0.31 y 0.34).
- Método de ensayo: La Tabla presenta un resumen de los tiempos de fraguado del cemento, y de los reemplazos con 0%, 5% y 10% de CCA.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 20: Primer ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% CCA	Fraguado inicial(min)	Fraguado final(min)
1	Patrón	105	285
2	5	100	283
3	10	145	340

Fuente: Aigaje y Chalco, (2021).

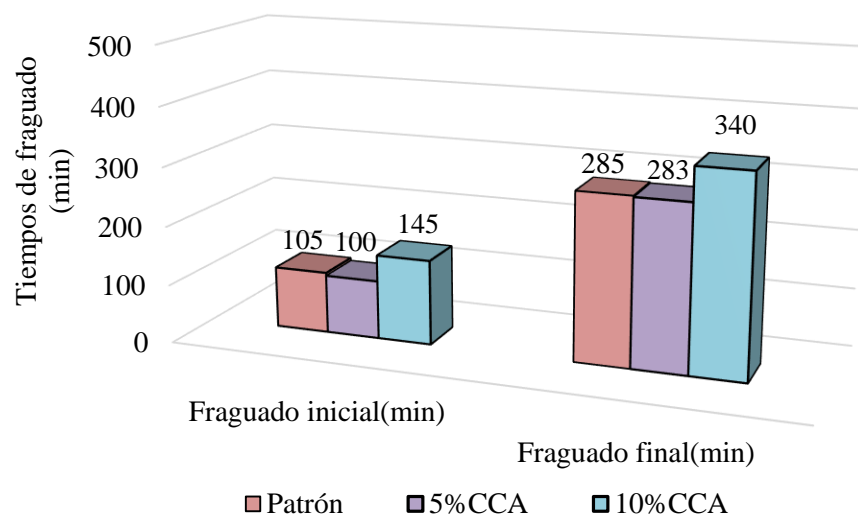


Figura 24: Primer resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 20 y figura 24, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre una reducción del tiempo de fraguado a comparación del mortero patrón por lo tanto logramos una mejor manejabilidad.

Beltrán y Ccama, (2017).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.40, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%,5%, 10% y 20%).
- Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz:
 - Patrón: 0%
 - Ensayo 1: 5%
 - Ensayo 2: 10%
- Método de ensayo: Norma NTP 334.006 “Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat”, ASTM C191, el término fraguado se usa para describir la velocidad de cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento, mortero o concreto (bajo ciertas y determinadas condiciones de temperatura y humedad), y es medido en función del tiempo, según la resistencia que ofrezca a la penetración. Podremos ver todos los ensayos realizados para analizar su tiempo de fragua de cada espécimen en el concreto fresco.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 21: Segundo ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=175$ kg/cm².

Ensayos	% de CCA	Fragua inicial	Fragua final
Patrón	0	136	234
1	5	120	210
2	10	126	215

Fuente: Beltrán y Ccama, (2017).

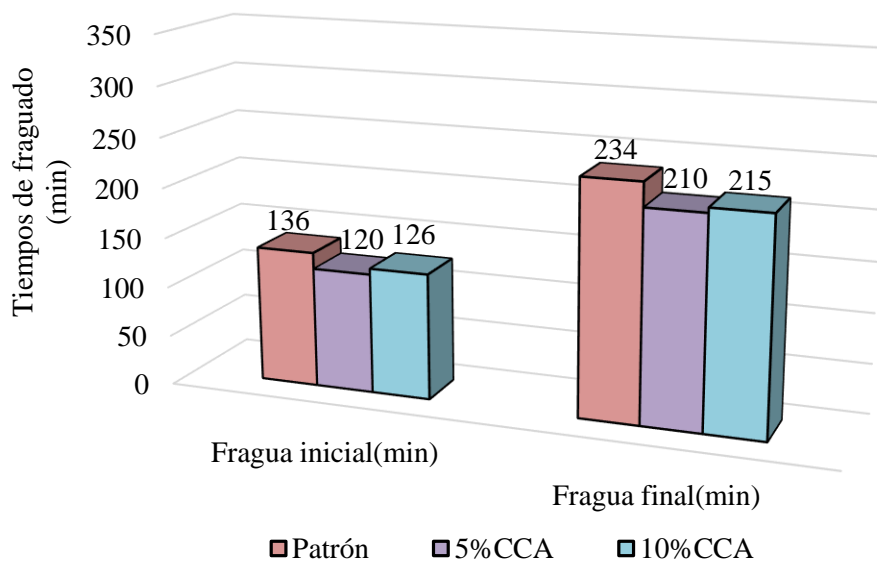


Figura 25: Segundo resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 21 y figura 25, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre una reducción del tiempo de fraguado a comparación del mortero patrón por lo tanto logramos una mejor manejabilidad.

Bastidas y Ortiz, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.58, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%,5% y 10%)
- Método de ensayo: La Tabla presenta un resumen de los tiempos de fraguado del cemento, y de los reemplazos con (0%,5% y 10%) de CCA en peso del cemento, además se encuentran un resumen de la relación agua-cemento “a/c” para determinar la consistencia normal.
- Resultado de ensayo experimental: Resultado de ensayo experimental:

Tabla 22: Primer ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% de CCA	Fragua inicial	Fragua final
1	Patrón	138	240
2	5	120	215
3	10	123	219

Fuente: Bastidas y Ortiz, (2016).

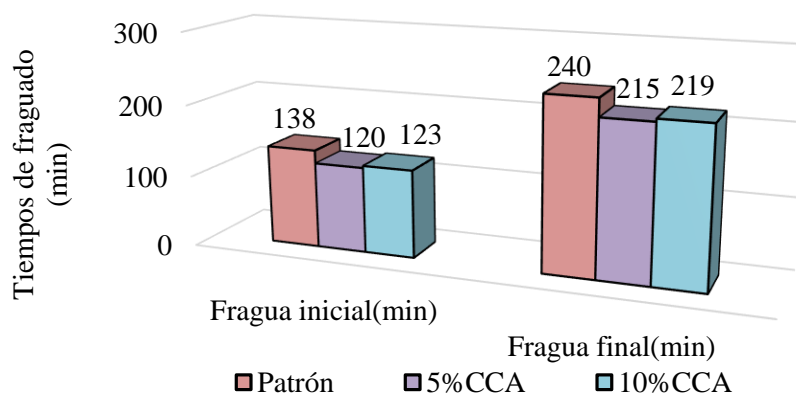


Figura 26: Primer resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 22 y figura 26, se observa que al adicionar el 5% de ceniza de cascarilla de arroz ocurre una reducción del tiempo de fraguado a comparación del mortero patrón, logrando una mejor manejabilidad.

Alireza et al, (2017).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.56, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%, 5% y 10%)
- Método de ensayo: La Tabla presenta un resumen de los tiempos de fraguado del cemento, y de los reemplazos con 0%, 5%, 10% y 15%, de CCA en peso del cemento, además se encuentran un resumen de la relación agua-cemento “a/c” para determinar la consistencia normal.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 23: Segundo ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% de CCA	Fragua inicial	Fragua final
1	Patrón	145	201
2	5	108	188
3	10	115	195

Fuente: Alireza et al, (2017).

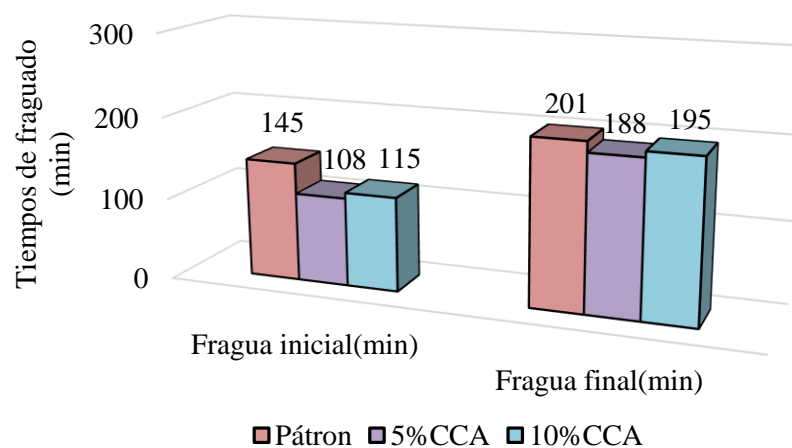


Figura 27: Segundo resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 23 y figura 27, se observa que al adicionar el 5% ocurre una reducción del tiempo de fraguado a comparación del mortero patrón por lo tanto logramos una mejor manejabilidad.

Krishna, (2016).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de 0.55, se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%,5% y 10%).
- Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz:
 - Patrón: 0%
 - Ensayo 1: 5%
 - Ensayo 2: 10%

- Método de ensayo: Norma NTP 334.006 ASTM C191, el término fraguado se usa para describir la velocidad de cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento, mortero o concreto (bajo ciertas y determinadas condiciones de temperatura y humedad), y es medido en función del tiempo, según la resistencia que ofrezca a la penetración. Podremos ver todos los ensayos realizados para analizar su tiempo de fragua de cada espécimen en el concreto fresco.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 24: Primer ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos	% CCA	Tiempo de fraguado inicial(min)	Tiempo de fraguado final(min)
1	0	155	241
2	5	144	230
3	10	146	239

Fuente: Krishna, (2016).

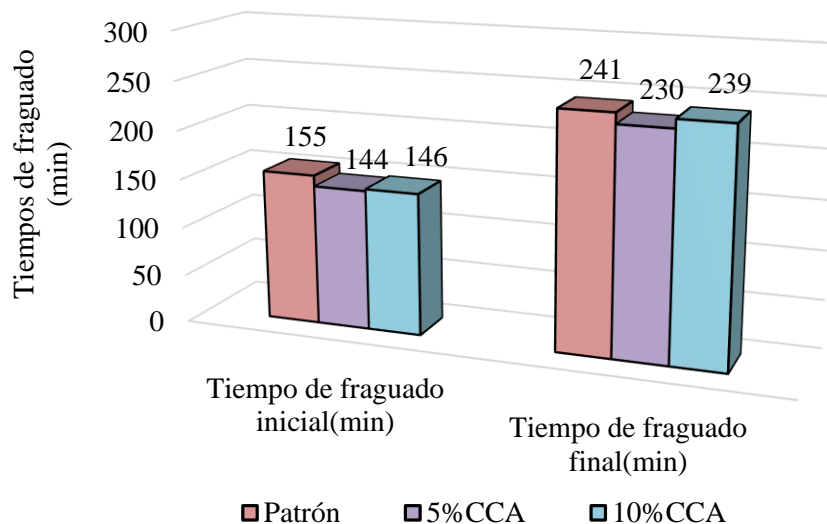


Figura 28: Primer resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 24 y figura 28, se observa que al adicionar el 5% ocurre una reducción del tiempo de fraguado a comparación del mortero patrón por lo tanto logramos una mejor manejabilidad y encontramos el óptimo porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

Givi et al, (2017).

- Contenido de la mezcla: Se realizó la preparación de una mezcla de concreto, en la cual se empleó cemento Portland, una relación a/c de (0.30,0.35,0.40), se adicionará diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (0%,5%y 10%), presenta un resumen de los tiempos de fraguado del cemento, además se encuentran un resumen de la relación agua-cemento “a/c” para determinar la consistencia normal
- Método de ensayo: Norma NTP 334.006 ASTM C191, el término fraguado se usa para describir la velocidad de cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento, mortero o concreto (bajo ciertas y determinadas condiciones de temperatura y humedad), y es medido en función del tiempo, según la resistencia que ofrezca a la penetración.
- Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz:
 - Patrón: 0%
 - Ensayo 1: 5%
 - Ensayo 2: 10%
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 25: Segundo ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=280$ kg/cm².

Ensayos	% CCA	Tiempo de fraguado inicial(min)	Tiempo de fraguado final(min)
1	0	135	278
2	5	130	270
3	10	134	274

Fuente: Givi et al, (2017).

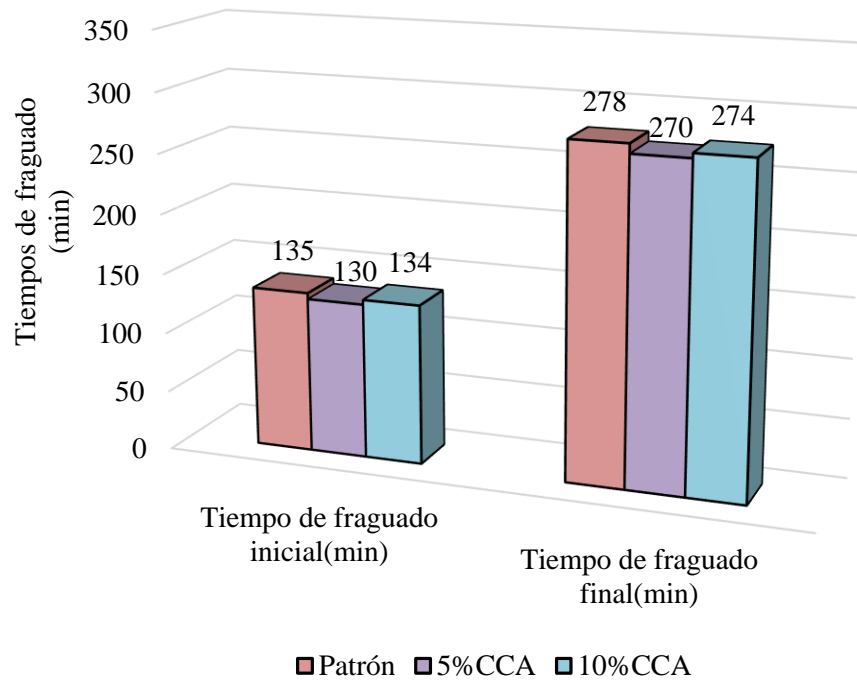


Figura 29: Segundo resultado del ensayo de penetración de Vicat del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la tabla 25 y figura 29, se observa que al adicionar el 5% ocurre una reducción del tiempo de fraguado a comparación del mortero patrón por lo tanto logramos una mejor manejabilidad y encontramos el óptimo porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

5.2 Contratación de hipótesis

Hipótesis 1: Al determinar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la compresión del concreto.

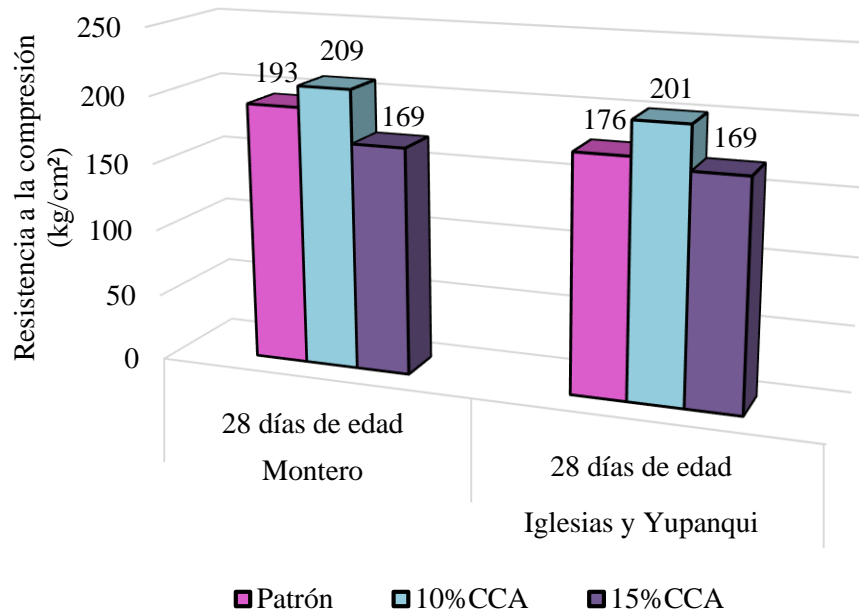


Figura 30: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 30, según el artículo 1 (Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo) se optimiza la resistencia a la compresión para un concreto de 175 kg/cm^2 con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se puede visualizar en el artículo 2 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se logra optimizar la resistencia en estudio, con el 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

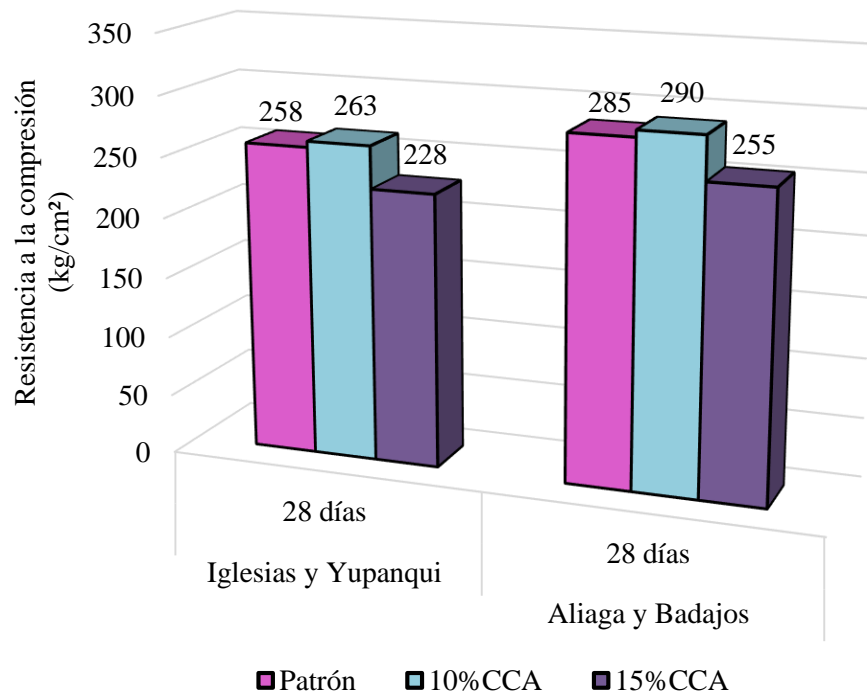


Figura 31: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 31, según el artículo 3 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se optimiza la resistencia a la compresión para un concreto de 210 kg/cm^2 con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se puede visualizar en el artículo 4 (Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Atalaya, Ucayali) se logra optimizar la resistencia en estudio, con el 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

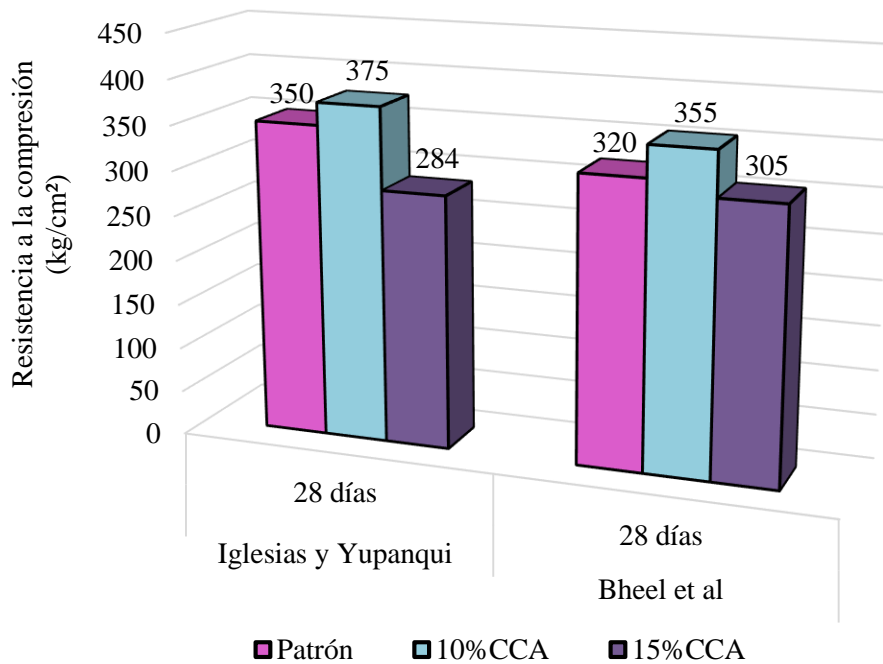


Figura 32: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 32, según el artículo 5 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se optimiza la resistencia a la compresión para un concreto de 280 kg/cm^2 con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se puede visualizar en el artículo 6 (Uso de ceniza de cáscara de arroz como material cementoso en Hormigón) se logra optimizar la resistencia en estudio, con el 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

Hipótesis 2: Al determinar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la flexión del concreto.

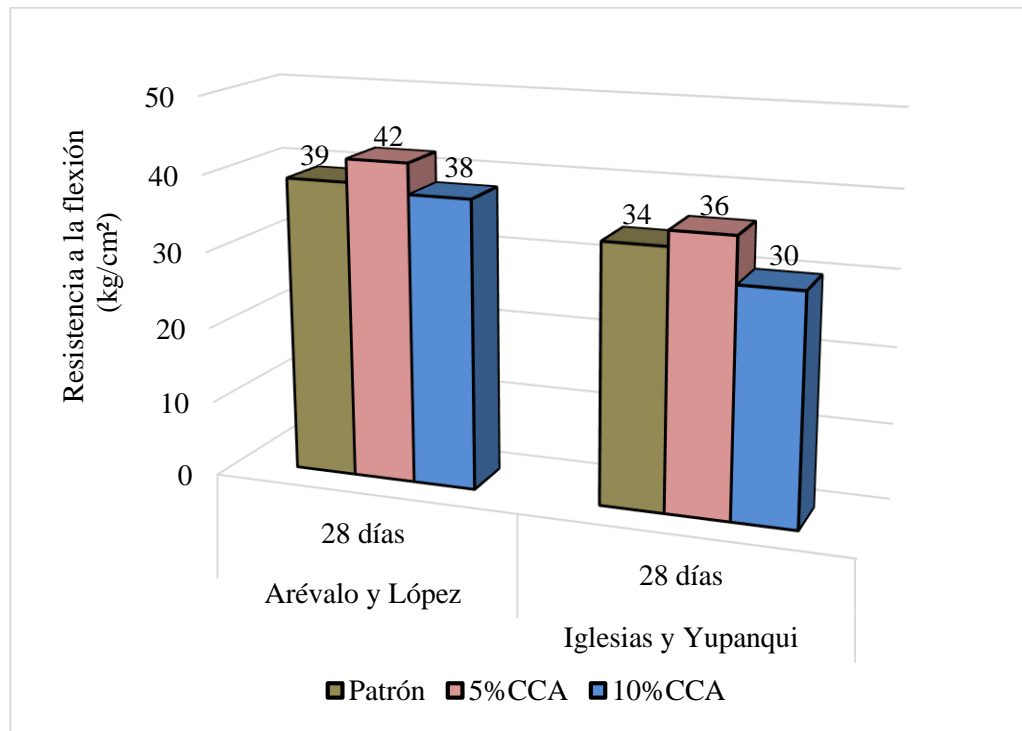


Figura 33: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia

Observación:

En la Figura 33, según el artículo 1 (Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín) se optimiza la resistencia a la compresión para un concreto de 175 kg/cm^2 con la adición del 5% de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se puede visualizar en el artículo 2 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se logra optimizar la resistencia en estudio, con el 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

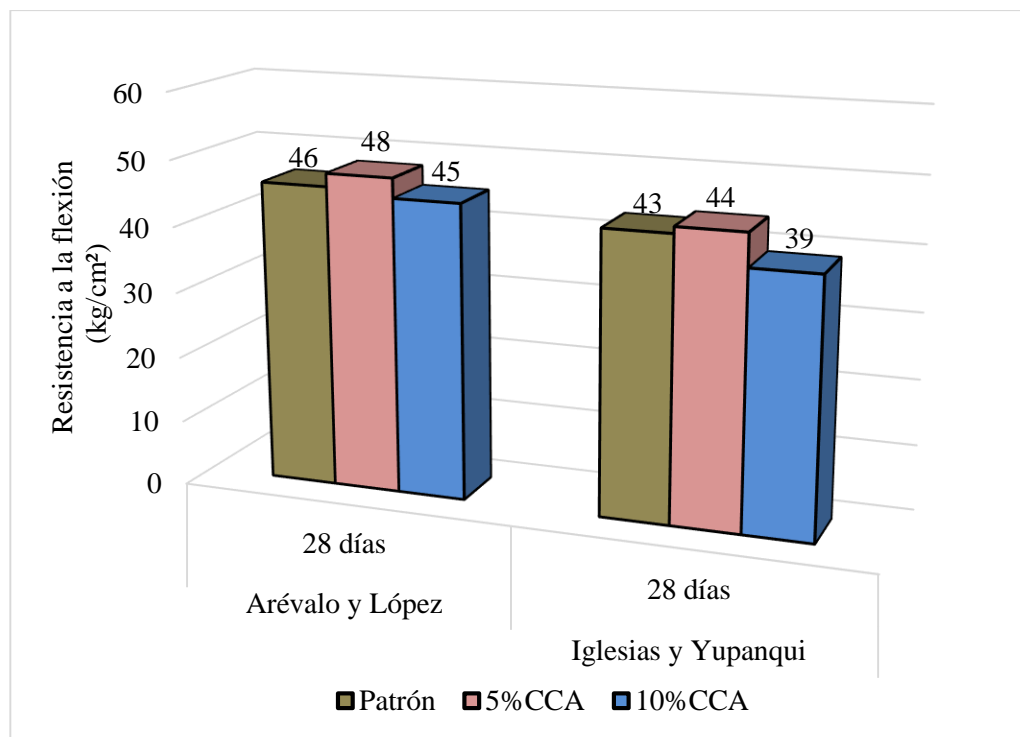


Figura 34: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 34, según el artículo 3 (Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín) se optimiza la resistencia a la compresión para un concreto de 280 kg/cm^2 con la adición del 5% de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se puede visualizar en el artículo 4 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se logra optimizar la resistencia en estudio, con el 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

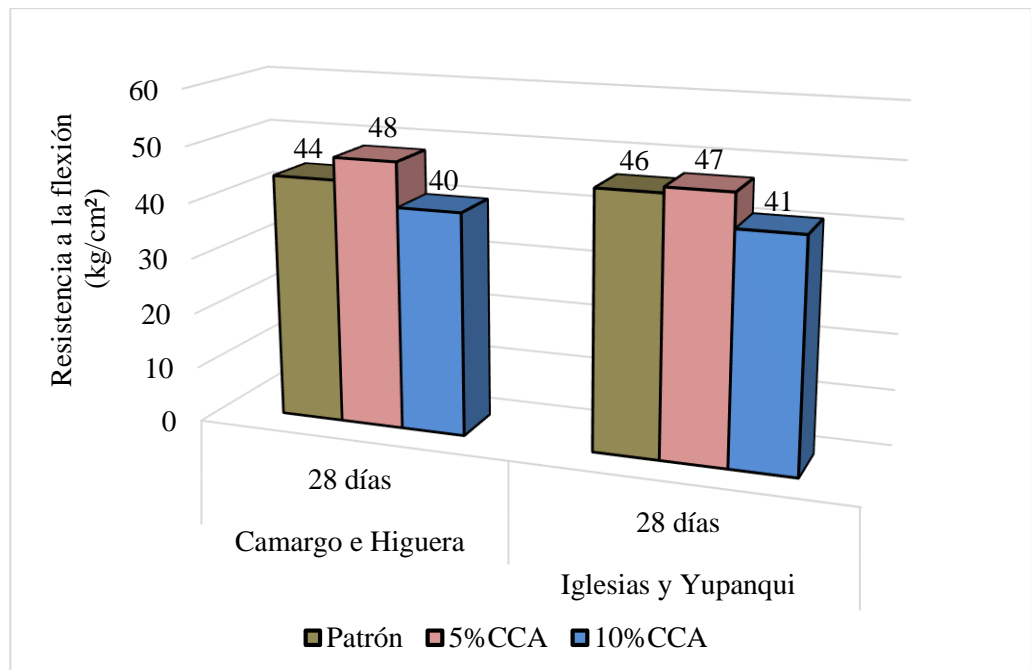


Figura 35: Resultado de los ensayos de resistencia a la flexión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 35, según el artículo 5 (Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz) se optimiza la resistencia a la compresión para un concreto de 280 kg/cm^2 con la adición del 5% de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se puede visualizar en el artículo 6 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se logra optimizar la resistencia en estudio, con el 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

Hipótesis 3: Al determinar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la trabajabilidad del concreto.

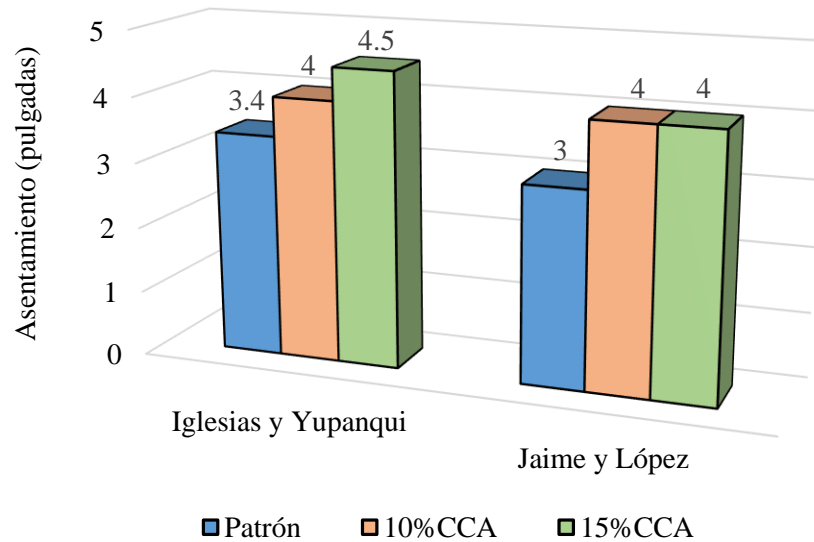


Figura 36: Resultado de los ensayos de Slump del concreto $f'c=175$ kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 36, según el artículo 1 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm², 175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² en la ciudad de Arequipa) se incrementa la trabajabilidad con un asentamiento máximo de 4.5 pulgadas para la resistencia de 175 kg/cm² del concreto, con un 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz. En el artículo 2 (Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018) se optimiza la trabajabilidad con un asentamiento máximo de 4 pulgadas para la resistencia de 175 kg/cm² del concreto, con un 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

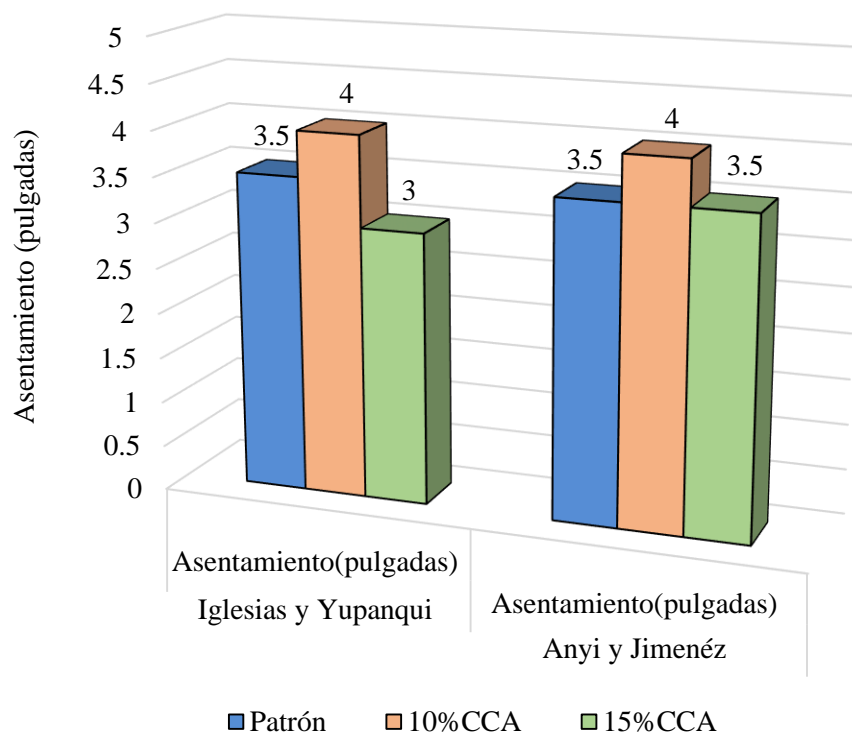


Figura 37: Resultado de los ensayos de Slump del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 37, según el artículo 3 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de Majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se incrementa la trabajabilidad con un asentamiento máximo de 4 pulgadas para la resistencia de 210 kg/cm^2 del concreto, con un 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se visualiza en el artículo 4 (Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico) se optimiza la trabajabilidad con un asentamiento máximo de 4 pulgadas para la resistencia de 210 kg/cm^2 del concreto, con un 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

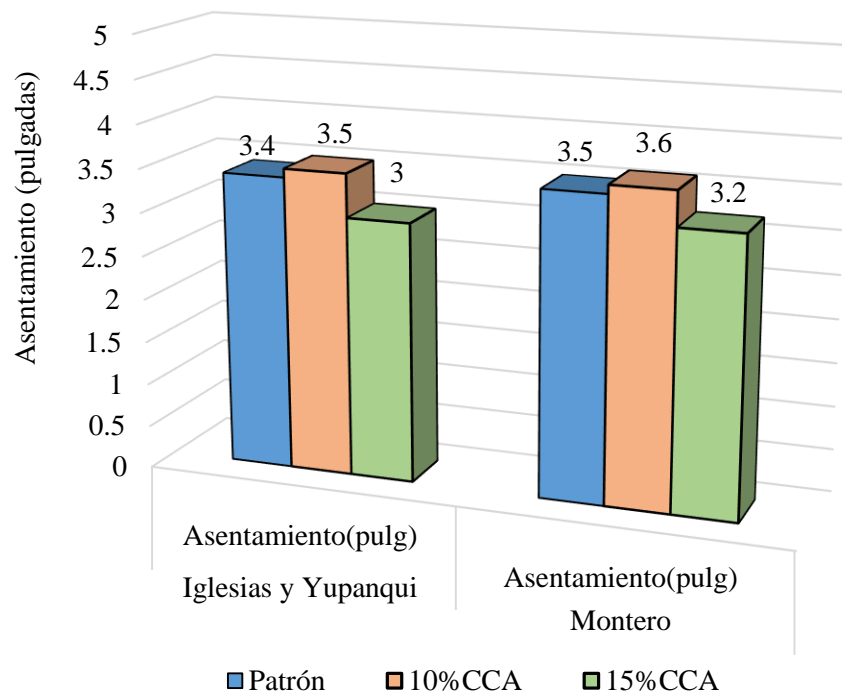


Figura 38: Resultado de los ensayos de Slump del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 38, según el artículo 5 (Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de Majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm^2 , 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa) se incrementa la trabajabilidad con un asentamiento máximo de 3.5 pulgadas para la resistencia de 280 kg/cm^2 del concreto, con un 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz. Por otra parte, se visualiza en el artículo 6 (Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo) se optimiza la trabajabilidad con un asentamiento máximo de 3.6 pulgadas para la resistencia de 280 kg/cm^2 del concreto, con un 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

Hipótesis 4: Al determinar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz se reduce el tiempo de fraguado del concreto.

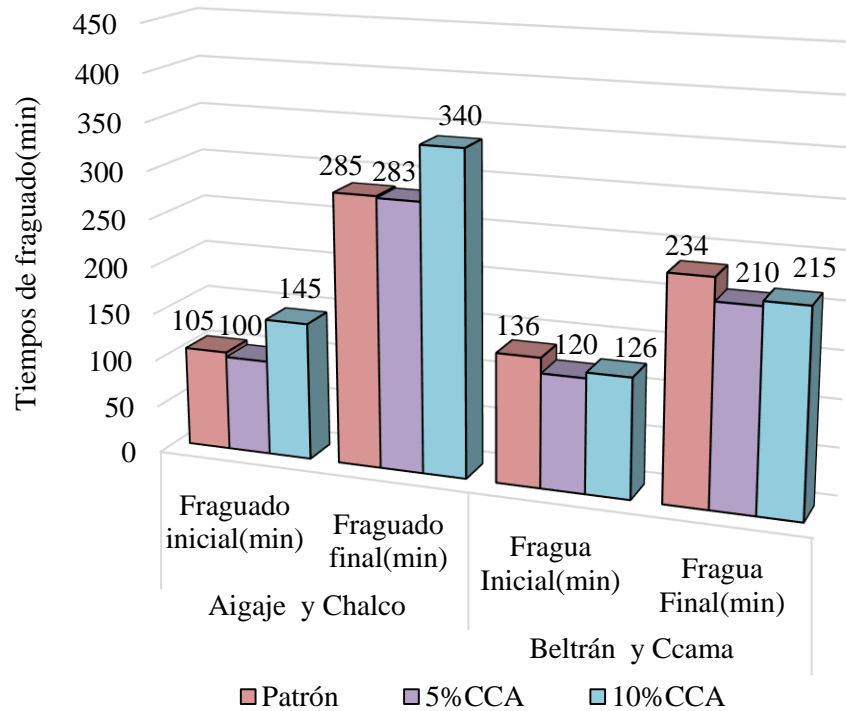


Figura 39: Resultado de los ensayos de penetración de Vicat del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Observación:

En la Figura 39, según el artículo 1 (Determinación de la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado, en la elaboración de hormigón que cumplan con las especificaciones de la Norma Inen 3066) se reduce el tiempo con una fragua inicial de 100 minutos y una fragua final de 283 minutos para la resistencia de 175 kg/cm^2 del concreto, con un 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se visualiza en el artículo 2 (Análisis comparativo de concretos adicionados con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz (cca), fly ash y puzolana natural) se reduce el tiempo con una fragua inicial de 120 minutos y una fragua final de 210 minutos para la resistencia de 175 kg/cm^2 del concreto, con un 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

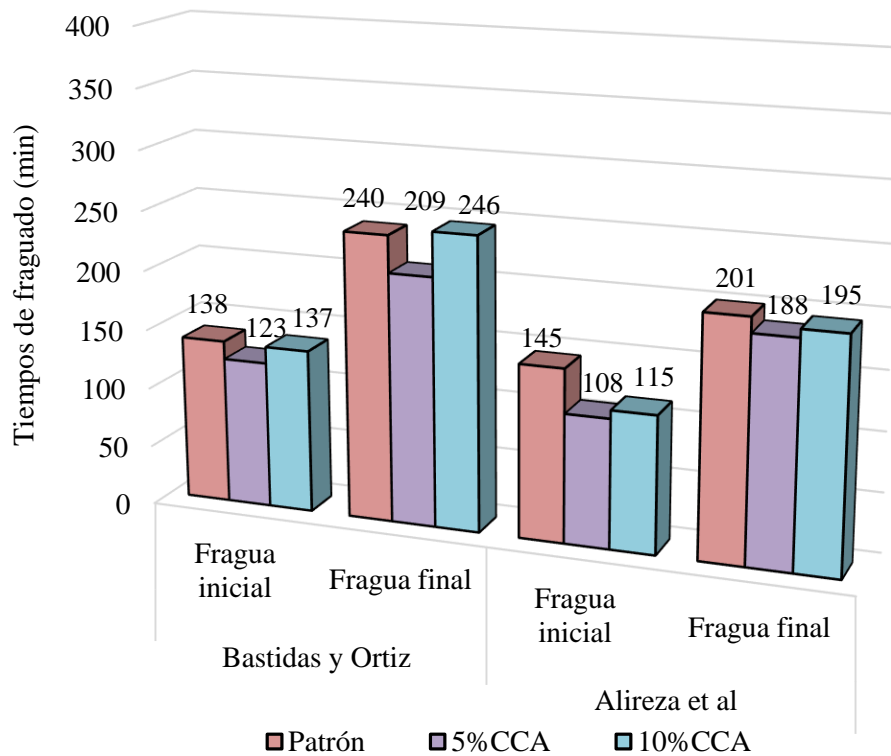


Figura 40: Resultado de los ensayos de penetración de Vicat del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia

Observación:

En la Figura 40, según el artículo 3 (Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar) se reduce el tiempo con una fragua inicial de 123 minutos y una fragua final de 209 minutos para la resistencia de 210 kg/cm^2 del concreto, con un 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se visualiza en el artículo 4 (Contribución de la ceniza de cáscara de arroz a las propiedades del mortero y el hormigón: Una revisión) se reduce el tiempo con una fragua inicial de 108 minutos y una fragua final de 188 minutos para la resistencia de 210 kg/cm^2 del concreto, con un 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

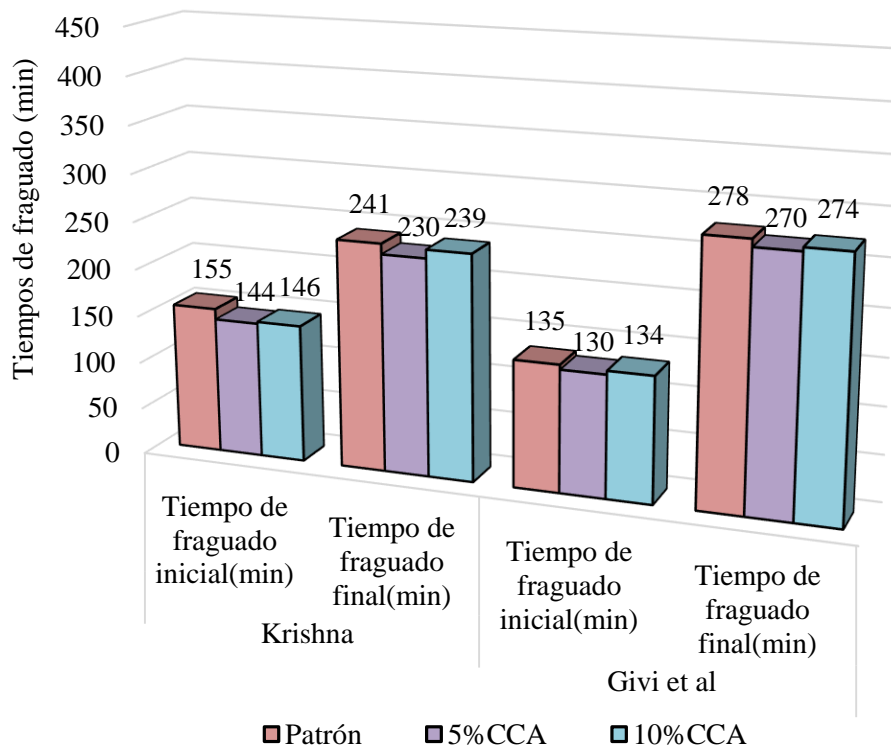


Figura 41: Resultado de los ensayos de penetración de Vicat del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Fuente: Elaboración propia

Observación:

En la Figura 41, según el artículo 5 (Estudio sobre hormigón con reposición parcial de cemento por ceniza de cáscara de arroz) se reduce el tiempo con una fragua inicial de 144 minutos y una fragua final de 230 minutos para la resistencia de 280 kg/cm^2 del concreto, con un 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz. De la misma manera, se visualiza en el artículo 6 (Contribución de la ceniza de cáscara de arroz a las propiedades del mortero y el hormigón: Una revisión) se reduce el tiempo d con una fragua inicial de 130 minutos y una fragua final de 270 minutos para la resistencia de 280 kg/cm^2 del concreto, con un 5% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.

DISCUSIÓN

Con la información obtenida de los artículos y tesis de acuerdo con el tema investigado, se determinaron indicadores relacionados a la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad y tiempo de fraguado, de los cuales se obtuvo lo siguiente:

Según los resultados de resistencia a la compresión, obtenidos de los artículos que tienen como autores Montero, Iglesias, Yupanqui, Aliaga, Badajos, Bheel et al; según las figuras 30, 31 y 32 para las resistencias de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², se pudo constatar la ya aceptada hipótesis 1, con una relación a/c promedio de 0.47 a 0.90, se obtiene un incremento en la resistencia con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz proporcionando un óptimo resultado.

Según los resultados de resistencia a la flexión, obtenidos de los artículos que tienen como autores Montero, Iglesias, Yupanqui, Aliaga, Badajos, Bheel et al; según las figuras 33, 34 y 35 para las resistencias de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², se pudo constatar la ya aceptada hipótesis 2, con una relación a/c promedio de 0.47 a 0.63, se obtiene un incremento en la resistencia con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz proporcionando un óptimo resultado.

Según los resultados de trabajabilidad, obtenidos de los artículos que tienen como autores a Huertas, Portocarrero, López, Iglesias, Yupanqui, Rodríguez, Tibabuzo y Montero, según las figuras 36, 37 y 38, para las resistencias de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², se pudo constatar la ya aceptada hipótesis 3, con una relación a/c de 0.60 a 0.70, se obtienen los valores de 3.5, 3.6, 4 y 4.5 pulgadas mejorando la trabajabilidad con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz.

Según los resultados del tiempo de fraguado, obtenidos de los artículos que tienen como autores a Aigaje, Chalco, Beltrán, Ccama, Bastidas, Ortiz, Krishna, Givi et al, Alireza et al; según las figuras 39, 40 y 41 para las resistencias de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², se pudo constatar la ya aceptada hipótesis 4, con una relación a/c de 0.34 a 0.58, se obtiene un menor tiempo de fraguado con la adición del 5% de ceniza de cascarilla de arroz.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos se concluye en la mejora del comportamiento mecánico del concreto a los 28 días de edad para las resistencias de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², la resistencia a la compresión incrementa con la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz; la mayor resistencia a la flexión se obtiene con la adición del 5% de ceniza; para lograr la trabajabilidad óptima y obtener valores aptos en el asentamiento, fue necesario la dosificación del 10% de adición y con respecto al tiempo de fraguado se reduce con la adición del 5% de ceniza.
2. Como se muestra en los resultados, en las figuras 30, 31 y 32, se obtiene un óptimo porcentaje de adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz, incrementando la resistencia a la compresión en 201 kg/cm² y 209 kg/cm² para un concreto de 175 kg/cm²; en 263 kg/cm² y 290 kg/cm² para una resistencia de 210 kg/cm² y en 355 kg/cm² y 375 kg/cm² para un concreto de 280 kg/cm² a los 28 días de edad.
3. En el análisis de los resultados en las figuras 33, 34 y 35, se logra determinar un óptimo porcentaje de adición del 5% de ceniza de cascarilla de arroz, incrementando la resistencia a la flexión en 36 kg/cm² y 42 kg/cm² para un concreto de 175 kg/cm²; en 44 kg/cm² y 48 kg/cm² para una resistencia de 210 kg/cm² y en 47 kg/cm² y 48 kg/cm² para un concreto 280 kg/cm² a los 28 días de edad.
4. Como se muestra en los resultados, en las figuras 36, 37 y 38, se obtiene un óptimo porcentaje de adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz, mejorando la trabajabilidad (asentamiento) en 3.5, 3.6, 4 y 4.5 pulgadas para un concreto de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm².
5. En el análisis de los resultados en las figuras 39, 40 y 41, se logra determinar un óptimo porcentaje de adición del 5% de ceniza de cascarilla de arroz, reduciendo el tiempo de fraguado para un concreto de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm².

RECOMENDACIONES

1. Para lograr un incremento en la resistencia a la compresión, se debe considerar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz y se tiene que realizar un correcto moldeo de los especímenes dándole firmeza y solidez al concreto para que no se produzca vacíos que afecten su resistencia.
2. Para lograr un incremento en la resistencia a la flexión, se sugiere tener en cuenta el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz y se debe repetir el estudio para los 7, 14 y 21 de edad, de esa manera será un estudio más completo, en el cual se podrá comparar los resultados.
3. La adición de ceniza de cascarilla de arroz mejora la trabajabilidad, es importante no exceder el rango de dosificación, debido a que altera las propiedades del concreto como son su consistencia y fluidez.
4. Para obtener el menor tiempo de fraguado en el concreto, se debe utilizar el óptimo porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz de esa manera se puede evitar agrietamientos en el concreto.
5. A las futuras investigaciones se les sugiere el estudio de la resistencia a la tracción y módulo de elasticidad., con respecto a la adición de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto, de tal forma brinden información al entorno ligado a la industria de la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bheel, N., Wahab Abro, A., Ali Shar, I., Aizaz Dayo, A., Shaikh, S., & Hussain Shaikh, Z. (2019). Uso de ceniza de cáscara de arroz como material cementoso en hormigón. *Investigación en ingeniería, tecnología y ciencias aplicadas*, 5.
- Bheel, N., Wahab Abro, A., Aizaz Dayo, A., Shaikh, S., Ali Shar, I., & Hussain Shaikh, Z. (2019). Uso de ceniza de cáscara de arroz como material cementoso en hormigón. *Investigación en ingeniería, tecnología y ciencias aplicadas*, 1-5.
- Krishna, N., & Sandeep, K. (2016). Estudio sobre hormigón con sustitución parcial de cemento por ceniza de cascarilla de arroz. *Ciencia e ingeniería de materiales*, 1-12.
- Mehta , P., & Pirtz , D. (1976). Las cenizas de cascaras de arroz utilizadas para reducir la temperatura del hormigón en masa, de alta resistencia. 23-28.
- Naji Givi, A., Abdul Rashid, S., A. Aziz, F., & Mohd Salleh, M. (2020). Contribución de la ceniza de cáscara de arroz a las propiedades del mortero y el hormigón: Una revisión. *Ciencia Americana*, 9.
- Talsania, S., Mukeshkumar Vyas, C., & Pitroda, J. (2015). Efecto de la cáscara de arroz en las propiedades de hormigón pervoso. *Internacional de Investigación y Estudios de Ingeniería Avanzada*, 6.
- Aceros Arequipa. (2017). *Manual del maestro constructor*. Obtenido de <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/concreto.html>
- Aigaje Canencia, V. E., & Chalco Tapia, R. S. (2021). *Determinación de la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado, en la elaboración de bloques huecos de hormigón que cumplan con las especificaciones de la norma INEN 3066*. Quito.
- Aliaga Mendoza, J. C., & Badajos Quispe, B. D. (2018). *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto f' c 210 kg/cm², Atalaya, Ucayali-2018*. Lima.

- Anyosa Chuchón, S. (2018). Determinación de la resistencia del concreto simple en tiempo real.
- Arévalo Torres, A. F., & López Del Aguila, L. (2020). Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.
- Avalos Esquivel, G., & Saldaño Costa, A. (2012). *Efecto del contenido de sílice amorfa en la ceniza de la cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresion en morteros de cemento portland y porosidad y absorcion en concreto de cemento portland*. Trujillo.
- Bastidas Gutiérrez, P. X., & Ortiz Vizúete, G. G. (2016). *Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mécanicas en las mezclas de hormigón estándar*. Quito.
- Beltrán Taipe, K. J., & Ccama Mendoza, F. M. (2017). *Análisis comparativo de concretos adicionados con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz(CCA), Fly Ash y puzolana natural*. Arequipa.
- Benitez, V. (2015). *Nuevas tendencias en tecnologicas del concreto*. Instituto de Ingeniería UNAM.
- Cabanillas Huacha, E. (2017). Comportamiento físico-mécanico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado.
- Cabrera, M., Ortega, A., Rodríguez, A., & Altamirano, C. (2014). Diseño de un sistema para el aprovechamiento integral de la cáscara de arroz. *Aplicaciones Industriales*, 60-80.
- Camargo Pérez, N., & Higuera Sandoval, C. (2016). Concreto Hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. 21.
- Centeno, P., Robayo, R., Díaz, J., Del Vasto, S., & Monzó, J. (2015). *Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales*. Cali: Revisado por LatinAm. Metal. Mat.

- Cerón, S. A. (2012). *Uso eficiente de la cascarilla del arroz mediante la implantación de un sistema de comercialización orientado al sector público y privado en el cantón de Babahoyo*. Babahoyo.
- Comité ACI. (2015). Requisitos del Código de construcción para el concreto estructural. *Norma ACI 318*, 31-33.
- CONSTRUYE. (2016). Concreto en obra: un mercado cada vez más sólido. *Perú Construye*, 76-83.
- EAAS & ARF. (2014). Use of rice husk ash as partial replacement for cement in concrete. 1-6.
- EFNARC. (2002). Directrices Europeas para el hormigón autocompactante. Especificaciones, producción y uso. 5.
- Ferreira dos Santos, S., Almeida Moreira, L., Lacerda Gomes, C., Martins de Oliveira, R., Valle Salles, P., & Da Silva Junior, L. (2019). Caracterización de la ceniza de cáscara de arroz como adición mineral al concreto. 1-12.
- Giaccio, G., Zerbino, R., Tobes, J. M., López, A., Isaia, G. C., & Rodríguez de Sensale, G. (2006). Aprovechamiento de la ceniza de cáscara de arroz para la elaboración de hormigones. *Ciencia y Tecnología del Hormigón*, 1-14.
- Gómez, J. (1994). *Historia del cemento y el concreto*. AICUN N°15.
- González, L. O., & Quintero, S. L. (2004). *Evaluación del uso de la fibra de la estopa de coco para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto*. Madrid: ANIFER.
- Haro Molina, C. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a flexión entre el hormigón tradicional y hormigón adicionando cenizas de cascarilla de arroz (cca) y hormigón adicionando con cenizas de bagazo de caña de azúcar (cbc)*. Ambato.

- Iglesias Valdivia, F. A., & Yupanqui Quenta, R. E. (2016). *Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de , 175 kg/cm² como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm², 175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² en la ciudad de Arequipa*. Arequipa.
- INEI. (2017). *Consumo interno de cemento aumentó 4.07% y acumuló 6 meses de crecimiento consecutivo*. Lima: Nota de prensa.
- Jaime Huertas, M. Á., & Portocarrero Regalado, L. A. (2018). *Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018*. Trujillo.
- Kaarthik, K., & Sandeep, K. (2016). Estudio sobre hormigón con sustitución parcial de cemento por ceniza de cascarilla de arroz. *Ciencia e ingeniería de materiales*, 12.
- Loayza, P. (2014). *Efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto normal*. Cajamarca.
- Mafla, A. (2009). *Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción*. MADRID:ISSN.
- Mejía , J. M., Mejía de Gutiérrez , R., & Puertas , F. (2012). Ceniza de cascarilla de arroz como fuente de sílice en sistemas cementicios de ceniza volante y escoria activados alcalinamente. *IBRACON*, 1-16.
- Mendéz, R. (2009). *Diseño de tejas prefabricadas de bajo costo que incorporan residuos industriales de carácter puzolánico para uso en países en vías de desarrollo. Aplicación al caso de Cali (Colombia)*. Valencia.
- Millan, R. (1988). *La industria del concreto premezclado en México*. Grupo Tolteca.
- Montero Flores, S. Y. (2019). *Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo*. Pimentel.
- NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto.

- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams*.
- NTP 339.078. (2018). Método de Ensayo para la determinación de la resistencia a la flexión.
- Obilade, I. (2014). Use of rice husk ash as partial replacement for cement in concrete. *EAAS & ARF*, 6.
- Orrabalis, C., Ledezma, A., Villalba, R., & Martínez García, R. (2019). Cuantificación de la resistencia mecánica de morteros de cemento al añadir cenizas de cáscara de arroz ricas en nanopartículas de sílice. 23-31.
- Pérez Zumaeta, E. A., & Ochoa Ramírez, J. A. (2021). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* . Pucallpa.
- Rodríguez Sánchez, A. M., & Tibabuzo Jiménez, M. P. (2019). *Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico*. Villavicencio.
- Salas, A., Torres, J., Mejía de Gutiérrez, R., & Delvasto, S. (2013). Propiedades de ingeniería de concretos adicionados con ceniza de cascarilla de arroz y metacaolín colombianos. *Ingeniería Materiales*, 225-235.
- Sánchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bhandar Editores LTDA.
- Sánchez García, M. (2017). Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones.
- Serrano, T. (2016). *Morteros aligerados con cascarilla de arroz: Diseño de Mezclas y evaluación de propiedades*. Madrid.
- Solarte, Serguei; Ospina, Michel; Aperador, William; Mejía Gutierrez, Ruby. (2017). Efecto del modo de obtención de la sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz en las propiedades de durabilidad del concreto armado. 1-5.
- Villalobos. (2020). Capítulo VI. Ensayo del concreto en estado endurecido.

Villalobos. (2020). *Ensayo del concreto en estado endurecido*. Cap. VI.

Villegas, C. (2012). *Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo*. Lima.

Yrupailla, C. (2010). *Uso de la cascara de arroz como fuente de energía en la fabricación de ladrillos cerámicos*.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	76
Anexo 2: Revisión bibliográfica.....	77
Anexo 3: Revisión bibliográfica matriz 1.....	84

Anexo 1: Matriz de consistencia.

Título	Comportamiento mecánico de concreto con adición de ceniza de cascarilla de arroz				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Diseño Metodológico
Problema General	Objetivos General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicadores	
¿En qué medida la ceniza de cascarilla de arroz influye en el comportamiento mecánico del concreto?	Determinar la adición de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar el comportamiento mecánico del concreto.	Al determinar la adición de la ceniza de cascarilla de arroz se mejora el comportamiento mecánico del concreto.	Ceniza de cascarilla de arroz	Porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz.	El método de investigación es cunitativa ya que recopila información, cuadros y gráficos
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Indicadores	Diseño Metodológico
a) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en la resistencia a la compresión del concreto?	a) Determinar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz para incrementar la resistencia a la compresión del concreto.	a) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la compresión del concreto.	Comportamiento mecánico del concreto	Resistencia a la compresión	El método de investigación es descriptivo porque se explicará las características y propiedades de la ceniza de cascarilla de arroz junto con el concreto.
b) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en la resistencia a la flexión del concreto no estructural?	b) Determinar el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz para incrementar la resistencia a la flexión del concreto.	b) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la resistencia a la flexión del concreto.		Resistencia a la flexión	
c) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en la trabajabilidad del concreto?	c) Determinar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz para incrementar la trabajabilidad del concreto	c) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se incrementa la trabajabilidad del concreto		Trabajabilidad	
d) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz que influye en el tiempo de fraguado del concreto	d) Determinar el óptimo porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz para reducir el tiempo de fraguado del concreto	d) Al determinar el porcentaje óptimo de la ceniza de cascarilla de arroz se reduce el tiempo de fraguado del concreto		Tiempo de fraguado	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Revisión bibliográfica.

Fuente	Autor	Título	Cita Bibliográfica
1	N. Fuentes Molina, O.I. Fragozo Tarifa, L. Vizcaino Mendoza	Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural.	Allauca, L. A., Amer, H. E., & Lung, J. P. (2009). Uso de sílice en hormigones de alto desempeño. Guayaquil, Ecuador
2	Pedro E. Matthey, Rafael A. Robayo, Jherson E. Díaz, Silvio Delvasto, José Monzó	Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales	Argos. (2007). Historia del cemento y del concreto. 360° en Concreto
3	Andy Fabián Arévalo Torres Luis López del Aguila	Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.	Benitez, V. (mayo de 2015). Instituto de Ingeniería UNAM. Obtenido de Nuevas tendencias en tecnologías del concreto
4	Andy Fabián Arévalo Torres Luis López del Aguila	Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.	Berna, J. (18 de Enero de 2009). Concreto. Recuperado el 2018 de Marzo de 27, de: http://elconcreto.blogspot.pe/search/label/Aragado%20Grueso%20del%20Concreto
5	Pérez Zumaeta Edwin Alejandro Ochoa Ramírez José Abel	Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	Bryant, M. CIVILGEEK. Recuperado el 2018 de Marzo del 2, de: https://civilgeeks.com/2011/12/11/durabilidad-del-concreto/
6	Pérez Zumaeta Edwin Alejandro Ochoa Ramírez José Abel	Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	Canal Construcción © 2018. Cemento portland usos y tipos. Lima.

7	Jaime Huertas, Miguel Ángel Portocarrero Regalado, Luis Alberto	Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018.	Cementos Pacasmayo. (2016). Ficha tecnica cemento mochica tipo I. Pacasmayo, Perú
8	Carlos Enrique Intor Vásquez	Resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm ² con fibras de polipropileno	Cerón, S. A. (2012). Uso eficiente de la cascarilla del arroz mediante la implantación de un sistema de comercialización orientado al sector público y privado en el cantón de Babahoyo. BABAHOYO, ECUADOR.
9	Sánchez Carranza, Walter Alejandro,	“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'c=175$ kg/Cm ²) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo –Lambayeque”	Chavez, C. A., & Martinez, M. V. (2015). Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agroindustrial para la fabricacion de bloques en concreto no estructurales. Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, P-ISSN: 0255-6952 E-ISSN: 2244-7113.
10	Contreras, K., & Peña, J.	Concreto en estado fresco en la obra: las confusiones entre tiempo de vida útil, trabajabilidad, tiempo de fragua y tiempo de desencofrado	Contreras, K., & Peña, J. (2017). Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla. Trujillo.
11	Fuentes Quevedo Eduardo Florencio Peralta Segura Neiver	Evaluación de las propiedades del concreto con cemento Pacasmayo, Inka y Mochica en edificaciones convencionales, Lambayeque. 2018	Domínguez et al. (2002). Uso de la cascara de arroz como fuente de energía en la fabricación de ladrillos cerámicos.
12	Oscar Ernesto Aguilar Beltrán Edwin Adiel Rodríguez Mejía Martín José Leonel Sermeño Monge	Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM c 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio	Espinace (1984). Influencia del grado de compactación de rellenos arenosos en su deformabilidad bajo acciones estáticas y cíclicas. Valparaiso, Chile: Cegal.

13	Andy Fabián Arévalo Torres Luis López del Aguila	Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.	FERREX. (2018). Recuperado el 2018 de Marzo del 27, de: http://www.materialesdeconstruccion.com.mx/productos-agregados.php
14	Tomas Serrano	Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades	Garcés Terradillos, Climent LLorca & Zornoza Gómez. (2008). Protección superficial del hormigón armado: cloruros y carbonatación.
15	Natalia Fuentes Molina Oscar Iván Fragozo Tarifa Lissette Vizcaino Mendoza	Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural	Gómez, J. (1994). Historia del cemento y el concreto. AICUN N° 15.
16	Solarte, Serguei; Ospina, Michel; Aperador, William; Mejía de Gutierrez, Ruby	Efecto del modo de obtención de la sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz en las propiedades de durabilidad del concreto armado	González, L. O., & Quintero, S. L. (2004). Evaluación del uso de la fibra de la estopa de coco, para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto. Madrid: ANIFER.
17	Jaime Huertas, Miguel Ángel Portocarrero Regalado, Luis Alberto	Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural	Huaroc, A. (2017). Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado. Trujillo.
18	Aigaje Canencia elizabeth Chalco Tapia Rita Soraya	Determinación de la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado, en la elaboración de bloques huecos de hormigón que cumplan con las especificaciones de la norma INEN 3066	Iglesias, F., & Yupanqui, R. (2016). Utilización de la ceniza de cáscara de arroz del valle de majes como adición al cemento para la elaboración de concreto con resistencias 140 kg/cm ² , 175 kg/cm ² , 210 kg/cm ² , 280 kg/cm ² y 350 kg/cm ² en la ciudad de Arequipa.

19	Aigaje Canencia elizabeth Chalco Tapia Rita Soraya	Determinación de la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado, en la elaboración de bloques huecos de hormigón que cumplan con las especificaciones de la norma INEN 3066	INDECOPI, C. D. (2008). Norma Técnica Peruana. Lima
20	Méndez, R.	Propiedades mecánicas y de durabilidad de alta resistencia. Concreto de alto rendimiento que incorpora ceniza de cáscara de arroz	INEI. (junio de 2017). Nota de prensa. Consumo interno de cemento aumentó 4,07% y acumuló seis meses de crecimiento consecutivo. Lima.
21	Bastidas Gutiérrez Pablo Xavier Ortiz Vizuet Gabriela Geovanna	Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar	Laura, S. (2006). Diseño de mezclas de concreto. Puno, Perú.
22	Camargo Perez, Nelson Ricardo , Higuera Sandoval, Carlos Hernando.	Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz	Loayza, P. (2014). Efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto normal. Cajamarca
23	Pedro E. Matthey, Rafael A. Robayo, Jherson E. Díaz, Silvio Delvasto, José Monzó	Influencia del mezclado en dos etapas en la fabricación de ladrillos de mampostería con ceniza de cascarilla de arroz como agregado fino	Madrid, C. A. (1977). Consideraciones sobre el diseño de mezclas y el control de calidad de concreto de cemento para pavimentos. Notas Técnicas N° 10 ICP.
24	Sánchez, T., & Ramírez, S	Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en cemento y hormigón en función de sílice reactiva y finura	Matthey, P., Robayo, R., Díaz, J., Delvasto, S., & Monzó, J. (2015). Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Cali: Rev. LatinAm. Metal. Mat.

25	Sanjuan, M. A., & Chinchon, S.	El efecto del reemplazo parcial de la piedra caliza de Portland nigeriana cemento con cascarilla de arroz ceniza residuos agrícolas en hormigón	Méndez, R. (2009). Diseño de tejas prefabricadas de bajo coste que incorporan residuos industriales de carácter puzolánico para uso en países en vías de desarrollo. Aplicación al caso de Cali (Colombia). Valencia.
26	Wilson Javier Erazo Espinosa Jose Luis Lara Prada Lucas Fernando Prado Tovar	Evaluación de las propiedades fisicomecánicas de cubos de mortero utilizando cenizas de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento	Millan, R. (1988). La industria del concreto premezclado en Mexico. Grupo Tolteca.
27	G. Giaccio ^{1,2,3} ; M. C., Torrijos ^{1,3,4} y R., Zerbino ^{1,3,4}	Cenizas de cáscara de arroz	Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI 2017). Boletín MINAGRI.
28	G. Giaccio ^{1,2,3} ; M. C., Torrijos ^{1,3,4} y R., Zerbino ^{1,3,4}	Cenizas de cáscara de arroz	Ortiz Vizquete, G., & Bastidas Gutiérrez, P. (2016). Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades fisicomecánicas en mezclas de hormigón estándar. Quito.
29	Obed Angulo Zabala Juan David Viera Rodríguez	Evaluación del efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concretos simples	PCONSTRUYE. (2016). Concreto en obra: un mercado cada vez mas solido. Revista Perú Construya, 76-83.
30	Demera Centeno Santiago David Romero Rodríguez Bogar Johel	Evaluación del uso de los residuos de cascarilla de arroz (oryza sativa l.) como agregado en bloques para la construcción	Pérez, M. O., & Anguiano, J. R. (2013). La importancia del concreto como material de construcción. Tecnología del concreto.

31	Anyi Marcela Rodríguez Sánchez María Paula Tibabuzo Jiménez	Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico	Por Andina. (5 de Junio de 2016). Andina del Perú para el mundo. Obtenido de http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-la-libertad-declaran-al-distrito-guadalupe-como-capital-del-arroz-615711.aspx
32	Nelson Ricardo Camargo Pérez	La ceniza de cascarilla del arroz como aporte a la resistencia del concreto hidráulico	RILEM COMMITTEE 68-MMH, TASK GROUP 3. (1984). The hydration of tricalcium silicate. <i>Materials and Structures</i> , 457–468 .
33	Nelson Ricardo Camargo Pérez	La ceniza de cascarilla del arroz como aporte a la resistencia del concreto hidráulico	Saavedra, V. (2013). Suelos mejorados con aglomerantes y aglomerados como pisos en asentamientos humanos. San Martín.
34	Nelson Ricardo Camargo Pérez	La ceniza de cascarilla del arroz como aporte a la resistencia del concreto hidráulico	Salazar, A. ¿Qué es una puzolana? Recuperado el 2018 de MARZO de 27, de http://www.ecoingenieria.org/docs/Puzolanas.pdf
35	Anyi Marcela Rodríguez Sánchez María Paula Tibabuzo Jiménez	Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico	Sánchez, T., & Ramírez, S. Una experiencia piloto desarrollada por ITDG-Perú. Lima.
36	Solarte, Serguei; Ospina, Michel; Aperador, William; Mejía de Gutierrez, Ruby	Efecto del modo de obtención de la sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz en las propiedades de durabilidad del concreto armado	Sanjuan, M. A., & Chinchon, S. (2005). <i>Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland</i> . Alicante: Candela
37	Martha Alix Novoa Galeano, Luisa Daniela Becerra León, María Paula Vásquez Piñeros	La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero	Seguel, C. (2006). <i>Hormigones de alta resistencia H70</i> . Valdivia, Chile.

38	Diana Maricel Rendón Michel Angelo Ospina Ruby Mejía de Gutiérrez	Evaluación de la sílice obtenida de un subproducto industrial en pastas y morteros de cemento portland	Tello, A. (2008). Concreto en estado fresco [en línea] Recuperado el 3 de Septiembre de 2016. De http://cybertesis.urp.edu.pe/urp/2008/tello_am/pdf/tello_am-TH.4.pdf
39	Moises Baruj Speicher Fernández	Pérdida de consistencia del concreto en el tiempo	UNI. (Octubre de 2012). Historia y evolución del concreto. El concreto. Lima, Perú.
40	Beltrán Taípe, Karen Jennifer, Ccama Mendoza, Franco Müller	Análisis comparativo de concretos adicionados con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz (cca), fly ash y puzolana natural	Van Acker, A. (junio de 2008). Instituto mexicano del cemento y del concreto A.C. Obtenido de http://www.imcyc.com/ct2008/jul08/mejor.htm
41	Villegas, C.	Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo.	Villegas, C. (2012). Utilización de puzolanas naturales en la elaboración de prefabricados con base cementicia destinados a la construcción de viviendas de bajo costo. LIMA.
42	Yrupailla, C.	Uso de la cascara de arroz como fuente de energía en la fabricación de ladrillos cerámicos.	Yrupailla, C. (2010). Uso de la cascara de arroz como fuente de energía en la fabricación de ladrillos cerámicos.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Revisión bibliográfica matriz 1.

Fuente	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Resistencia a la compresión)1	SUBTEMAS (Resistencia a la flexión) 2	SUBTEMAS (Trabajabilidad) 3	SUBTEMAS (Tiempo de fraguado) 4
1	N. Fuentes Molina, O.I. Fragozo Tarifa, L. Vizcaino Mendoza	Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural	La resistencia a compresión, obteniendo como resultados promedio 0.585 MPa, 0,743 MPa y 0,956 MPa para cascarilla de arroz	Finalmente se determinó el porcentaje Adecuado de adición, de 0.56 Mpa con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto.		
2	Pedro E. Matthey, Rafael A. Robayo, Jherson E. Díaz, Silvio Delvasto, José Monzó	Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agroindustrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales	Cumplen con las resistencias a la compresión mínimas requeridas para un elemento constructivo no estructural, con valores de resistencia de 5,49 MPa y 6,08 MPa respectivamente.	Finalmente se determinó el porcentaje Adecuado de adición, de 5.26MPa con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto.		
3	Andy Fabián Arévalo Torres Luis López del Aguila	Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.	El porcentaje de adición de 2%, mejora levemente la resistencia a la compresión en un 0.64% y 1.65%, para los dos diseños	Finalmente se determinó el porcentaje Adecuado de adición, de 2%, con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto.		

4	Pérez Zumaeta Edwin Alejandro OchoaRamírez JoséAbel	Análisis comparativo de la resistencia decompresión de mortero adicionado de ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad $f'c=175\text{kg/cm}^2$	Para la adición al mortero de 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de cáscara de arroz, existió un incremento en la resistencia a la compresión a los 7 días de edad, de 10.49%, 15.47% y 22.95% respectivamente, con respecto al mortero patrón.	Finalmente se determinó el porcentaje Adecuado de adición, de 12%, con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto.	Corresponde un asentamiento de 3" a 4" (pulg.)
5	Jaime Huertas, Miguel Ángel Portocarrero Regalado, Luis Alberto	Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018	Esta tesis propone la utilización de la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) en la sustitución del cemento en un 8%, ya que es el porcentaje que más resistencia a la compresión pudo soportar el concreto	Finalmente se determinó el porcentaje Adecuado de adición, de 5%, con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto.	
6	Carlos Enrique Intor Vásquez	resistencia a la compresión del concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ con fibras de polipropileno	compresión del concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ a edades de 7, 14 y 28 días es la proporción de 1.00%, con respecto a las variaciones del 0.25% y 0.60 %.	Finalmente se determinó el porcentaje Adecuado de adición, de 0.5%, con la cual se ensayó el esfuerzo a flexión del concreto.	

7	Carranza, Walter Alejand	<p>“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'c=175\text{kg/Cm}2$) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo –Lambayeque”</p>	<p>Respecto a la mezcla con un aporte de 5% de agregado de concreto reciclado según los resultados demuestran que se tiene un incremento de la resistencia a la compresión de manera ascendente y homogéneo.</p>	<p>una resistencia a la penetración de 500 lb/plg2 (3.5Mpa)</p>
8	entendiendo el concreto	<p>Concreto en estado fresco en la obra: las confusiones con el tiempo de vida útil, trabajabilidad, tiempo de fragua y tiempo de desencofrado</p>		
9	<p>Fuentes Quevedo Eduardo Florencio Peralta Segura Neiver</p>	<p>Evaluación de las propiedades del concreto con cemento Pacasmayo, inca y mochica en edificaciones convencionales, Lambayeque. 2018</p>	<p>el concreto elaborado con cemento Mochica llega y sobrepasa a una resistencia de diseño de 175 kg/cm2</p>	<p>resistencia a la flexión para los concretos elaborados con cemento Pacasmayo, Mochica e Inka respectivamente tanto para resistencias $f'c=175\text{ kg/cm}2$</p>

10	OSCAR ERNESTO AGUILAR BELTRÁN EDWIN ADIEL RODRÍGUEZ MEJÍA MARTÍN JOSÉ LEONEL SERMEÑO MONGE	Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio			A partir de los resultados del ensayo de tiempos de fraguado se obtuvo que: el fraguado inicial ocurrió a las 3 horas con 33 minutos y el fraguado final a las 5 horas con 23 minutos
11	Andy Fabián Arévalo Torres Luis López del Aguila	Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.	Para el primer diseño patrón, las resistencias son $f'c=176.53 \text{ kg/cm}^2$, $M_r=39.34 \text{ kg/cm}^2$, y con adición adecuada de 2% se obtuvo $f'c(2\%)=177.66 \text{ kg/cm}^2$, $M_r(2\%)=41.57 \text{ kg/cm}^2$		
12	Tomas Serrano	Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades	Las resistencias a compresión es de 5,38 MPa respectivamente, cuando se introduce la cáscara se produce una reducción de las resistencias a 1,37 y 2,64 MPa respectivamente.	la resistencia a flexión es de 2.24 Mpa	

13	Natalia Fuentes Molina , Oscar Iván Fragozo Tarifa , Lissette Vizcaino Mendoza	RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO ADICIONES EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO NO ESTRUCTURAL	La resistencia a compresión, obteniendo como resultados promedio 0.585 MPa, 0,743 MPa y 0,956 MPa para cascarilla de arroz, ceniza de la cascarilla de arroz y ceniza volante, respectivamente, a los 7, 28 y 45 días de curado
14	Solarte, Serguei; Ospina, Michel; Aperador, William; Mejía de Gutierrez, Ruby	Efecto del modo de obtención de la sílice amorfa apartir de la cascarilla de arroz en las propiedades de durabilidad del mortero armado.	El aumento en resistencia fue de 9% y 18% respectivamente,
15	Bach. Jaime Huertas, Miguel Ángel Bach. Portocarrero Regalado, Luis Alberto	Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural.	Resistencias a la compresión final a los 28 días fueron de 119 kg/cm ² , 57 kg/cm ² y 34 kg/cm ² respectivamente.

16	Aigaje Canencia Vanessa Elizabeth ,Chalco Tapia Rita Soraya	Determinación de la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado, en la elaboración de bloques huecos de hormigón que cumplan con las especificaciones de la norma INEN 3066	Del análisis comparativo a la resistencia promedio a compresión simple que presenta el bloque patrón o bloque A, el 100% se considera la resistencia de 5.07 Mpa	relación que existe entre el tiempo de fraguado y el contenido de CCA de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos, la línea de tendencia que más se ajusta a los resultados obtenidos da una relación lineal o directamente proporcional, es decir mientras mayor sea el contenido de CCA mayor tiempo requerirá para fraguar.
17	Bastidas Gutiérrez Pablo Xavier Ortiz Vizúete Gabriela Geovanna	Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar	En este caso se considera a realizar proyectos como losas, vigas y columnas reforzadas, donde la tabla nos arroja un valor de asentamiento en un rango de 10 a 2cm, se adopta para el diseño un asentamiento de 8 cm.	
18	Camargo Perez, Nelson Ricardo , Higuera Sandoval, Carlos Hernando.	Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz	resistencia a la flexión de 42 Kg/cm ²	

19	Pedro E. Matthey, Rafael A. Robayo, Jherson E. Díaz, Silvio Delvasto, José Monzó	Influencia del mezclado en dos etapas en la fabricación de ladrillos de mampostería con ceniza de cascarilla de arroz como agregado fino	presentan resistencias de 5,49 MPa y 6,08 MPa respectivamente		
20	Mohamed Amin , Bassam Abdelsalam	Eficiencia de las cenizas de cáscara de arroz y cenizas volantes como materiales de reactividad en hormigón sostenible	las mezclas con ceniza de cascarilla de arroz exhibieron una mayor resistencia a la compresión	la relación de el reemplazo del 10 % de la ceniza de cascarilla de arroz con el cemento mejoró el rendimiento de flexión del hormigón	Los resultados de asentamiento de las mezclas de hormigón aumentaron mediante el uso de ceniza de cascarilla de arroz
21	S.K. Antiohos a, , V.G. Papadakis b , S. Tsimas c	Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en cemento y hormigón en función de sílice reactiva y finura	las pruebas de compresión se realizaron para 2,7,28,90 y 365 días después de mezclar		la adición de la ceniza de la cascarilla de arroz en el hormigón mejora la trabajabilidad para el rendimiento mecánico del hormigón
22	U T Igba, S O Ehikhuemen , J O Akinyele , M O Osaghal , S O Oyebisi	El efecto del reemplazo parcial del cemento de piedra caliza de Portland de Nigeria con cenizas de cascarilla de arroz en hormigón	las resistencias a la compresión aumentaron a medida que aumentaron los días de curado para cada porcentaje de reemplazo de ceniza de cascarilla de arroz		

23	Wilson Javier Erazo Espinosa Jose Luis Lara Prada Lucas Fernando Prado Tovar	Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de cubos de mortero utilizando cenizas de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento	Se obtuvo que los cubos con incorporación de ceniza no alcanzaron el esfuerzo de diseño, siendo 10% el más alto, con 11.38 Mpa, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos	
24	Obed Angulo Zabala Juan David Viera Rodríguez	Evaluación del efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concretos simples	En este trabajo de investigación se realizó un estudio del comportamiento del concreto, con un diseño de mezcla de 17, 23 MPa; evaluando su densidad y la resistencia a la compresión	
25	Centeno Santiago David Romero Rodríguez Bogar Johel	Evaluación del uso de los residuos de cáscaras de arroz como agregados en bloques para la construcción		Además, se reconoce el efecto retardador en el fraguado del cemento portland por la presencia de lignina.
26	Anyi Marcela Rodríguez Sánchez María Paula Tibabuzo Jiménez	Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico	Las muestras suplementadas del 3% y 5% por CCA, presentan resistencia inferior a la muestra patrón con una diferencia del 2% y el 1% respectivamente.	Los resultados obtenidos del asentamiento mostraron en las mezclas M1, M2 y M3 la misma consistencia,

27	Nelson Ricardo Camargo Pérez	La ceniza de cascarilla del arroz como aporte a la resistencia del concreto hidráulico	La metodología utilizada fue un diseño experimental con una muestra patrón con resistencia a la compresión de 27.57 Mpa	resistencia a la flexión de 3.8 MPa.	En las pruebas de resistencia a la tracción indirecta se encontró la misma relación que en las pruebas de resistencia a la compresión, que a mayor porcentaje de sustitución menor resistencia
28	Solarte, Serguei; Ospina, Michel; Aperador, William; Mejía de Gutierrez, Ruby	Efecto del modo de obtención de la sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz en las propiedades de durabilidad del concreto armado.			El agregado grueso y fino se obtuvo localmente, cada uno con tamaño máximo de 3/4" y 3/8" respectivamente.
29	Martha Alix Novoa Galeano, Luisa Daniela Becerra León, María Paula Vásquez Piñeros	La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero			resistencias a la tracción superiores a 0,8 MPa, sin embargo, en las condiciones del ensayo son los valores obtenidos, aún para el mortero de referencia, cuya ficha técnica reporta valores mayores o iguales a 0,5MPa.

30	Diana Maricel Rendón Michel Angelo Ospina Ruby Mejía de Gutiérrez	Evaluación de una sílice obtenida de un subproductos industrial en pastas y morteros de cemento portland	La Tabla 4 presenta los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de las mezclas de morteros adicionadas con las diferentes CCA, HS, con reemplazos del 10% y el aditivo superplastificante con un porcentaje de adición del 0,2%.	Satisface asentamientos o slump comprendidos entre 3.0 a 4.5 pulgadas	Se utilizaron las mismas mezclas que para la consistencia en morteros, siguiendo la norma ASTM C-91, C-141, con ayuda del aparato Vicat.
31	Moises Baruj Speicher Fernández	Pérdida de consistencia del concreto en el tiempo	Realizar un análisis de concreto con CCA para resistencias de 175 kg/cm ²	La trabajabilidad a las dos horas de todas diseños disminuyen en 2" de Slump aproximadamente, y además se tornan menos trabajables	Requiere dos horas para culminar la fragua inicial En la fragua, a medida que se va incrementando el % de adición el tiempo de fragua tanto inicial como final disminuyen, esto debido a que las mezclas son más secas y van perdiendo trabajabilidad.
32	Beltrán Taipe, Karen Jennifer, Ccama Mendoza, Franco Miuller	Análisis comparativo de concretos adicionados con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz(CCA), Fly Ash y puzolana natural	Realizar un análisis de concreto con CCA para resistencias de 175 kg/cm ²	La trabajabilidad a las dos horas de todas diseños disminuyen en 2" de Slump aproximadamente, y además se tornan menos trabajables	En la fragua, a medida que se va incrementando el % de adición el tiempo de fragua tanto inicial como final disminuyen, esto debido a que las mezclas son más secas y van perdiendo trabajabilidad.

33	Bheel,N;Wahab Abro	Uso de ceniza de cáscara de arroz como material cementoso en hormigón.					En la fragua, a medida que se va incrementando el % de adición el tiempo de fragua tanto inicial como final disminuyen, esto debido a que las mezclas son más secas y van perdiendo trabajabilidad.
34	Krishna, N., & Sandeep, K.	Estudio sobre hormigón con sustitución parcial de cemento por ceniza de cascarilla de arroz.					En la fragua, a medida que se va incrementando el % de adición el tiempo de fragua tanto inicial como final disminuyen, esto debido a que las mezclas son más secas y van perdiendo trabajabilidad.
35	Mehta , P., & Pirtz , D	Las cenizas de cascaras de arroz utilizadas para reducir la temperatura del hormigón en masa, de alta resistencia					En la fragua, a medida que se va incrementando el % de adición el tiempo de fragua tanto inicial como final disminuyen, esto debido a que las mezclas son más secas y van perdiendo trabajabilidad.
36	ACEROS AREQUIPA.	Manual del maestro constructor.	teoría	teoría	teoría	teoría	teoría

37	Aliaga Mendoza, J. C., & Badajos Quispe, B. D.	Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto f' c 210 kg/cm2,	Se evaluó que la adición de cenizas de cascarillas de arroz para el diseño de concreto fc 210 kg/cm2, Atalaya – Ucayali, 2018; influye de manera positiva, de tal modo que, de acuerdo a los resultados obtenidos, se reduce el uso de cemento entre 10% a 15%. Mientras con la adición de 20 % de CCA no llega a la resistencia esperado.				
38	Argos	Historia del cemento y del concreto. 360º en Concreto.	teoría	teoría	teoría	teoría	
39	s Esquivel, G., & Saldaño Cos	Efecto del contenido de sílice amorfa en la ceniza de la cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresion en morteros de cemento portland y porosidad y absorcion en concreto de cemento portland.				En la fragua, a medida que se va incrementando el % de adición el tiempo de fragua tanto inicial como final disminuyen, esto debido a que las mezclas son más secas y van perdiendo trabajabilidad.	

40	Bastidas Gutiérrez, P. X.	Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en las mezclas de hormigón estándar.	De acuerdo a los resultados finales del proyecto se determinó la validez de la utilización de la ceniza CCA en la construcción proponiendo como mezcla óptima el hormigón con el 10% de CCA.				
41	Benitez, V.	Nuevas tendencias en tecnologicas del concreto.	teoría	teoría	teoría	teoría	
44	Cabrera, M., Ortega, A., Rodríguez, A., & Altamirano, C.	Diseño de un sistema para el aprovechamiento integral de la cáscara de arroz.	teoría	teoría	teoría	teoría	
43	Centeno, P., Robayo, R., Díaz, J., Del Vasto, S., & Monzó, J.	Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales.	teoría	teoría	teoría	teoría	
44	Cerón, S. A.	Uso eficiente de la cascarilla del arroz mediante la implantación de un sistema de comercialización orientado al sector público y privado en el cantón de Babahoyo.	teoría	teoría	teoría	teoría	

45	Comité ACI.	Comité ACI. (2015). Requisitos del Código de construcción para el concreto estructural.	teoría	teoría	teoría	teoría
46	EAAS & ARF.	Use of rice husk ash as partial replacement for cement in concrete. 1-6.	teoría	teoría	teoría	teoría
47	EFNARC.	Directrices Europeas para el hormigón autocompactante. Especificaciones, producción y uso. 5.	teoría	teoría	teoría	teoría
48	ra dos Santos, S., Almeida Mor	Caracterización de la ceniza de cáscara de arroz como adición mineral al concreto	teoría	teoría	teoría	teoría
49	iaccio, G., Zerbino, R., Tobes,	Aprovechamiento de la ceniza de cáscara de arroz para la elaboración de hormigones.	teoría	teoría	teoría	teoría
50	Gómez, J.	Historia del cemento y el concreto.	teoría	teoría	teoría	teoría

Fuente: Elaboración propia.