



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

La ceniza para el mejoramiento de las propiedades del concreto
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Robles Tufino, Jhohan Ashli (orcid.org/0000-0002-6388-1007)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "La ceniza para el mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ", cuyo autor es ROBLES TUFINO JHOHAN ASHLI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 07 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO DNI: 08644876 ORCID: 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 08-08- 2024 11:00:57

Código documento Trilce: TRI - 0853106



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ROBLES TUFINO JHOHAN ASHLI estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "La ceniza para el mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JHOHAN ASHLI ROBLES TUFINO DNI: 71208983 ORCID: 0000-0002-6388-1007	Firmado electrónicamente por: JROBLESTU el 07-08- 2024 19:18:36

Código documento Trilce: TRI - 0853104

Índice de contenidos

Carátula	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del autor.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	2
III. RESULTADOS	3
IV. CONCLUSIONES.....	9
REFERENCIAS.....	10
ANEXOS	24

RESUMEN

En la actualidad, se realiza una cantidad considerable de ensayos e investigaciones en este campo, enfocados en reducir el impacto ambiental de la producción de cemento y mejorar las propiedades del concreto para aplicaciones estructurales y de infraestructura. El progreso científico continúa introduciendo nuevos materiales y técnicas en la producción de concreto, con el objetivo de optimizar el rendimiento y la eficiencia de los productos finales. Esto incluye investigaciones sobre la composición del hormigón y la incorporación de nuevos materiales para mejorar sus propiedades mecánicas y comportamiento estructural. Se ha investigado cómo la adición de ceniza derivada de la quema de carbón puede mejorar las propiedades del concreto, como su resistencia a la compresión y su durabilidad. La industria cementera, responsable de una parte significativa de las emisiones de CO₂, busca métodos para reducir su impacto ambiental sin comprometer la calidad o aumentar los costos de producción. Los residuos agrícolas, como los provenientes del maíz, podrían ser una alternativa sostenible si se utilizan adecuadamente en lugar de ser quemados, lo que ayudaría a mitigar la contaminación ambiental.

Palabras clave: Ceniza, compresión, resistencia, tracción, orgánica.

ABSTRACT

Currently, a considerable amount of testing and research is being conducted in this field, focused on reducing the environmental impact of cement production and enhancing concrete properties for structural and infrastructure applications. Scientific progress continues to introduce new materials and techniques in concrete production, aiming to optimize the performance and efficiency of final products. This includes research into concrete composition and the incorporation of new materials to improve mechanical properties and structural behavior. Research has explored how the addition of ash derived from coal combustion can enhance concrete properties such as compressive strength and durability. The cement industry, which accounts for a significant portion of CO₂ emissions, is seeking methods to reduce environmental impact without compromising quality or increasing production costs. Agricultural residues, such as those from corn, could provide a sustainable alternative if properly utilized instead of being burned, thereby helping to mitigate environmental pollution.

Keywords: Ash, compression, resistance, tensile, organic.

I. INTRODUCCIÓN

La industria cementera causa una vigésima parte de la expulsión de dióxido de carbono (CO₂) provocadas por el hombre, con el tiempo la protección del medio ambiente ha ocupado un lugar en el pensamiento y la producción de cualquier planta de cemento. A través de esta iniciativa se ha investigado para reducir el dióxido de carbono de la producción de cemento sin comprometer la calidad del cemento, reduciendo costos y reduciendo el impacto ambiental, y tenemos residuos de cultivos de maíz. En su mayoría, los agricultores tienden a quemar en lugar de hacer un mejor uso y contaminar el medio ambiente. (Herrera y Montañez, 2022, p.19).

El progreso científico crea conocimientos, las introduce a los procesos para obtener productos más eficientes a menor costo, teniendo en cuenta además protección y conservación del medio ambiente. Así sigue desarrollándose el campo del desarrollo concreto, y hoy en día se realizan muchos ensayos e investigaciones sobre la composición del hormigón, introduciendo nuevos materiales que pueden mejorar las propiedades y el rendimiento en la construcción. (Montero, 2017, p.12).

La ceniza es un derivado de la quema de carbón, previamente es triturado y molido a una finura de 70-80% pasando por malla N°200 (Quispe, 2019, p.25).
Propiedades básicas del concreto: Flexibilidad Capacidad del concreto para deformarse bajo carga sin llegar a fisurarse o romperse, resistencia es la capacidad de soportar cargas, se comporta mejor a compresión que a tensión debido a las propiedades adhesivas del mortero, mientras que la ductilidad es la capacidad que tiene el hormigón de deformarse sin fisurarse, depende de la elasticidad y otras propiedades. Se denomina flujo plástico y consiste en la deformación del hormigón que se produce a lo largo del tiempo bajo carga constante. (Durante, 2018, p. 42-43)

Se observó que los materiales distintos del cemento y sus agregados o el asfalto se utilizan muy raramente para la infraestructura vial en el Perú; en Europa, Asia y

América del Norte se analizan diferentes materiales y se determina el uso de ceniza en la dosis de las mezclas de concreto para que no reduzca su durabilidad y también no dañe el medio ambiente.

Con respecto al objetivo general es compilar la influencia de la ceniza para el mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Los objetivos específicos son determinar la cantidad necesaria de ceniza para el mejoramiento de las propiedades del concreto, evaluar la resistencia a la compresión del concreto con adición de ceniza y determinar la temperatura de calcinación para obtener la ceniza.

II. METODOLOGÍA

Se utilizaron diversas fuentes bibliográficas para buscar artículos científicos. Se realizó una indagación bibliográfica en la Biblioteca Virtual de la Universidad Cesar Vallejo, ScienceDirect, DSpace, Scopus, SciELO y, repositorios de universidades como UPN, UTP, USP, en la página de Core UA, primero ingrese Biblioteca Virtual de la Universidad Cesar Vallejo en la cual me mostro varias opciones, luego en la base de datos y web de la ciencia, la cual es una base de datos que contine una infinidad de documentos de investigación en inglés, comencé a buscar con la palabra clave: Adición de ceniza, concreto, compresión, resistencia, flexión, addition of ash, concrete, resistance, compression, bending. Para la elaboración de este estudio de investigación, se encontraron artículo que cumplen con nuestros criterios de búsqueda. Las fuentes de investigación escogidas poseen características esenciales relacionadas con el tema, abarcando aspectos como las propiedades de las cenizas, el concreto, la influencia de las cenizas en el sector de la construcción, resultados de ensayos de compresión y tracción en el concreto utilizando cenizas volantes, y los beneficios que estas cenizas aportan al concreto. Se seleccionaron artículos potencialmente relevantes identificados en las bases de datos, los cuales eran: idioma, año de publicación, tipo de documento, autor, categoría de Web of Science, títulos de publicación y editorial. Utilice filtros los cómo el año de publicación no mayor a cuatro años de antigüedad para obtener informaciones actuales y las cenizas relacionadas con el título de investigación la ceniza para el mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Se

considero alrededor de 138 documentos entre artículos en español e inglés. De los cuales se seleccionaron y se eliminaron artículos cribados, al terminar la selección de los artículos solo se consideró para el estudio la información al metaanálisis 18 artículos la cantidad de documentos según los requisitos que necesitaba.

III. RESULTADOS

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Maguiña (2022), tuvo como objetivo: Determinar la resistencia a la compresión del concreto estándar como $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ donde se reemplazó cemento por ceniza de cáscara de papa, este estudio se realizó en Huaraz, en el año 2022. Fue un tipo de investigación aplicada puramente experimental. La población fue de 60 probetas de concreto, las muestras son 5 probetas de concreto estándar y las 45 probetas restantes, con 2%, 5% y 10% de ceniza de cáscara de papa, se emplearon la técnica de observación y no probabilístico, los instrumentos las fichas de investigación e informes de laboratorio estandarizados. La sustitución de un 2% aumento de la resistencia a la compresión para este modelo es muy pequeño en comparación con el 5%. por un método alternativo. Analizamos los cambios en la resistencia a compresión del concreto y el reemplazo del cemento por el porcentaje de ceniza en la cáscara. Al reemplazar el 2%, obtenemos un aumento de 1,89%, mientras que al reemplazar el 5%, obtenemos un aumento del 12,5% y el reemplazo del 10% disminuye a un 2,65%. Se concluye que la relación entre la sustitución porcentual del cemento y la ceniza de cascara de papa, se descubrió que la sustitución del 2% y el 5% del cemento aumenta su resistencia, pero cuando se utiliza el 10% disminuye notablemente la resistencia. Curo (2023) sostuvo por objetivo a incidencia de la adición de ceniza de cáscara de papa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido, Es un estudio aplicado teniendo un enfoque cuantitativo, el diseño de investigación es cuasi-experimental, la población y muestra estuvieron constituidas por 72 probetas de concreto, 36 probetas cilíndricas para ensayos a compresión y 36 vigas prismáticas en ensayo a la flexión, la técnica fue la observación directa, los instrumentos utilizados los formatos de ensayos estandarizados. Los resultados de la prueba ANOVA mostraron que existe una diferencia del 9% respecto al concreto estándar en la reposición de ceniza de cáscara de papa con una

significancia superior a 0.05, lo que afecta negativamente la resistencia a la compresión del concreto. Además, que el cambio entre 5% y 7% es una diferencia positiva respecto al hormigón estándar, porque el 5% es el que dio más durabilidad, que según nuestros datos mejoró un 8,13% respecto al hormigón estándar. Con esto, podemos confirmar que la sustitución de la cáscara de patata por ceniza afecta significativamente la resistencia a la compresión. Se concluye que sustituir el cemento por ceniza de cáscara de papa al 5% y 9% afecta las propiedades mecánicas del concreto, el porcentaje más óptimo es el 5%, que mejoró las propiedades mecánicas en compresión y flexión, el 7% y 9% no mejoran la resistencia de concreto. Bastidas (2019), tuvo como finalidad: Estudiar las características físico mecánicas del concreto estándar y del concreto suplementado con ceniza de cascarilla de arroz, en el año 2019. La investigación fue explicativa descriptiva, su población fue de 48 probetas. Los resultados que obtuvo son: La composición, de concreto está diseñada para 210 kg/cm². En este caso, este artículo se basa en las ventajas que nos ofrece CCA en hormigones a los 7 días observando hormigones estándar y diseños utilizando 5% y 10% de cemento en peso. Haciendo lo mismo, las tres mezclas de concreto lograron entre el 63% y el 65% de su diseño de resistencia a la compresión, 14 días después el mortero con CCA mostró una mejor resistencia en contraste con el concreto estándar, con un 5% mezclado con CCA logró un valor alto del 6,77% y un aumento del 17,35%. Mezcla con 10% CCA alcanza 245 kg/cm². Concluyo que la CCA acelera el fraguado y el diseño de CCA al 10% logra una resistencia de 93% más que la resistencia de diseño en un tiempo de 14 días y el hormigón de 5% CCA es similar al de 28 días lo que genera ahorros en costos, el CCA es tan duradero como el concreto estándar. En otras palabras, reemplazando el 5% de cemento se logra un ahorro de costos para el concreto. Rodríguez y Tibabuzo (2019), tuvieron como objetivo: Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz cultivada como aditivo del hormigón en la región de los Llanos Orientales, en el 2019. Este fue un estudio experimental que utiliza herramientas cuantitativas. Se utilizaron 45 muestras y una ficha de recogida de muestras. Los resultados que obtuvo son: El estudio mostró que al día 7 de tratamiento, el 3 %, 5 % y 15 % no lograron la resistencia óptima, con una diferencia porcentual del 32 %, 43 % y 59% relativamente, y el 10 % superó la resistencia óptima por 8 % Después de 14 días de tratamiento, el tres por ciento, cinco por ciento y quince por ciento no

obtuvieron la resistencia estúpida, una diferencia de 26%, 23% y 32% correspondiente. Y después de 28 días de curado, las proporciones de 3%, 5% y 15% no alcanzaron la resistencia del englobado de cemento de la mezcla de mortero de 21 MPa, luego se reemplazó el 10% de la camisa de cenizas volantes. En comparación con las mezclas estándar, la resistencia a la compresión ha mejorado en un 10 %. Se concluye que las muestras no presentaron porosidad y permitieron su trabajo, presentaron un alto porcentaje de aire en la muestra en lugar del 15% de mezcla. Farfán y Pastor (2018), tuvieron como objetivo: El empleo de cenizas de cáscara de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del hormigón, en el año 2018. Tipo de estudio es experimental usando solo 24 muestras cilíndricas de concreto para seguimiento y grupo de control de 150x300 mm, divididos en grupo control y grupos experimentales, con 4 ensayos de 7 y 28 días. Los resultados que obtuvieron son: una diferencia significativa entre la resistencia a la compresión de 7 días ($p > 0,05$) para todos los especímenes, pero el curado de 28 días ($p < 0,05$), según el análisis del extremo caliente, después de 28 días del curado, las muestras C°E y C fue significativamente diferente ($p < 0.01$) entre las muestras °+20% y C°+40%. Concluyeron que la relación CBCA del 20% y 40% dio una resistencia a la compresión muy por debajo a la calculada después de los 7 días; 43,93% después de 7 días y 22,62% después de 28 días, solo la resistencia a la compresión en aplicaciones de 28 días mostró diferencias significativas. Huaquisto y Quenta (2021), tuvieron como objetivo mejora la solidez del concreto con inclusión de ceniza, en el año 2021. Los métodos utilizados son el instrumento de recopilación de datos, en las muestras del estudio consideró 70 probetas e intervalos de 7, 14 y 28 días, los porcentajes fueron 0.0%, 2.5% 5.0%, 7.5% y 10, respectivamente, 0 cenizas en masa de cemento, %, desarrollado según el método ACI Committee 211. Los resultados obtenidos: Resistencia máxima a compresión del hormigón a los 7, 14 y 28 días al 2,5% de cenizas. Llegaron a la conclusión de que un contenido de máscara de paja de trigo de más del 5 % reducía la resistencia del hormigón incluso por debajo de la resistencia de diseño en 28 días. Huaquisto y Belizario (2018) tuvieron como objetivo: Utilizar cenizas volantes en el vertido de hormigón como sustituto del cemento, en el año 2018. La investigación pertenece al carácter no experimental del tipo comparativo, Sesenta probetas (tres cada una) de hormigón ordinario fueron preparadas por el método ACI. Resultados obtenidos: Máxima resistencia a compresión simple del

hormigón alcanzado a los 7, 14, 28 y 90 días con un contenido de cenizas volantes del 5%. Un contenido de cenizas volantes superior al 10 % reduce la resistencia del hormigón incluso por debajo de un nivel aceptable, mientras que un contenido de cenizas volantes inferior al 7,5 % mantiene el aguante a la compresión simple del hormigón dentro de un rango aceptable. También vemos que no hay una diferencia significativa en la intensidad a los 90 días en comparación con los 28 días. Ellos concluyeron: Al sustituir el cemento con cenizas volantes para incrementar la resistencia del concreto, utilizan la proporción óptima de tres por ciento a seis por ciento sin agregar otros aditivos para mejorar la plastificabilidad, la duración y la baja eficiencia de la construcción con el fin de asegurar el costo. Vu, et al (2019), tuvieron como objetivo: The Effect of Wood Ash as a Partial Cement Replacement Material for Making Wood-Cement Panels, en el 2019. Se realizó un estudio aplicado, experimental y de nivel descriptivo. Se obtuvo los siguientes resultados: La masa de todas las muestras se registró al inicio y al final del período de tratamiento durante tres días para medir los cambios en la densidad, que disminuyó aproximadamente un 5 % durante este tiempo; Debido a que los encofrados utilizados no estaban listos, ya que el encofrado está construido de madera contrachapada y no estaba completamente cerrado, lo que provocaba absorción de agua, la masa del panel alcanzó un estado estacionario aproximadamente 6 días después de retirarlo del encofrado. Esto significa que la mayor parte del agua libre de cemento en la cámara de acondicionamiento estaba a 23°C y 60° RH d. Las propiedades de flexión de WCAP en diferentes tiempos de curado mostraron que los valores de resistencia a la tracción y rigidez a la flexión de las muestras aumentaron con el tiempo de procesamiento y permanecieron casi sin cambios después de 7 días de curado. Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas entre las muestras en relación a la resistencia a la flexión y rigidez en todas las etapas de curado y el tiempo de curado de 28 días fue $p < 0,001$. La resistencia a la flexión y la resistencia de P4 y P5 son significativamente más bajas que las de otros tableros en todas las etapas de curado. La resistencia a la flexión óptima observada en estas pruebas se logró con un reemplazo del 30% de ceniza de madera después de 28 días de curado húmedo. Ellos concluyeron: Se investigaron las propiedades térmicas, físicas y dinámicas del cemento de astillas de madera, la ceniza de madera posee una excelente capacidad para ser utilizada como sustituto parcial

del cemento Portland con una tasa de cambio óptima de aproximadamente 30% en peso, en este momento. A nivel de sustitución, las propiedades técnicas de WPCA se reducen moderadamente con una reducción del 12 % en MOR a flexión y una reducción del 20 % en MOE 21 a flexión en comparación con la muestra de control de cemento de madera pura, más del 30 % durante el reemplazo, las propiedades mecánicas y físicas disminuyen a una tasa significativamente mayor, lo que resulta en una reducción del 43 % en el MOR flexible y una reducción del 41 % en el MOE flexible. El uso de ceniza de madera aumentó la capacidad calorífica del WCAP en un 11% en contraste con las muestras de control de cemento de madera pura. Zaffar, et al. (2022), tuvieron como objetivo: Investigación de las características ideales para el desarrollo de cenizas puzolánicas a partir de restos orgánicos como materiales alternativos al cemento, en el año 2022. Se realizó un estudio aplicado, experimental y de nivel descriptivo. Obtuvieron los siguientes resultados: La resistencia a la tracción de las muestras que contienen RHA aumentó durante un período más largo de calcinación a 300°C en comparación con RHA300-2H, con aumentos de resistencia del siete, nueve y once por ciento. Sin embargo, hubo una reducción significativa la resistencia en relación a la mezcla de control que tenía cemento. La reducción de la resistencia aumentó del 32% al 40%. La resistencia fue menor cuando el RHA fue tratado por más tiempo, y el aumento más significativo de resistencia se observó en las muestras de RHA tratadas a 600 °C durante 2 h. El aumento de la resistencia es consecuencia de la mayor actividad espumante del mortero de cemento RGA, la mejora de las propiedades espumantes está relacionada con la presencia de sílice altamente activa en el material, la cual está presente en las mezclas por un largo tiempo. a esta temperatura tienen la misma capacidad, pero menos que la mezcla y la mezcla de control en un 4% y un 31%, respectivamente. El uso prolongado de RHA calcinado a 800 °C dio como resultado una disminución de la resistencia a la compresión de hasta un 12 % en relación a las muestras que incluían RHA calcinado a 600 °C. donde observaron una disminución del 38% en la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla control, donde la disminución en la resistencia a la compresión se asoció con una menor actividad puzolánica debido a la formación de sílice cristalina luego del mezclado y calcinación a una temperatura de 800 °C durante dos horas. Ellos concluyeron: En este estudio se

expusieron tres cenizas como posibles alternativas para reemplazar el cemento, el objetivo principal fue encontrar la temperatura y tiempo de cocción óptimos para obtener RHA, CDA y WSA de alta calidad para su uso. Las cenizas se realizaron a temperaturas de combustión controlada de 300 °C, 600 °C y 800 °C durante dos, cuatro, seis y ocho horas, dependiendo del modelo XRD, cuando todas las cenizas se calcinan a 600 °C, se observó que la sílice se vuelve amorfa a esa temperatura. El tiempo de calcinación óptimo para producir CDA y WSA de alta calidad se registró en seis horas, mientras que el tiempo para obtener RHA altamente reactivo se estimó en dos horas. Amran, et al. (2021). Rice ash-based concrete: A fundamental evaluation of its qualities and capabilities., en el año 2021. Fue un estudio aplicado, experimental y de nivel descriptivo y fueron ensayos de laboratorio de mecánica. Tuvieron como objetivo: La resistencia a la compresión, las principales características del hormigón son la carga portante y la resistencia a la tracción, se comprobó que la combinación de partículas RHA aumenta la carga a flexión y la resistencia a la tracción, la cual se expresa en un 4 a 16% aproximadamente que cuando se combina con RHA, esto mejora del 15% al 21% cuando se utiliza RHA; También se encontró que el uso de RHA en el mortero de cemento mejoró la resistencia a la flexión. El porcentaje de resistencia máxima a la flexión aumentó en los morteros de control de 7 a 28 días y disminuyó progresivamente al aumentar la RHA en los morteros. En el caso del mortero con mayor cantidad de RHA, el aumento de intensidad durante el periodo de 7 a 120 días fue casi constante respecto al aumento de intensidad de 7 a 28 días, como se observó en los diferentes morteros. Concluyeron: Las propiedades físico-químicas del RHA son muy adecuadas para la producción de hormigón. Las propiedades de la sílice reactiva en RHA también cambian con la temperatura y la duración del tratamiento térmico. RHA se puede utilizar para reemplazar parcialmente el cemento. La cáscara de arroz debe quemarse a una temperatura específica de aproximadamente 500-700°C para lograr la máxima sílice reactiva. Sin embargo, la producción de sílice a partir de RHA es necesaria debido a su amplia variedad de aplicaciones y resuelve importantes desafíos de protección ambiental y ahorro de energía. Cuando se utiliza RHA como SCM, su gran estructura porosa permite mezclarlo con diversos componentes de materiales de construcción, lo que reduce el peso muerto del hormigón y proporciona un excelente rendimiento de aislamiento térmico. La inclusión de nanosílice en el

hormigón RHA es beneficiosa, ya que la nanosílice puede permitir una mayor resistencia y durabilidad tempranas de los compuestos mortero a base de RHA. También presenta altas prestaciones puzolánicas, lo que resulta en resistencia y durabilidad similares al hormigón. Las mezclas preparadas con 20% o más de RHA mostraron mejoras significativas en la consistencia de la porosidad, la filtración de agua, la pérdida de peso del aire, el ingreso de cloruros, el ataque de ácidos, la carbonatación, el potencial de corrosión y los sulfatos, y mostraron una caída adicional en la estructura de resistividad y una alta reactividad puzolánica.

IV. CONCLUSIONES

Se concluye que cuanto más porcentaje de ceniza se adicione al concreto, ya sea orgánica e inorgánica la resistencia a la compresión, solo es posible sustituir al cemento de un 2% a un 15% en las muestras y si se quiere un óptimo resultado de debe adicionar un 3% a un 14%. Cuando se sustituye el 2% y 5% del cemento, se observa un aumento significativo en la resistencia a la compresión. Sin embargo, al aumentar al 15%, la resistencia a la compresión disminuye notablemente.

La prueba de tracción con diferentes proporciones de ceniza dio como resultado un aumento de la resistencia a la tracción del 18,59 % sobre la resistencia de diseño estándar, los datos obtenidos para los diseños de 10% se obtiene 163,2 kg/cm² y con un 15% de ceniza es de 131,1 kg/cm², inferiores al diseño de 20% de ceniza. Al sustituir el cemento con cenizas volantes para incrementar la resistencia del concreto, se observa que la proporción óptima es de 3% a 6% sin agregar otros aditivos para mejorar la plastificabilidad, la duración y la baja eficiencia de la construcción con el fin de asegurar el costo

La calcinación de los productos orgánicos e inorgánicos se menciona que el bagazo de caña de azúcar está entre los 300 °C y 500 °C y de la cáscara de arroz (CCA) de ser entre 400 y 800°C. para obtener la ceniza sin que se cristalice con el método estandarizado según ISO 834 11:2014. La reducción de la resistencia aumentó del 32% al 40%. respecto a los ensayos sin adición de cenizas orgánicas y es recomendable que la calcinación sea mayor a 5 horas para una mejor cristalización.

REFERENCIAS

ABANTO CASTILLO, Flavio, Tecnología del Concreto [en línea]. Segunda edición, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.,2009[fecha de consulta: 26 de octubre de 2022].

Disponible en: https://issuu.com/gerardo_ramos1997/docs/306087568-tecnologia-del-concreto-flavio-abanto

ISBN: 978-612-302-060-6

ARIAS GONZALES, José Luis. Técnicas e instrumentos de investigación científica [en línea] Primera edición digital. Perú: Enfoques consulting EIRL, 2020[fecha de consulta: fecha de consulta: 28 de octubre de 2022]

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/350072286_TECNICAS_E_INSTRUMENTOS_DE_INVESTIGACION_CIENTIIFICA

ISBN: 978-612-48444-0-9

AMRAN, Mugahed, et at. Rice Husk Ash-Based Concrete Composites: A Critical Review of Their Properties and Applications. Advances in Cement-Based Composites and Novel Construction Products[en línea]. Volumen 11, número 2, Enero- Febrero 2021. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4352/11/2/168/htm>

EISSN 2073-4352

ARIAS GONZÁLES, José Luis, Guía para elaborar la operacionalización de variables. Perú: Espacio I+D: Innovación más Desarrollo [en línea], Volumen 10, número 28, Octubre 2021[fecha de consulta: fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/274/973>

ISBN: 2007-9703

BAENA PAZ, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. México: Grupo Editorial Patria, 2014[fecha de consulta: 28 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>

SBN ebook: 978-607-744-003-1

BASTIDAS GUTIÉRREZ, Pablo Xavier. Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2019.

Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18702/1/T-UCE-0011-ICF-134.pdf>

CALLEJA, José. Cenizas. Cementos y hormigones con cenizas. Materiales de construcción, Materiales de Construcción [en línea]. Volumen 32, número187, Setiembre 1982[fecha de consulta: 24 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://doi.org/10.3989/mc.1982.v32.i187.1006>

ISSN-L: 0465-2746

CARRASO DIASZ, Sergio. Metodología de La Investigación Científica [en línea]. Primera edición. Perú: Editorial: San Marcos, 2006 [fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]

Disponible en:

https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_

ISSN: 9972-34-2413

CORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Revista ciencias de la educación [en línea]. Segunda Etapa. Volumen 19, Numero 33, Enero – Junio 2009 [fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]

Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>

El hormigón: historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia por NISTAL CORDERO, Ángel Francisco, [et al]. Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente [en línea]. Volumen 10, 2012. [fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]

Disponible en: https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/577/533

ISSN 1696-8085

ESTRADA ILLÁN, Gisela Juliet y CARAVANTES ESTRADA, Jacqueline Ivonne. Instrumentos de Investigación [en línea]. Primera Edición digital. México: Universidad Tecnocientífica del Pacífico S.C, 2018 [fecha de consulta: 26 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://pdfslide.net/documents/instrumentos-de-investigacion-instrumentos-de-investigacion-editorial-instrumentos.html?page=2>

ISBN:978-607-9488-64-2

FARFÁN CÓRDOVA, Marlon Gastón y PASTOR SIMÓN, Hary Hernando. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. Revista de Investigación y Cultura Universidad César Vallejo [En línea]. Volumen 7, Número 3, Septiembre -Diciembre 2018. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-hacer/article/view/706/679>

ISSN: 2414-8695

Fundamentos de la investigación y la innovación educativa por NAVARRO ASENCIO, Enrique [at al] [en línea]. España: Universidad Internacional de La Rioja, S. A, 2017 [fecha de consulta: fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]

Disponible en: https://www.unir.net/wp-content/uploads/2017/04/Investigacion_innovacion.pdf

ISBN: 978-84-16602-55-1

GARCIA VALCARCE, Antonio. Cenizas volantes.1988

Disponible en:

https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/16178/1/RE_Vol%2003_04.pdf

GÓMEZ, David Rodríguez; ROQUET, Jordi Valldeoriola. Metodología de la investigación Universitaria [en línea]. Oberta de Catalunya, 2009 [fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]

Disponible en: https://www.upn162-zamora.edu.mx/plan/archivos/c144b4_Metodología%20de%20la%20investigación_Módulo%201%20David%20Rodríguez.pdf

PID: 00148555

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. Metodología de la Investigación [en línea]. Sexta edición México interamericana editores, s.a. de c.v. [fecha de consulta: 28 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERRERA GRADOS, Sharon Stefany y MONTAÑEZ DEL CASTILLO, Alfred Jhordan. Mejora de las propiedades del concreto con adición de residuos de maíz calcinado. Tesis (Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2022.

Disponible en:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3908/52422.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HUAQUISTO CÁCERESA, Samuel y QUENTA FLORES, Darwin. Resistencia del concreto con inclusión de ceniza. Revista JRICE (Journal of Research and Innovation in Civil Engineering) [En línea]. Volumen 1, Número 1, Abril - Junio 2021. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/jrice/article/view/65/48>

ISSN: 2789-0856

HUAQUISTO CÁCERES, Samuel y BELIZARIO QUISPE, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista de Investigaciones Altoandinas [En línea]. Volumen 20, Número 2, Abril - Junio 2018. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2022]

Disponible: <https://huajsapata.unap.edu.pe/index.php/ria/article/view/48/42>

SSN: 2313-2957

MONTERO TRUJILLO, Doménica Andrea. Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6412>

MEJIA MEJIA, Elias. Metodología de la investigación científica [en línea]. Primera edición. Peru: Producción Editorial Imprenta de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005[fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]

Disponible en:

<https://sbecdb035178db168.jimcontent.com/download/version/1408468203/module/10120234760/name/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20Cient%C3%ADfica.pdf>

ISBN: 9972-46-285-4

MONJE PEÑA, Danissa Isabel. Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas en adoquines de concreto adicionando ceniza de algarroba seca-eucalipto, Tumbes 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, escuela profesional de ingeniería civil, 2021.

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92389?show=full>

Métodos y técnicas de investigación por CEVALLOS VEINTIMILLA, Alicia Fabiola [et al] [en línea]. Ecuador: Grupo Compás, 2017[fecha de consulta: fecha de consulta: 28 de octubre de 2022]

Disponible en:

<http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/498/3/metodología.pdf>

SBN: 978-9942-33-264-6

MORENO GARZÓN, Adonay. La serie aprender a investigar [en línea]. 3ª Edición. Bogotá: Arfo editores Ltda, 1999 [fecha de consulta: 26 de octubre de 2022].

Disponible en:

[https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/3.-](https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/3.-Recolecci%C3%B3n-de-la-Informaci%C3%B3n-APRENDER-A-)

[Recolecci%C3%B3n-de-la-Informaci%C3%B3n-APRENDER-A-INVESTIGAR-ICFES.pdf](https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/3.-Recolecci%C3%B3n-de-la-Informaci%C3%B3n-APRENDER-A-INVESTIGAR-ICFES.pdf)

ISBN: 958-9279-11-2 Obra completa

Norma Técnica NTP 334.104 peruana 2011. Edición 2, Enero 2011.

National Ready Mixed Concrete Association, CIP 16 - Resistencia a Flexión del concreto [en línea], 2017 [fecha de consulta: 27 de octubre de 2022].

DISPONIBLE EN: <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>

Norma ASTM, Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto.

Norma ASTM-C0618-08 - Ceniza Volante de Carbón y Puzolana Natural en Crudo o Calcinada para Uso en Concreto. USA, 2008.

Norma Técnica P400.037 peruana. Agregados: Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, 2014.

NÚÑEZ FLORES, María Isabel. Las variables: estructura y función en la hipótesis. Investigación Educativa [en línea]. Volumen 11, Numero 20, Julio-Diciembre 2007 [fecha de consulta: fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe>

ISSN 17285852

PICÓN, Darío y MELIAN, Yanina Alejandra. La unidad de análisis en la problemática enseñanza aprendizaje. Una mirada sistémica [en línea]. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia Austral, 2014 [fecha de consulta: 25 de octubre de 2022].

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/326949288_La_unidad_de_analisis_en_la_problematika_ensenanza-aprendizaje

RAMOS, Carlos, VELAZCO, Gilberto y GRASES, José. Manual de Concreto Estructural. PAG Marketing Soluciones [en línea]. Primera edición, Caracas, 2014[Fecha de consulta: 26 de octubre de 2022].

Disponible en:
<https://pe56d.s3.amazonaws.com/p193k6ak6nqf8199a17uh1ukueue9.pdf>

ISBN 978-980-7658-00-3

RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Anyi Marcela y TIBABUZO JIMÉNEZ, María Paula. Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico. Tesis (Ingeniero Civil). Villavicencio: Universidad Santo Tomás, 2019.

Disponible en:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15589/2019anyirodr%C3%ADguez?sequence=1&isAllowed=y>

RÍOS RAMÍREZ, Roger Ricardo. Metodología para la investigación y redacción [en línea]. Primera edición digital. España: Servicios Académicos Intercontinentales S.L., 2017 [fecha de consulta: 25 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/index.html>

ISBN-13: 978-84-17211-23-3

ROMERO PAJUELO, Keyla Soraya; TINEO NAVARRO, Kelly Vanesa. Influencia de la ceniza de hoja de maíz y bagazo de cebada en el concreto $f'c=210$ kg/cm², Santiago de Chuco 2021.Tesis(Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85095/Romero_PKS-Tineo_NKV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PARDO, Antonio y DE LUXÁN, M. Pilar Normalización española sobre cenizas volantes (normas UNE). Informes De La Construcción [En línea]. Volumen 39, número394, Abril 1988. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://doi.org/10.3989/ic.1988.v39.i394.1594>

ISSN-L: 0020-0883

Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de pandemia por CISNEROS CAICEDO, Alicia Jacqueline [et al]. Volumen 8, número 1, Enero-Marzo 2022 [fecha de consulta: 25 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383508>

ISSN: 2477-8818

TOIRAC CORRAL, José. Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la república dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón Ciencia y Sociedad [en línea]. Volumen XXXVII, número 3, julio-septiembre, 2012, pp. 293-334

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>

ISSN: 0378-7680

VU ANH, Viet, CLOUTIER, Alain, BISSONNETTE, Benoot, BLANCHET, Pierre y DUCHESNE, Josee. The Effect of Wood Ash as a Partial Cement Replacement Material for Making Wood-Cement Panels. Materials. Issue Supplementary Cementitious Materials in Concrete [en línea] Volumen12, número 17, Agosto 2019. [fecha de consulta: 23 de octubre de 2022]

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma12172766>

EISSN 1996-1944

ZAFFAR, Suhail, KUMAR, Aneel, MEMON, Naem Aziz, KUMAR, Rabinder y SAAND, Abdulh. Investigating Optimum Conditions for Developing