



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

Propiedades mecánicas de bloques de concreto para albañilería
modificado con cenizas industriales

TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Silvera Cruces, Jose Carlos (orcid.org/0000-0001-8766-3146)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (orcid.org/0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

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, BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS, 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: "Propiedades mecánicas de bloques de concreto para albañilería modificado con cenizas industriales", cuyo autor es SILVERA CRUCES JOSE CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15%, 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, 11 de Octubre del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS DNI: 42414842 ORCID: 0000-0003-4459-494X	Firmado electrónicamente por: JBENITESZL el 11- 10-2024 18:09:33

Código documento Trilce: TRI - 0873228





Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SILVERA CRUCES JOSE CARLOS 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: "Propiedades mecánicas de bloques de concreto para albañilería modificado con cenizas industriales", 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
JOSE CARLOS SILVERA CRUCES DNI: 70334121 ORCID: 0000-0001-8766-3146	Firmado electrónicamente por: JCSILVERAS el 11-10- 2024 18:11:30

Código documento Trilce: TRI - 0873229

DEDICATORIA

A mi padre que, más allá de la vida, sus virtudes que fueron propia de su gran persona, son el motivo de mis los logros.

A mi madre Victoria Nicolasa Cruces de Silvera por su incensurable amor y apoyo.

A mis hermanos por su gran influencia en el logro de este objetivo.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia doy gracias a mi madre, por su esfuerzo y apoyo para el logro de mi objetivo.

Gracias a mi hermano y hermanas, por incondicionales.

Gracias a el asesor por su competencia, exigencia, apoyo y conocimiento compartido.

Índice de contenidos

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
Índice de contenidos	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. METODOLOGÍA.....	13
III. RESULTADOS (DISCUSIÓN).....	17
IV. CONCLUSIONES.....	21
REFERENCIAS.....	22
ANEXOS	27

Resumen

En la investigación se desarrolló como objeto identificar las características físicas y mecánicas del concreto con adición de cenizas de residuos industriales, en principio, de resistencia a la compresión de bloques de concreto para albañilería con adición de ceniza, para esto se usó la metodología con un enfoque cuantitativo, el cual tuvo un margen de investigación, revisión y recolección de datos que convenientemente se seleccionaron y excluyeron tomando en cuenta la información más relevante que permita el desarrollo de este trabajo, los mismos que fueron procesados y comparados en un cuadro ordenado según la proveniencia de ceniza, el tipo de cemento, el porcentaje de adición y un único periodo de curado de 28 días. Los ensayos que se realizaron muestran un patrón positivo de la adición y el cemento, siendo esto un indicador de que las cenizas son un gran aporte para aumentar la resistencia a la compresión del bloque de concreto siempre en cuando su aplicación como remplazo cementante sea moderado en bajos porcentajes entre 5 y 10 %, generando resistencias mayores a los 20 kg/cm² considerándose apto para uso en muros no portantes, sin embargo, se observó que diferentes tipos de ceniza en la misma proporción generan una mecánica distinta.

Palabras clave: Residuo industrial, ceniza, bloque de concreto.

Abstract

The objective of this article was to identify the physical and mechanical characteristics of concrete with the addition of ash from industrial waste, in principle, the compressive strength of concrete blocks for masonry with the addition of ash, the methodology was applied with a quantitative approach. which had a margin of research applying review and data collection methodologies that were conveniently selected and excluded taking into account the most relevant information that allows the development of this work, which were processed and compared in a table ordered according to origin. of ash, the type of cement, the percentage of addition and a single curing period of 28 days. The tests that were carried out show an indirect pattern of the addition and cement, this being an indicator that ashes are a great contribution to increasing the compressive strength of the concrete block as long as its application as a cementitious replacement is moderate in low percentages between 5 and 10, generating resistance greater than 20 kg/cm², considering it suitable for use in non-load-bearing walls.

Keywords: Industrial waste, ash, concrete block.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las principales introducciones de la globalización es la aplicación de nuevas tecnologías y estrategias en la ingeniería para proceder a investigar nuevas formas de producir, elaborar y gestionar un producto, de manera que en sentido viable del medio ambiente, además de reducir la contaminación y economizar los valores altivos de los materiales, de esto parte la necesidad de escudriñar nuevos elementos que se utilizan en diseño de estructuras portantes y no portantes tal como son elementos acondicionados a partir del concreto adicionado con ceniza de residuos industriales aportando nuevos aspectos en su resistencia mecánica, en donde se menciona que “el residuo de la combustión se agrega en la elaboración de mezclas de concreto de manera que se pueda identificar el impacto como puzolana en reemplazo allegado del cemento para la fabricación de bloques de concreto” (Correa, 2023, p. 4).

En el mundo, el cemento es el producto industrial con mayor uso, mayor emisión de dióxido de carbono y es el consumidor del 10 % del agua industrial, del cual, silenciosamente, los sectores industriales de concreto y producción de material prefabricado para la construcción, dependen gravemente, convirtiendo su uso excesivo en un problema actual y a futuro, de manera que “en la producción del cemento, el Clinker es un producto que se obtiene a partir del consumo en altas cantidades de energía y emanación de CO₂ alterando la atmósfera, liberando al medio ambiente 46 .6 millones en tonelada de este gas de grave impacto” (El Diario, 2019), considerando este hecho y “la gran disponibilidad que existe del cenizo volante, se buscó impulsar la aplicación de material disponible, sustentable y económica reduciendo el abuso de la materia prima para la elaboración del concreto” (Instituto Mexicano del Transporte, 2019. p. 2), en el mismo sentido se mencionó que “un material amorfo obtenido de una variedad de residuos industriales posee un gran potencial para ser adicionado en la fabricación de ladrillos en concreto y arcilla” (Torres [ed al], 2021, p. 161), donde “adicionando cenizas con contenidos elevados de carbón al concreto las propiedades de resistencia compresiva, corrosiva y durabilidad tiende a ser comprensivamente superior a los valores promedios” (Zea [ed al], 2023, p. 14-15).

A nivel nacional uno de los principales problemas que presenta la construcción es el elevado costo de los insumos de bloques de concreto a consecuencia de su composición principal que es “el cemento, el cual su utilización en estos últimos 5 años se ha incrementado, dejando secuelas de contaminación ambiental y acrecentando la curva de inversiones en su valor” (Ccopa, 2019, p 1). En departamentos como Ayacucho, Trujillo, Cusco, San Martín y entre otros se aplican metodologías que prometen el buen desempeño de concretos con adición de cenizas en diferentes especímenes de mampostería entre bloques, ladrillos, morteros, de la misma forma, también en concretos de alta resistencia y para elementos estructurales con acero de refuerzo, de manera que sea hace evidente un gran tema de integración en la ingeniería en nuestra parte de la región nacional, manifestándose una gran implementación de nuevos productos industriales que aportan al rubro de la construcción involucrado en el mejoramiento y calidad en cuanto a albañilería y muros con bloques de concreto, de manera que también se pueda reflejar esto en sus necesidades estructurales.

Un problema general es que los residuos industriales pueden ser agentes inorgánicos u orgánicos despachados en periferias que se exponen a descomposición a luz libre, en su perspectiva ilustrativa se hace conveniente incorporar la tecnología aplicada dándole razón al recaudo de estos brotes residuales y ponerlos en condiciones para su aplicación como adición en concretos y remplazo parcial del cemento, es de considerar que para “la producción de madera, para las empresas corresponsales, por cada árbol que es extraído solo el 0.2 es aprovechado comercialmente, mientras que el 0.8 es extraviado en el campo entre ramas, raíces, corteza, astillas y aserrín” (Atuesta y Sierra, 2015), en el mismo sentido “la integración de residuos sólidos como ceniza de bagazo de caña de azúcar y aserrín en la elaboración de ladrillos, se identifica una reducción de residuos de alto impacto con aplicación inapropiada” (Gongalvez y otros, 2017).

Las investigaciones que permiten comprender las variaciones mecánicas de los bloques de concreto adicionado con cenizas, en las cuales, según Buitron (2023) en su tesis con título “Propiedades mecánicas de muros de albañilería con bloques de concreto modificado con ceniza de rastrojo de cebada”, en el cual planteo como objetivo estimar el cambio del comportamiento en la mecánica de

muros de albañilería con bloques de concreto implementado con cenizo de añojal de cebada, para el cual la metodología fue de manera aplicada, explicando los medios de la causa y efecto de los hechos experimentales, mediante los cuales los resultados obtenidos en cuanto para el bloque control el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 15.81, 19.66 y 22.41 kg/cm² del mencionado, para el bloque con 3 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 17.97, 21.90 y 26.55 kg/cm² respectivamente, para el bloque con 5 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 18.44, 25.40 y 30.77 kg/cm² respectivamente, para el bloque con 10 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 13.11, 18.33 y 21.68 kg/cm² respectivamente.

Por su parte Ardiles (2021) en su tesis titulada “Influjo del cenizo de bagazo de la caña de azúcar como suplente parcial del cemento portland tipo I en la producción de unidades de albañilería” que tuvo como objetivo conocer cómo influye el cenizo de bagazo de la caña de azúcar en remplazo proporcional al cemento portland tipo I en la producción de elementos de mampostería confinada. En la metodología se realizó un estudio experimental, aplicada, utilizo técnicas de análisis de documentos y trabajos de campo según los estándares de la NTP, mediante el cual obtuvo resultados para el bloque patrón, el aguante promedio a compresión tuvo un valor de 28.75 kg/cm², para el bloque con 5 % de agregado de cenizo, el aguante promedio a compresión tuvo un valor de 33.59 kg/cm², para el bloque con 10% de agregado de cenizo, el aguante promedio a compresión tuvo un valor de 37.81 kg/cm², para el bloque con 15 % de agregado de cenizo, el aguante promedio a compresión tuvo un valor de 35.45 kg/cm², llegando a la conclusión que en relación al aguante a la compresión, se indica que las proporción de cenizo en 10 % genera una resistencias que supero al bloque patrón alcanzando un aguante al compresión de 37.81 kg/cm² y de 28.81 kg/cm² respectivamente, del cual se concluyó que el remplazo parcial del cemento por cenizo de bagazo de caña de azúcar mejora el comportamiento del bloque.

La variable de esta investigación es bloque de concreto, el cual se define como “un elemento prediseñado, prefabricado y premoldeado para la aplicación en albañilería armada y confinada [...] empleados para la construcción de muros de albañilería en viviendas, muros de contención, cercos perimétricos y otros” (Arrieta y Peñaherrera, 2001, p.11),

Se justifica que el trabajo de investigación en referencia a la adición de cenizas y residuos industriales en la producción del concreto es debido a que se busca comprender y explicar e “interpretan en la mejora de las propiedades mecánicas compresivas del concreto” (Coronel, Altamirano y Muñoz, 2022), es importante prescindir que “la resistencia mejora favorablemente con la aplicación de restos de sólidos en conjunto con las cenizas de residuos industriales actuando con acto sinérgico” (Arbaláez, Delgado, Castañeda, 2022). Interpretar cuantitativamente como influye en “la producción de bloques de concreto no estructurales alcanzando características mecánicas con valores crecientes según la edad del concreto, la calidad del curado, en principio la calidad de la adición y agregados” (Valencia, Robayo y Mejía, 2021, p. 1).

El objetivo general de la presente investigación es establecer el dominio físico y mecánico de los bloques de concreto para albañilería modificado con cenizas de residuos industriales. Los objetivos específicos se desarrollan de la siguiente manera, primero, definir la resistencia mecánica compresiva promedio de bloques de concreto para albañilería modificado con cenizas de residuos industriales, segundo, determinar la absorción de bloques de concreto para albañilería modificado con cenizas de residuos industriales y tercero, estimar la variación dimensional de bloques de concreto para albañilería modificado con cenizas de residuos industriales, en dedicación a este propósito se realizó la búsqueda de artículos científicos, considerando los datos plasmados en su apartado de resumen y conclusiones, los cuales se estarán detallando consecuentemente.

II. METODOLOGÍA

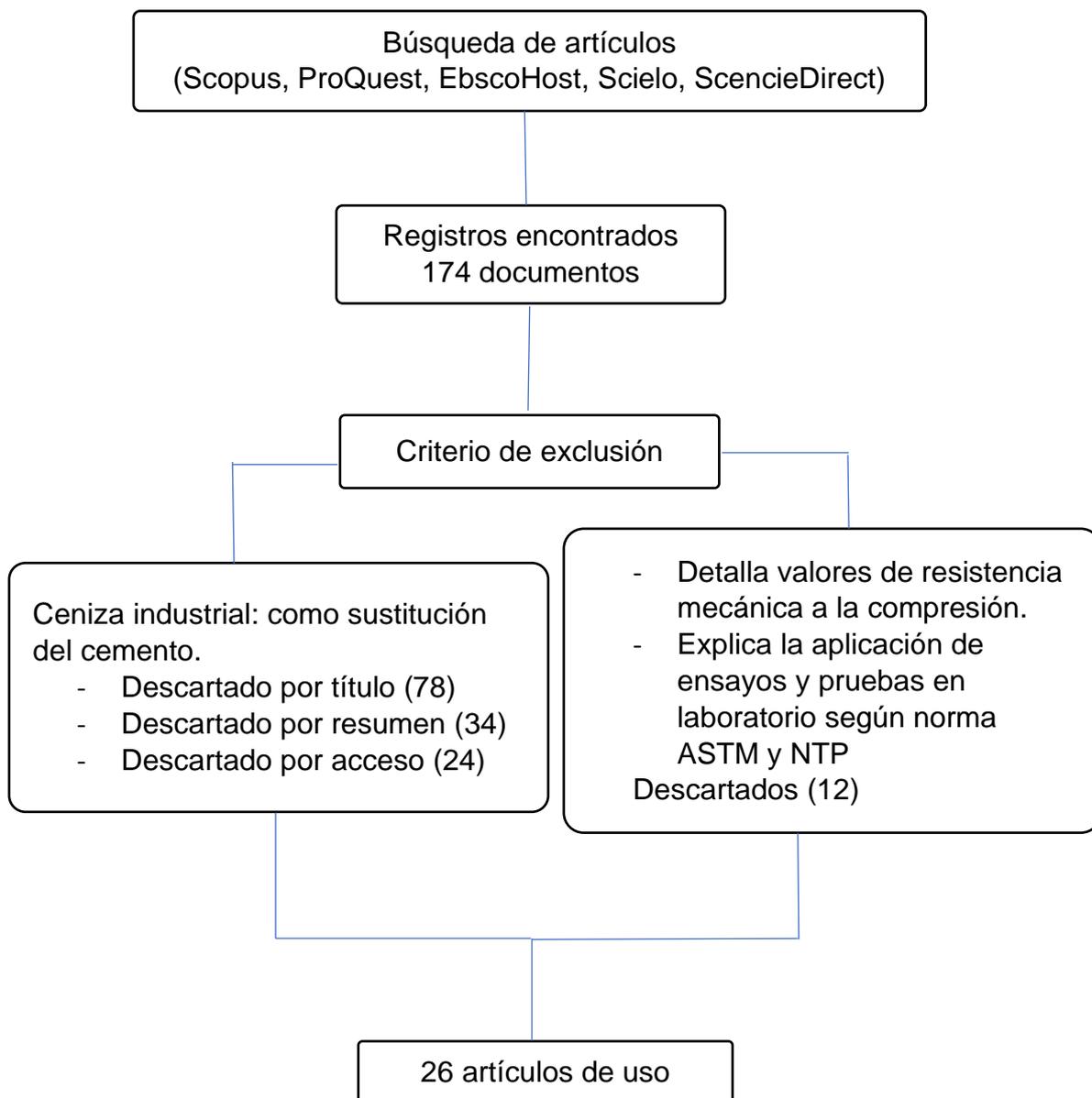
El enfoque de la investigación es cuantitativo del cual se sabe que “es la que propone una secuencia de procesos muy bien coordinados y entrelazados las cuales ayudan a constatar ciertas conjeturas, considerando cada una de ellas imprescindibles” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 6). La investigación es secuencial y medible en un marco de procesos que parte de una idea generando problemas, objetivos, hipótesis y variables que permiten establecer un plan metodológico y probarlas estadísticamente para concretar una conclusión sólida considerando lo siguiente.

Tabla 1: Resistencias características de bloques.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (mayor valor %) +-			ALABEO (mayor valor %)	RESISTENCIA MINIMA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Portante	4	3	2	4	50
No Portante	7	6	4	8	20

Fuente: Norma E 070, 2020.

En principio se utilizó las herramientas virtuales en esencia la proporcionadas por la casa de estudios, realizando búsquedas en la base de datos Scopus, Pro Quest y EBSCOhost, Scielo y ScienceDirect, de tal manera se seleccionaron documentos de artículos en español e inglés que se hayan publicado entre los años 2019 hasta 2024, es decir con 5 años de antigüedad, filtrando palabras claves en la búsqueda; ceniza industrial, concreto, muros de concreto no estructural, puzolana. Optando por analizar los títulos más precisos en seguida los resúmenes concluyendo con los resultados, donde solo se seleccionaron artículos que presentaron datos de resistencia a la compresión en cuanto a sujetos de prueba adicionados ceniza de reciclados en su composición.



Tipo de ceniza	% de ceniza	Tipo de cemento	Edad del bloque del concreto (días)	Resistencia a compresión (MPa)	Referencia
Ceniza de cascara de arroz	5.00%	Cemento portland	28	4.37	(Pinto y Caicedo, 2022)
	10.00%	Portland tipo 1	28	56.6	(Coronel, Altamirano y Muñoz, 2022)
	50.00%	Cemento holcim m1	28	35.17	(Camargo e Higuera, 2016)
	20.00%	Cemento portland	28	5.87	(Matey, [ed al], 2015)
	5.00%	Cemento portland	28	24.6	(Vásquez, Leiva y Monteza, 2021)
	20.00%	Cemento portland	28	37.74	(Robayo, Mattey y Delvasto, 2013)
	5.00%	Cemento portland tipo 1	28	56	(Nurtando, [ed al]. 2020)
Corteza de cebada	3.00%	Cemento portland	28	2.6	(Buitron, 2023)
	5.00%	Cemento portland	28	3.02	(Buitrón, 2023)
	8.00%	Cemento portland	28	2.72	(Buitrón, 2023)
	10.00%	Cemento portland	28	2.13	(Buitrón, 2023)
	5.00%	Portland tipo 1	28	29.8	(Coronel, Altamirano y Muñoz, 2022)
Ceniza de bagazo de caña y acerrin	20.00%	Cemento portland	28	8.3	(Gongalvez, [ed al]. 2017)
	5.00%	Cemento portland	28	3.3	(Ardiles, 2021)
	10.00%	Cemento portland	28	3.71	(Ardiles, 2021)
	15.00%	Cemento portland	28	3.48	(Ardiles, 2021)
	10.00%	Cemento portland	28	8.32	(Gongalvez, [ed al]. 017)

Ceniza de lodo de depudadora	15.00%	Cemento portland	28	5.1	(Pérez, [ed al], 2013)
	10.00%	Cemento portland	28	3.32	(García, García V. y Vaca, 2013)
	26.00%	Portland tipo 1	28	46.43	(Coronel, Altamirano y Muñoz, 2022)
	20.00%	Cemento portland	28	46	(Valencia, Robayo y Mejía, 2021)
	10.00%	Cemento portland	28	27.8	(Cárdenas, Lizázaro y aperador, 2016)
Ceniza volante y escoria de alto horno	10.00%	Cemento portland	28	31.11	(Burgos, Ángulo y Mejía, 2011)
	15.00%	Cemento portland	28	79	(Fuentes, Fragozo y Vizcaino, 2015)
	50.00%	Cemento portland	28	45	(Rendon, [ed al]. 2019)
	5.00%	Cemento portland tipo 1	28	37.82	(Pacori, 2022)
	12.00%	Cemento portland	28	6.6	(Shengquajan, [ed al], 2020)

III. RESULTADOS (DISCUSIÓN)

En mención al primer objetivo, Pinto y Caicedo (2022) obtuvo resultados en donde el soporte a la compresión en un tiempo de vida del bloque de 28 días, registraron un valor de 3.13 Mpa para el bloque modificado con cenizo volante de corteza de arroz y 4.37 Mpa para el bloque tradicional. Por su parte Buitron (2023) registró **resultados** en cuanto para el bloque control el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 15.81, 19.66 y 22.41 kg/cm² respectivamente, para el bloque con 3 % de agregado de cenizo de paja de cebada el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 17.97, 21.90 y 26.55 kg/cm² respectivamente, para el bloque con 5 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 18.44, 25.40 y 30.77 kg/cm² respectivamente, para el bloque con 8 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 17.29, 20.33 y 27.22 kg/cm² respectivamente, para el bloque con 10 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad tuvo un valor de 13.11, 18.33 y 21.68 kg/cm² respectivamente. En ambas investigaciones los bloques con adición de cenizo a la edad de 28 días, en diferentes proporciones, cumplen con los estándares de la norma E 070 superando una resistencia de 2 MPa.

Respecto al segundo objetivo, Ardiles (2021) obtuvo registros para el bloque patrón las dimensiones de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.13, 0.30 y 1.30 %, para el bloque con 5 % de agregado de cenizo de bagazo de caña de azúcar sus dimensiones de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.5, 0.17 y 1.80 %, para el bloque con 10% de agregado de cenizo sus dimensiones de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.03, 0.04 y 0.91 %, para el bloque con 15 % de agregado de cenizo, mientras que sus características de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.13, 0.44 y 0.71 %. En el mismo sentido Buitron (2023) estimo en cuanto al bloque patrón que sus dimensiones de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.00, 0.60 y 1.17 %, para el bloque con 3 % de agregado de cenizo de restrojo de cebada, sus dimensiones de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.14, 0.65 y 1.19 %, para el bloque con 5 % de agregado sus dimensiones de

largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.21, 0.51 y 1.44 %, para el bloque con 8 % de agregado de cenizo sus dimensiones de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.06, 0.32 y 1.56 %, para el bloque con 10 % de agregado de cenizo sus dimensiones de largo, ancho y altura manifestaron una variación de 0.14, 0.65 y 2.28 %, En ambas investigaciones los bloques con adición de cenizo en diferentes proporciones cumplen con los estándares de la norma E 070 Indicado en la Tabla 1.

En cuanto al último objetivo, Buitron (2023) recopiló resultados en cuanto para el bloque control la absorción registro un valor promedio de 4.24 %, para el bloque con 3 % de agregado de cenizo de restrojo de cebada la absorción registro un valor promedio de 5.31 %, para el bloque con 5 % de agregado de cenizo la absorción registro un valor promedio de 5.65 %, para el bloque con 10 % de agregado de cenizo la absorción registro un valor promedio de 7.10 %. Para el mismo objeto Ardiles (2021) obtuvo resultados para el bloque patrón la absorción registro un valor promedio de 6.4 %, para el bloque con 5 % de agregado de cenizo de bagazo de caña de azúcar la absorción registro un valor promedio de 6.2 %, para el bloque con 10% de agregado de cenizo la absorción registro un valor promedio de 6.2 %, para el bloque con 15 % de agregado de cenizo la absorción registro un valor promedio de 5.7 %. De las dos investigaciones se observó que los promedios de absorción de los bloques con agregado de cenizo en sus diferentes porcentajes presentan una mínima variación de entre 0.5 y 0.9 %. Para los resultados más relevantes se procesaron los datos que se muestra en la figura 1. En la cual se consideran 19 pruebas de resistencia.

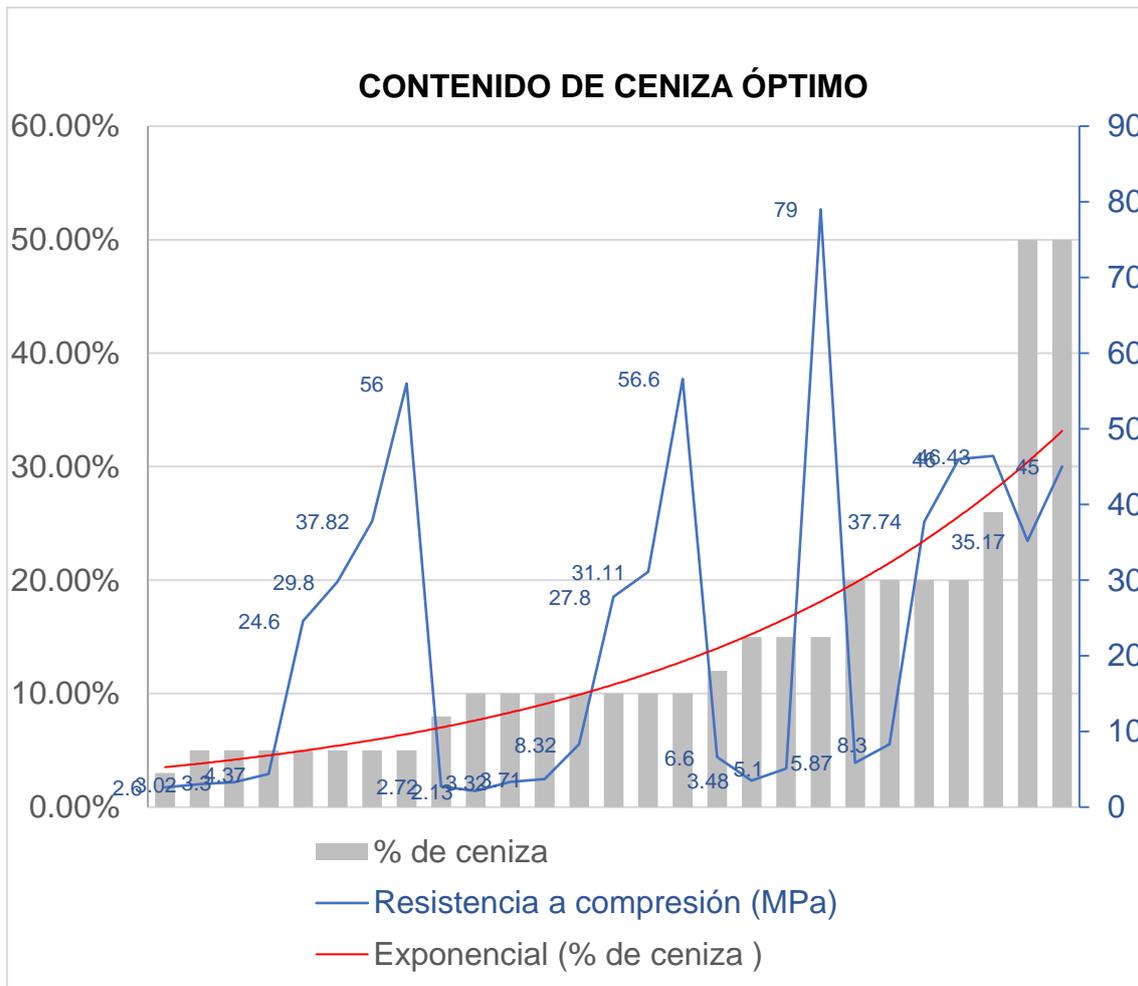
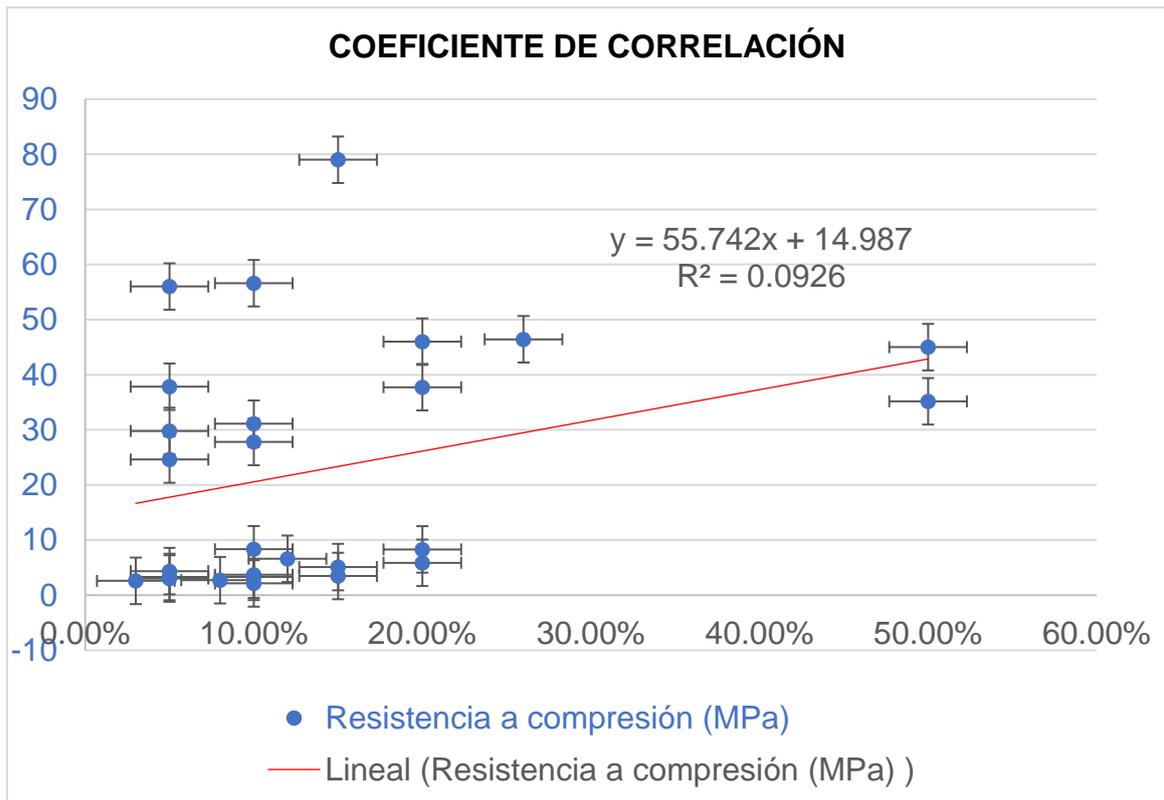


figura 1: resistencia a la compresión según adición de cenizas de residuos industriales.

La figura 1 muestra la variación de la resistencia a la compresión del espécimen adicionado el % de ceniza de residuos industriales para un periodo de vida o de curado del concreto de 28 días. De lo siguiente, se manifiesta que existe una relación indirectamente proporcional entre la resistencia del concreto y porcentaje de ceniza adicionado, es decir, a más cantidad de cenizas de residuo industrial menor será la resistencia compresiva del concreto.

Para verificar concretamente que la resistencia del concreto en relación a la adición de cenizas de desechos de residuos industriales sea constante se opta por analizar una línea de tendencia trazada entre los puntos de las variables, agregados y/o características de los datos registrados de cada espécimen, tal como se muestra se muestra en la figura 2.

Figura 2: Coeficiente de determinación.



En vista del resultado analítico se puede afirmar que el ajuste en base a los modelos es malo, siendo que, en valor de $R^2 = 0.0926$, esto no es cercano a 1 y se puede concretar que los valores de resistencia de los especímenes de prueba con reemplazo de cemento por ceniza industrial, pueden variar estrictamente aun cuando posean el mismo porcentaje de ceniza o el mismo tiempo de vida.

La resistencia a la compresión se determinó mediante ensayos, según los establecimientos descritos en las normas que gobiernan lo requerido, detallado en el ASTM C31, C39, C140 y C617 para especímenes puesto para ensayo como unidades de concreto para mampostería según la norma E.070 de donde se detalló en la Figura 1, el mismo que especifica las resistencias de los tipos de bloques para albañilería.

IV. CONCLUSIONES

En consideración de los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que, la adición de ceniza de residuos industriales es una alternativa viable en tanto al mejoramiento de la capacidad físico y mecánico y en cuanto a la resistencia a la compresión de bloques de concreto para elementos no estructurales en albañilería, siempre en cuando se opte por cantidades entre 5 y 10% en sustitución del cemento.

Para el primer objetivo, donde el soporte a la compresión en un tiempo de vida de 28 días, registro un valor máximo de 3.13 MPa, para el bloque con 3 % de agregado de cenizo de paja de cebada el aguante promedio a compresión fue de 26.55 kg/cm², para el bloque con 5 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión fue de 30.77 kg/cm², para el bloque con 8 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión fue de 27.22 kg/cm² respectivamente, para el bloque con 10 % de agregado de cenizo el aguante promedio a compresión fue de 21.68 kg/cm², se concluye que los bloques de concreto con adición de ceniza industrial hasta en 10 %, cumple con la resistencia aceptable para considerarse elementos de mampostería no portantes.

Respecto al segundo objetivo se concluye que las variaciones de sus dimensiones de largo, ancho y altura para los bloques de concreto con adición de ceniza industrial son mínimas, con valores que llegan hasta 0.14, 0.65 y 2.28 % con 10 % de ceniza, siendo este último los valores más elevados, se finaliza que estos valores pueden cambiar según las condiciones de su elaboración o producción.

En cuanto al tercer objetivo se concluye, que la absorción del bloque con adición de ceniza industrial es proporcional al contenido de ceniza, donde con valores mínimos se registró, con 3 % de agregado de ceniza, 5.31 % de absorción del bloque, mientras que 10 % de ceniza llega a acrecentar hasta 7.10 % de absorción, también se afirma que los métodos de elaboración como la vibración y compactación disminuyen la capacidad de absorción hasta un 5.7% de los bloques de concreto con adición de ceniza en 15 %, de la cual también dependerás de tipo metodología de producción.

REFERENCIAS

- GURDIAN, H. [ed al]. 2024. Durability of concrete with pozzolanic admixtures and recycled aggregates. *Rev. ALCONPAT* [online]. 2021, vol.11, n.3 [citado 2024-10-01], pp.17-30. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352021000300004&lng=es&nrm=iso. Epub 05-Jul-2022. ISSN 2007-6835. <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.542>.
- TORRES, J. [ed al]. 2021. Evaluación de cenizas de fondo de carbón para la fabricación de ladrillos de arcilla: estudio preliminar., Santander: Universidad Industrial de Santander, fecha de consulta: 06 de 07 de 2021, Revista UIS Ingenierías, Vol. 20, pág. 161;170. ISSN: 2145 - 8456.
- VALLEJOS P. [ed al]. 2023 Revisión sistemática de las propiedades físico-mecánicas del hormigón con incorporación de Ceniza de Madera. *Ing. compet.* [online]. 2023, vol.25, n.2 [cited 2024-10-01], e-30111825. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332023000200013&lng=en&nrm=iso. Epub May 05, 2023. ISSN 0123-3033. <https://doi.org/10.25100/iyv.v25i2.11825>.
- CORONEL, Y., ALTAMIRANO, L. Y MUÑOZ, S. 2022. Cenizas y fibras utilizadas en la elaboración de concreto ecológico. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2022, Vol. 25. ISSN: 1561-0888.
- MATTEY, P. [ed al]. 2015. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Bogotá: Universidad Simón Bolívar, 03 de 07 de 2015, *Rev. Latinam. metal. mat.*, vol. 35, pág. 285;294.
- CAMARGO, N. Y HÍGUERA, C. 2016. Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla de arroz., s.l: Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 10 de 6 de 2016, vol. 27, pág. 91;109.
- CÁRDENAS, J., LIZARAZO, J. Y APERADOR, W. 2016. Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento portland - ceniza volante - escoria de alto horno). *Rev. Latinam. Metal. Mat.* 36, Bogotá: Universidad Simón Bolívar, 12 de 2 de 2016, vol. 3, pág. 201;217. ISSN: 0255-6952.

- ATUESTA, L. Y SIERRA, F. 2015. Caracterización físico-química de pellets producidos a partir de mezclas 50/50 carbón bituminoso/madera residual. Pamplona: Universidad Nacional da Colombia, 2015, Vol. 79.
- GONGALVEZ, J. [ed al]. 2017. Caracterización física y mecánica de ladrillos de suelo cemento con la incorporación de diversos residuos. Toledo: ed. Igepec, 2017, Vol. 21.
- SUARES, S; CALDERON, V. Y BETANCUORT Q. 2024. Life cycle analysis and economic evaluation of cement and concrete mixes with rice husk ash: application to the Colombian context. Rev. Materiales de construcción, [online], vol 74, n 353, e 335. DOI: 10.3989/mc.2024.350723, ISSN 0465-2746. Disponible en: <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/3507/4302>
- ARBELÁEZ, O., DELGADO, K. Y CASTAÑEDA, J. 2022. Efecto de la incorporación de ceniza de bagazo de caña en las propiedades mecánicas y las emisiones de dióxido de carbono del hormigón preparado con residuos de vidrio. Medellín: Universidad Cooperativa de Colombia.
- MATTEY, P. [ed al]. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Cali: Universidad Simón Bolívar, vol. 35. ISSN: 0255-6952.
- VALENCIA, W., ROBAYO, R. Y MEJÍA, R. 2021. Propiedades de ingeniería de concretos híbridos activados alcalinamente basados en altos contenidos de ceniza volante: un análisis a largas edades. Santander: Universidad Industrial de Santander, fecha de consulta: 15 de 03 de 2021, Revista UIS Ingeniería, Vol. 20, pág. 1;17. ISSN: 2145 - 8456.
- SÁNCHEZ, E., LEIVA, J. Y MONTEZA, C. 2021. Elaboration and Characterization of Bricks Made with Addition of Calcined Rice Husk. Chiclayo: Universidad Tecnológica del Perú, Vol. 30. ISSN: 2357-5328.
- MATTEY, P; DELVASTO, S. Y ROBAYO, R. 2013. Comportamiento mecánico de un concreto mecánico de un concreto con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero. Cali: Universidad del valle, Vol. 12.
- NURTANTO, D; JUNAI, I; WAHYUNINGTYAS, W y YUNARNI, W. 2020. Comparación de la adición de cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de tejas a cemento de geopolímero en base a cenizas volantes con cemento

Portland. *Rev. ing. constr.* [online]. 2020, vol.35, n.3 [citado 2024-10-02], pp.287-294. Disponible en:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000300287&lng=es&nrm=iso)

[50732020000300287&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000300287&lng=es&nrm=iso). ISSN: 0718-5073

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300287>.

- VALENCIA, W., ROBAYO, R. Y MEJÍA, G. 2021. Propiedades de ingeniería de concretos híbridos activados alcalinamente basados en altos contenidos de ceniza volante: un análisis a largas edades. Santander: Universidad Industrial de Santander, 2021, Vol. 20. ISSN: 2145 - 8456,
- FUENTES, N., FRAGOZO, O. Y VIZCAINO, M. 2015. Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. Bogotá: Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 04 de 09 de 2015, Vol. 25, pp. 99-116.
- RENDON, M. [ed al]. 2019. Durability of concrete mixtures with different contents of activated fly ash. Yucatan: Instituto Mexicano del Transporte, 2019, Vol. 9. ISSN. 2007-6835.
- PACORI, J., TURPO, V. Y LIPA, L. 2022. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un adoquín adicionando cenizas de ladrilleras artesanales. [ed.] Universidad Nacional del Antiplano. Juliaca: Revista Ingeniería de Construcción RIC, 02 de 08 de 2022, Vol. 37, págs. 272-280.
- SHENGQUAN, Z. [ed al]. 2020. Cimentación de cenizas volantes reforzados con pilotes de mezcla cemento -tierra. [ed.] Dyna. España: Publicaciones Dyna SI, Vol. 95, págs. 198-204. ISSN: 0012-7361.
- NORMA E.070 ALBAÑILERIA. LIMA, PERU : SENCICO, 2020. ISBN: 978-612-48427-6-4.
- CAISEDO, E. [ed al]. 2015. Reutilización de un residuo de la industria petrolera (FCC) en la producción de elementos constructivos. Cali: Universidad del Valle, 2015, Vol. 19. ISSN: 0123-2126.
- PRAKAS, R. [ed al]. 2020. Hormigón reforzado con fibra que contiene residuos de cáscara de coco, cenizas volantes y fibra de polipropileno. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- APERADOR, W., BAUTISTA, J. Y DELGADO, A. 2015. Evaluación de las propiedades mecánicas de materiales compuestos elaborados a partir de

- cenizas volantes y polímeros reciclados. 27, Medellín: Universidad de Medellín, 2015, Vol. 14. ISSN: 1692 - 3324.
- AGREDO, J. [ed al]. 2021. Evaluación de cenizas de fondo de carbón para la fabricación de ladrillos de arcilla: estudio preliminar. Santander: Universidad Industrial de Santander, 2021, Vol. 20. OSSN: 2145 - 8456.
- JUAN, G. [ed al]. 2023. Strength of Concrete Using Partial Addition of Residual Wood Ash with Respect to Cement. *Rev Politéc. (Quito)* [online]. 2023, vol.52, n.1 [citado 2024-10-01], pp.45-54. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292023000300045&lng=es&nrm=iso. ISSN 2477-8990. [https://doi.org/\(10.33333/rp.vol52n1.05\)](https://doi.org/(10.33333/rp.vol52n1.05).
- ZEA, J. [et al]. 2023. Performance of the addition of cane bagasse ash as a filler to produce self-compacting concrete. *Rev. ALCONPAT* [online]. 2023, vol.13, n.1 [citado 2024-10-01], pp.80-96. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352023000100006&lng=es&nrm=iso. Epub 26-Abr-2024. ISSN 2007-6835. <https://doi.org/10.21041/ra.v13i1.642>.
- NGANDU, C. 2022. Predicción de la resistencia a la compresión del hormigón con ceniza de cáscara de arroz incorporada, utilizando redes neuronales y revisiones. *Iteckne* [en línea]. 2021, vol.18, n.2 [citado 2024-10-01], pp.99-107. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982021000200099&lng=en&nrm=iso. Publicación electrónica 16 de mayo de 2022. ISSN 1692-1798. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i1.2532>.
- RENDON B. [ed al]. 2024. Durability of concrete mixtures with different contents of activated fly ash. *Rev. ALCONPAT* [online]. 2019, vol.9, n.2 [citado 2024-10-01], pp.200-214. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352019000200200&lng=es&nrm=iso. Epub 29-Sep-2020. ISSN 2007-6835. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i2.313>.
- DO COUTO, A. [ed al]. 2019. Estudio inicial de la ceniza de madera de eucalipto (EWA) como aditivo mineral en el hormigón. *Dyna rev.fac.nac.minas* [en línea]. 2019, vol.86, n.208 [citado 2024-10-01], pp.264-270. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532019000100264&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0012-7353. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.74580> .

ANEXOS

Números de documentos incluidos

<i>Fuentes</i>	<i>Archivos analizados</i>	<i>Archivos incluidos</i>
Scopus	9	4
EbscoHost	22	8
ProQuest	12	2
Scielo	39	8
ScienceDirect	17	4
TOTAL	99	26

Documentos citados incluidos a una dimensión.

<i>Base de datos</i>	<i>Año de publicación</i>	<i>Palabras clave</i>	<i>Resultados de búsqueda</i>	<i>Filtros aplicados</i>	<i>Resultados después de la aplicación de filtros</i>	<i>Artículos seleccionados</i>
Scopus	Últimos 10 años	Comportamiento, concreto, cenizas industriales.	23	Materia, artículo, año.	9	9
EbscoHost	Últimos 10 años	Ceniza industrial	84	Ciencia de los materiales, ingeniería	22	12
ProQuest	Últimos 10 años	Concreto, ceniza industrial	74	Revistas científicas, artículo principal	12	12
Scielo	Últimos 10 años	Ceniza, concreto	114	Ingeniería, materiales, construcción	39	8
ScienceDirect	Últimos 10 años	Ceniza industrial	32	Materiales Science, ingeniería	17	6
Total			323		99	47

turnitin TI.docx

por JOSE CARLOS SILVERA CRUCES

Fecha de entrega: 10-oct-2024 11:31a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2475608252

Nombre del archivo: turnitin_TI.docx (81.9K)

Total de palabras: 3489

Total de caracteres: 17713

turnitin TI.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	14%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
5	docshare.tips Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	ruidera.uclm.es Fuente de Internet	<1%
8	Juan Cosa Martínez. "Utilización de mezclas de residuos para la obtención de cementos de activación alcalina: aplicación en morteros"	<1%