

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL
MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y
FISURAS NO ESTRUCTURALES EN
EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACIÓN
IRREGULAR EN EL DISTRITO DE ZORRITOS-
TUMBES 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Nexar Norvil Olaya hidalgo

Asesor:

Mg. Ing. Nixon Brayan Peche Melo

<https://orcid.org/0000-0002-4690-3518>

Trujillo – Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(A)	Jose Luis Benites Zuñiga
	Nombre Y Apellidos

Jurado 2	Juan Miguel De La Torre Ostos
	Nombre Y Apellidos

Jurado 3	Nixon Brayan Peche Melo
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	oa.upm.es Fuente de Internet	1 %
4	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1 %

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Apagado

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo principalmente a Dios, que me dio la vida y me permitió alcanzar esta etapa tan significativa en mi desarrollo profesional, a mi familia, que siempre ha sido el sistema de apoyo más fuerte para mí y a la que no podría estar más agradecido. A mis compañeros de trabajo, que me han ayudado constantemente a lo largo de mi carrera académica.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme vida y salud cada día. Con mucho cariño a mi familia, que siempre ha estado a mi lado. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres por haberme ayudado en este camino universitario y por haberme apoyado en mi búsqueda de una carrera profesional para un futuro mejor. A pesar de las dificultades a las que nos hemos enfrentado juntos, siempre han estado a mi lado y me han mostrado su amor y su apoyo.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
RESUMEN	8
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO II: METODOLOGÍA	23
CAPITULO III: RESULTADOS	38
CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
REFERENCIAS	55
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características químicas de la ceniza volante.....	16
Tabla 2 Tipos de morteros	17
Tabla 3 Clasificación de morteros de pega para mampostería, según resistencia a la compresión a 28 días y según dosificación (ASTM-270)	17
Tabla 4 Granulometría de la arena gruesa	19
Tabla 5 Requisitos para el agua.....	20
Tabla 6 Clasificación de grietas y fisuras según su ancho.....	20
Tabla 7 Diseño de investigación	23
Tabla 8 Operacionalización de variable	25
Tabla 9 tamaño de muestra para resistencia a la compresión, absorción y capilaridad.....	27
Tabla 10 <i>Componentes químicos de la ceniza volante</i>	32
Tabla 11 <i>Resistencia a la compresión axial</i>	38
Tabla 12 Variación porcentual de muestras a compresión axial	44
Tabla 13 Porcentaje de absorción.....	46
Tabla 14 Comparación del mortero con y sin adición de ceniza volante %	47
Tabla 15 Capilaridad (gr*min/cm ²)	48
Tabla 16 Comparación de capilaridad del mortero con y sin adición de ceniza volante (gr*min/cm ²).....	49

RESUMEN

la presente investigación consiste en elaborar especímenes de mortero para evaluar los efectos de la adición de cenizas de carbón, con el propósito de encontrar un mortero que cumpla con las características óptimas para su utilización en edificaciones de planta y elevación irregular, puesto que, las edificaciones con estas características geométricas tienden a presentar estas anomalías y a la vez aprovechar los residuos de materiales sobrantes de las plantas industriales (ceniza volante), este último con la finalidad de reciclar materiales contaminantes pero a la vez con propiedades puzolánicas reduciendo así la contaminación ambiental, En los ensayos de compresión axial, absorción y capilaridad, se comparó el mortero de cemento con adición de 0% de cenizas volantes con adiciones de 5%, 7% y 10% de cenizas volantes. Se demostró que las cenizas volantes mejoran las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento y que pueden utilizarse con moderación debido a su composición puzolánica.

Palabras claves: puzolana, absorción, capilaridad, mortero de cemento, ceniza volante, compresión axial.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Como razones y contexto del estudio, Es importante señalar que las grietas y fisuras en las construcciones son similares a las molestias físicas en el cuerpo, en el sentido de que son síntomas de una dolencia interior a menudo invisible. El primer paso para aplicar medidas preventivas o correctoras y evitar que deriven en males mayores es aprender a "leer" lo que comunican los desperfectos (de la Rosa, 1998). Durante los últimos años se puede evidenciar una predominancia del uso del concreto en el sector construcción, tanto para elementos estructurales, como para no estructurales, puesto que es el material principal de la construcción, sin embargo, dicho material a lo largo de su vida útil, es propenso a presentar grietas y fisuras como consecuencia de los factores ambientales adversos o por las irregularidades propias del diseño, encontrar soluciones para evitar que la estructura desarrolle anomalías, durante su vida útil es vital para mantenerla segura, estéticamente bella y duradera.

En Latinoamérica según Pinilla & Lasheras (2022) es su investigación "Método de diagnóstico y valoración de daños en acabados por flecha diferida de forjados de hormigón" se señala que hay numerosas demandas judiciales relacionadas con los daños causados por las deformaciones en losas y muros de hormigón. El estudio se centra en la estimación y evaluación técnica de los daños, especialmente en grietas en techos y paredes, con el propósito de evaluar económicamente las reparaciones necesarias. También ofrece un método para evaluar y determinar objetivamente el alcance de estos daños, clasificando las grietas en: G_A , $G_A = I$, $G_A = II$, $G_A = III$, $G_A = IV$, $G_A = IV$, las afecciones van desde las

menores de 0.2 mm hasta las aberturas mayores de 5 mm, con las que evaluó 291 hogares, de los cuales ninguno presentaba un grado de afección muy elevado, de ellos, 27 (93%) tuvieron un grado de afección alto $G_A = IV$ 92 (31,6%) medio $G_A = III$, 98 (33,7%) bajo $G_A = II$, 61 (21,0%) extremadamente bajo $G_A = I$ y 13 (4,5%) nulo o irrelevante G_A , como resultado, el 90,7% ($G_A=III$) tiene un nivel de afección equivalente o inferior al medio.

En el Perú según (Sotomayor - 2022 - ENTENDIENDO A LAS FISURAS Y GRIETAS EN LAS ESTRUCT.pdf, s. f.) Recientemente, se ha generalizado la práctica entre usuarios e incluso propietarios de edificios de asociar las grietas con señales de advertencia, incluidas órdenes de evacuación cuando existen dudas sobre la seguridad de las estructuras observadas, si examinamos las denuncias que los propietarios han presentado ante el Instituto Nacional de Competencia y la Producción Intelectual (INDECOPI) en los últimos años, encontramos que más del 20% de los casos se refieren al agrietamiento de estructuras de concreto en edificios situados en barrios de clase media a alta de Lima, entre ellos Miraflores, San Isidro, San Borja, Santiago de Surco y la Molina. Un estudio de parte de la información disponible revela que, en las construcciones arquitectónicas de concreto, las grietas representan una media del 21% de manifestaciones patológicas, 10% flechas excesivas, 20% oquedades, 21% degradación química, 20% corrosión de armaduras, 7% degradación química y 22% de manchas superficiales. Además, esta investigación revela los tipos de fisuras o grietas en el concreto clasificándolas en dos grupos: antes del endurecimiento y después del endurecimiento, donde las fisuras y grietas a edades tempranas después del endurecimiento rara vez repercuten en el comportamiento estructural de los componentes de concreto armado, sin embargo, deben repararse tan pronto como dejen de aparecer para evitar la infiltración de elementos externos.

A nivel local según (De Dios, 2021) en su investigación “Propuesta de uso alternativo de Concreto Polimérico para corregir fallas por corrosión en edificaciones del balneario Punta Sal, Tumbes 2021”, el autor de esta investigación tomo 301 muestras de estudio de las cuales 274 cumplieron con el requisito de evaluación integrada con cemento tradicional, mientras que 27 no cumplieron con esta condición porque estaban hechas con materiales rústicos como madera bambú, etc. El 54% de las 274 casas y estructuras evaluadas mostraron fisuras, en cambio el 44% no mostraron dicha anomalía. Las grietas fueron la segunda falla más frecuente, alcanzando un porcentaje de 28%. Los diseños que les posibilitaron obtener los resultados deseados consistieron en la sustitución completa de la pasta de cemento (relación agua-cemento) por una pasta de resina de poliéster, compuesta por 45%, 50% y 55% de resina de poliéster, junto con arena y ripio. Esta pasta de resina de poliéster se incorporó a la mezcla de concreto convencional, complementada también con arena y ripio en cantidades predefinidas y constantes. De las 5 probetas elaboradas por cada uno de los diseños tanto para las roturas a los 21 y 28 días, obtuvieron como resultados que el concreto polimérico que incluye un 50% de resina los valores de resistencia alcanzaron un 21% más y que para el 55% de resina el porcentaje que obtuvieron fue de 107% lo que equivale a 510 kg/cm², siendo así que ambos diseños cumplieron con los requisitos para ser empleadas para gran variedad de aplicaciones en el sector construcción. Este estudio favorece a esta investigación porque aborda la problemática real en el norte del país que es la aparición de grietas y fisuras no estructurales en Zorritos –Tumbes.

1.2. Antecedentes de la investigación

Según Valencia & Correa (2004), en su investigación “comportamiento del concreto con bajos porcentajes de ceniza volante (termopaipa iv) y agua constante” se propusieron como objetivo investigar el comportamiento del concreto con bajos porcentajes de cenizas volantes. La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque experimental cuantitativo, utilizando una muestra de 36 especímenes de dimensiones 15cm x 30cm por cada diseño. Se trabajó con seis diseños de mezcla en comparación con el diseño estándar que no contiene cenizas volantes. Estos diseños incluyeron la sustitución de cemento por cenizas volantes en diferentes proporciones (D1=10%, D2=20%, y D3=30%), así como la sustitución de arena triturada por cenizas volantes manteniendo constante la cantidad de cemento (D4=10%, D5=20%, y D6=30%). Se realizaron diversos ensayos para evaluar las propiedades tanto en el estado fresco como endurecido del concreto, incluyendo control de temperatura, asentamiento, masa unitaria y resistencia a la compresión a edades de 14, 28 y 56 días.

Los resultados revelaron que el diseño estándar mostró una mayor fluidez en comparación con los diseños que incluían sustituciones de cemento y arena por cenizas volantes, siendo menos fluidas cuanto mayor era la cantidad de ceniza añadida. Respecto a la densidad, los diseños con un 30% de sustitución de cenizas volantes mostraron una disminución significativa en comparación con el diseño estándar. En cuanto a la resistencia a compresión, se observó un aumento en la resistencia cuando las cenizas volantes sustituyeron al cemento y a la arena triturada, especialmente a edades más avanzadas, aunque algunos diseños superaron al estándar en ciertas etapas de tiempo. Los autores concluyeron que la sustitución de cenizas volantes afecta negativamente al asentamiento y la densidad del

concreto, mientras que su efecto en la resistencia varía dependiendo de la proporción de sustitución y el tiempo de curado.

Este estudio aporta a la evolución de esta tesis al validar la eficacia de la inclusión de materiales secundarios en los morteros empleados en construcciones. No obstante, es importante considerar que los resultados obtenidos al sustituir la ceniza volante por cemento son menos significativos en comparación con la adición de ceniza en lugar de arena triturada

(**Lamb & Ramírez, 2008**), en su investigación "Elaboración industrial de bloques de concreto empleando ceniza volante", cuyo objetivo principal fue demostrar la resistencia de los bloques, se empleó un enfoque experimental cuantitativo con el objetivo principal de demostrar la resistencia de los bloques producidos. Se llevaron a cabo 14 ensayos, donde los diseños de mezcla (1, 2, 3 y 8) no contenían ceniza volante, siendo el diseño 3 el que contenía la mayor cantidad de cemento, lo que confirmó que la resistencia está directamente relacionada con la cantidad de cemento en la mezcla. En el ensayo 3, la resistencia alcanzó el máximo valor de 12,81 MPa. Además, se observó que al reemplazar el cemento por ceniza volante en un 6.67% (ensayos 1, 2 y 8), la resistencia disminuyó en un 10.7%, y cuando se redujo el contenido de cemento en un 13.3%, la resistencia fue un 17.2% menor en comparación con el ensayo 3. Sin embargo, la resistencia de la mezcla aumentó con la adición de agua; por ejemplo, el diseño 8, que tenía un 7.7% menos de cemento que el diseño 1, experimentó solo una disminución del 2% en la resistencia. Los resultados de los demás ensayos no superaron los 10 MPa. Este estudio contribuye a la investigación actual al brindar información sobre la posible tendencia en los resultados de resistencia.

(**Valdez-Tamez et al., 2009**), en su investigación "Influencia de la Carbonatación en morteros de cemento Pórtland y ceniza volante", los autores se propusieron determinar el

impacto de la carbonatación en los morteros que reemplazaban el material cementante por ceniza volante. Utilizando un diseño experimental cuantitativo, se emplearon ocho diseños de mezcla de mortero (cuatro sin ceniza volante y cuatro con ceniza volante) con diferentes relaciones agua/cemento (A/C) de 0.35, 0.45, 0.55 y 0.65. Para el análisis de datos, se consideraron tanto el estado fresco como el endurecido del mortero, incluyendo propiedades como el mini revenimiento, aire atrapado, absorción, peso volumétrico y resistencia a la compresión.

Entre los resultados obtenidos, se observó que los morteros sin contenido de ceniza volante presentaron un 40% más de absorción en promedio, atribuido al efecto densificador y puzolánico de la ceniza volante. En los ensayos de aire atrapado, los morteros con ceniza volante mostraron un porcentaje inferior en comparación con los morteros sin ceniza volante. En cuanto a la resistencia a compresión a los 28 días, se evidenció una reducción promedio del 10% en los especímenes fabricados con ceniza volante, independientemente de la relación A/C utilizada. Los autores concluyeron que el uso de este tipo de puzolanas requiere un tiempo de reactividad prolongado para desarrollar al máximo sus propiedades puzolánicas.

(Menéndez & De Frutos, 2012), en su Estudio "Generación y Caracterización de Microgrietas en materiales estructurales", el objetivo principal de los autores fue explorar el proceso de generar de manera más rápida los fenómenos de expansión en el interior de materiales cementicos compuestos con el uso ceniza volante y escoria como aditivos empleando un diseño experimental. Los autores en su investigación recolectaron datos principalmente de cemento compuesto por Clinker que variaba entre el 6% y el 20%, con un máximo de componentes minoritarios del 5%, y una proporción de Clinker entre el 80% y el 94%. Entre los resultados, proporcionaron un modelo de formación y progresión de micro

fisuras para cada uno de los procesos de alteración evaluados, basado en los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Ceniza volante

Las cenizas volantes se crean por precipitación electrostática o captación mecánica de polvo y son un subproducto sólido de los gases de combustión de los quemadores de las centrales térmicas alimentadas por carbón pulverizado. Sirven como aditivos en el hormigón. Debido al hecho de que las cenizas volantes son un subproducto industrial, la planta de hormigón debe poner especial cuidado en asegurar su regularidad mediante una gestión eficaz de la recepción de los distintos proveedores, para evitar que cualquier fluctuación en su composición repercuta en el hormigón fabricado con ellas. («Cenizas volantes», 2023)

Tabla 1

Características químicas de la ceniza volante

Componentes	Contenido%
Óxido de Silicio (SiO ₂)	39.20
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	29.35
Óxido Férrico (Fe ₂ O ₃)	1.995
Óxido de Potasio (K ₂ O)	0.244
Óxido de Calcio (CaO)	0.006
Óxido de Magnesio (MgO)	0.046
Óxido de Sodio (Na ₂ O)	0.945
Contenido de carbón	14.40

Fuente: ASTM C 618

1.3.2. Morteros

Está compuesto por dos componentes principales, los áridos y la pasta, que se compone de cemento portland y agua y se combina con los áridos (normalmente arena) para crear una pasta parecida a la roca. Aproximadamente entre el 25% y el 40% del volumen total del mortero está formado por la pasta, que se compone de ingredientes cementosos, agua y aire, ya sea aire atrapado o aire incluido. En cambio, los áridos, también llamados agregados, su elección es sumamente importante, ya que constituyen entre el 60% y el 75% del volumen total del mortero y se dividen en dos grupos: finos y gruesos (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004)

Tabla 2
Tipos de morteros

TIPOS DE MORTERO				
Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a $\frac{1}{4}$	3 a $3\frac{1}{2}$	Muros portantes
P2	1	0 a $\frac{1}{2}$	4 a 5	Muros portantes
NP	1	--	Hasta 6	Muros no portantes

Fuente: MVCS, 2006

En cumplimiento de la Norma E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificación, este estudio se centrará en el mortero tipo NP para muros no portantes.

Tabla 3
Clasificación de morteros de pega para mampostería, según resistencia a la compresión a 28 días y según dosificación (ASTM-270)

Tipo de morteros	Resistencia a la compresión			Cemento Portland	Cemento Albañilería	cal	Agregado fino suelto
	(MPA)	(Kg/cm ²)	(p.s.i)				
M	17.2	175	2500	1	1	0.25	Entre 2.25 y 3 veces la suma de cemento y cal utilizados
S	12.4	126	1800	0.5	1	0.25 a	
				1	-	0.50	
N	5.2	53	750	-	1	0.50 a	
				1	-	1.25	
O	2.4	25	350	-	1	1.25 a	
				1	-	2.50	
K	0.5	5	75	1	-	2.50 a	
				1	-	400	

Fuente: Sánchez de Guzmán, 2001

1.3.2.1. Componentes del mortero

1.3.2.1.1. Cemento

Según Rivva (2000), el cemento se describe como componentes dispersos con la propiedad de que, cuando se añade suficiente agua, forma una pasta conglomerante que puede solidificarse tanto en agua como en aire y crear compuestos estables. El cemento se vende en Perú en sacos de un pie cúbico de volumen y un peso aproximado de 42,5 kg. Viene en una variedad de marcas y presentaciones, que varían según el ambiente (costa, sierra o selva), los químicos a los que se someterá el concreto y la posición del mismo. Dado que permite crear la pasta aglomerante y endurecer en diversas condiciones naturales, este ingrediente desempeña un papel crucial en la creación del hormigón.

1.3.2.1.2. Agregados

El ACI Perú define los agregados como el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones se encuentran dentro de los límites establecidos en la Norma NTP 400.011. Estos agregados, tanto finos como gruesos, constituyen aproximadamente el 60% al 75% del volumen del concreto, o entre el 70% y el 85% de su masa total. Debido a esta proporción significativa, ejercen un impacto importante en las propiedades del concreto, tanto en su estado fresco como endurecido. Además, afectan las dimensiones o proporciones de la mezcla y la rentabilidad del hormigón, como señalan Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi en 2004.

Tabla 4

Granulometría de la arena gruesa

Granulometría de arena gruesa	
Malla ASTM	% que pasa
N°4 (4.75mm)	100
N°8 (2.36mm)	95 a 100
N°16 (1.18mm)	70 a 100
N°30 (0.60mm)	40 a 75
N°50 (0.30mm)	10 a 35
N°100 (0.15mm)	2 a 15
N°200 (0.075mm)	Menos de 2

Fuente: MVCS, 2006

1.3.2.1.3. Agua

La Norma Técnica Peruana NTP 339.088 del 2006 establece los requisitos de composición y comportamiento del agua utilizada como agua de mezclado en la elaboración del concreto de cemento Portland. Esta norma hace referencia a la información relevante sobre el agua utilizada para la preparación del concreto de cemento Portland. Define las fuentes de agua y establece las normas e intervalos de ensayo para la certificación de fuentes de agua, ya sea por separado o combinadas. Además, la norma proporciona información sobre los diferentes tipos de agua que pueden utilizarse para la fabricación de concreto

Tabla 5

Requisitos para el agua

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
solidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y Bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en NAHCO ₃)	1000 ppm máximo
Sulfatos (Ión SO ₄ ²⁻)	600 ppm máximo
Cloruros (Ión Cl ⁻)	1000 ppm máximo
pH	Entre 5.5 y 8

Fuente: Elaboración propia

1.3.3. Grietas y fisuras

En elementos estructurales y no estructurales como losas, placas, vigas, pilares, muros de cerramiento, taludes, etc., las fisuras y grietas son discontinuidades que de alguna manera señalan una ocurrencia que puede poner en peligro la serviciabilidad y durabilidad de un edificio. Dado que el hormigón nuevo y endurecido tiene una resistencia a tracción casi nula, la investigación de su ocurrencia debe realizarse lo antes posible (Navarrete et al., 2012).

Tabla 6

Clasificación de grietas y fisuras según su ancho

Clasificación	Descripción
Micro fisuras	Tienen un $e < 0.05\text{mm}$ careciendo de importancia
Fisuras	Tienen un $0.1\text{mm} < e < 0.2\text{mm}$ son peligrosas en ambientes agresivos que pueden favorecer a la corrosión

Macro fisuras	Tienen un $0.2\text{mm} < e < 0.4\text{mm}$ son fisuras que pueden representar un peligro estructural de importancia
Grietas	Tienen un $0.4\text{mm} < e < 1.0\text{mm}$ se presenta una reducción en la capacidad sismorresistente, por lo que se debe desocupar temporalmente el edificio para proceder a una rehabilitación
Fracturas	Tienen un $1.0\text{mm} < e < 5.0\text{mm}$ se presenta una reducción considerable en la capacidad sismorresistente, por lo que se debe proceder con una evaluación definitiva que determine si es necesaria la demolición de la edificación

Fuente: Elaboración propia

1.1. Formulación del problema

A partir de lo mencionado tras revisar los conceptos y conocer la realidad, se ha planteado como pregunta general: ¿De qué manera influye la ceniza volante en el mortero para controlar las grietas y fisuras no estructurales en edificaciones de planta y elevación irregular en Zorrillo-tumbes 2023?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos generales

Determinar la influencia de la ceniza en el mortero para controlar las grietas y fisuras no estructurales en edificaciones de planta y elevación irregular en distrito de Zorritos-Tumbes 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- OE.1: Identificar las propiedades de la resistencia a la compresión del mortero de cemento sin la inclusión de ceniza volante, así como del mortero de cemento con la adición de 5%, 7% y 10% de ceniza volante.

- OE.2: Evaluar la absorción y capilaridad del mortero de cemento convencional en comparación con el mortero que contiene diferentes proporciones de ceniza volante, específicamente al adicionar un 5%, 7%, y 10% de ceniza volante.
- OE.3: Analizar y contrastar el impacto de las propiedades físicas y mecánicas entre el mortero de cemento estándar y el mortero modificado mediante la adición de 5%, 7%, y 10% de ceniza volante.

1.5. Hipótesis

la influencia de ceniza volante en el mortero le atribuye considerablemente propiedades físico-mecánicas al mortero que le permiten reducir la retracción por secado y la resistencia a la abrasión.

CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1. tipo y diseño de investigación

2.1.1. Según el propósito

Tomando en cuenta la finalidad del estudio, se trata de una investigación con enfoque cuantitativo, ya que, los valores obtenidos se van acopiando para consecutivamente hacer un comparación y medición numérica.

2.1.2. Según el diseño

Dada la disposición del estudio, está claro que se trata de una investigación experimental porque las cenizas volantes, la variable independiente, se moverán para determinar el impacto que tienen en la variable dependiente, que es el control de las grietas y fisuras no estructurales.

2.2. Diseño de investigación

Dado que los grupos de estudio no fueron asignados de manera aleatoria, el diseño de la investigación se considera correlacional, ya que busca examinar la relación e influencia entre una variable y otra.

Tabla 7

Diseño de investigación

Grupo	Tratamiento	Post prueba
GE: Mortero	X: Adición de ceniza volante	O1: Resistencia a la compresión O2: Adsorción

		O3: Capilaridad
GC: Mortero	Sin adición de ceniza volante	O3: Resistencia a la compresión O4: Adsorción O6: Capilaridad

Nota: Donde, GE: Grupo experimental, GC: Grupo control, X: Tratamiento, O: Post prueba.

2.3. Variable independiente

2.3.1. Ceniza volante

Es el principal residuo sólido de las industrias energéticas, que son generadas tras la combustión del carbón, sus principales componentes son óxidos de silicio, aluminio, hierro, calcio y magnesio.

2.3.2. Mortero

Es la combinación de aglutinantes inorgánicos, áridos finos, agua y posiblemente otros ingredientes adicionales se utiliza para la elaboración de mortero. Este material se emplea para fijar y unir materiales de construcción como ladrillos, bloques de concreto, etc. Además, se utiliza para revestir paredes y rellenar espacios entre los bloques, proporcionando estabilidad estructural y acabado superficial.

2.3.3. Variable dependiente

Control de grietas y fisuras en edificaciones de planta y elevación irregular .

Tabla 8

Operacionalización de variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (V.I.) Ceniza volante	Las cenizas volantes son los desechos producidos por los gases de combustión de las centrales termoeléctricas que utilizan carbon como suministro	Esta variable será medida a través de la dosificación de mezclas de mortero en porcentajes distintos de 3%, 5%, 7% y 10% con la finalidad evitar la retracción por secado	Mortero Mortero Cenizas convencionales Ceniza tipo F	Mortero Dosificación Temperatura ambiental Fisurómetro Testigo Ubicación de la fisura	Ordinal

utilizan como adiciones para el
mortero.

Variable dependiente (V.D.)	Son las cualidades que determinan la capacidad de soportar los factores ambientales, dicho de otra manera, es la capacidad que tiene el mortero para recibir, así como para transmitir fuerzas o deformaciones.	Para medir esta variable se tomarán los resultados de un mortero patrón para contrastarlos con los experimentales	Propiedades físicas Propiedades mecánicas	3%, 5%, 7% y 10% de adición de ceniza volante	Ordinal
Propiedades físico - mecánicas de los morteros					

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Como el estudio es experimental, se consideró una población finita de los morteros que se emplean en la fase de construcción de las edificaciones de planta y elevación irregular en el distrito de Zorritos-Tumbes.

2.4.2. Muestra

En función a la NTP 334.051 (p. 8), estuvo conformada por 4 muestras para cada ensayo, espécimen y edad de curado, 16 muestras sin adición de ceniza volante y 48 con adiciones de 5%, 7% y 10%, la media de estos 4 ensayos es el resultado.

Tabla 9

tamaño de muestra para resistencia a la compresión, absorción y capilaridad

Tipo de concreto	Dosis	Diseño de concreto (kg/cm ²)	Edad de curado (días)	Ensayo	Nº Probetas
Mortero patrón	0%	210	3	Resistencia a la	4
			7	compresión.	4
			14	Absorción	4
			28	Capilaridad	4
Mortero con adición de ceniza volante	5%	210	3	Resistencia a la	4
			7	compresión.	4
			14	Absorción	4
			28	Capilaridad	4

			3	Resistencia a la	4
			7	compresión.	4
7%	210		14	Absorción	4
			28	Capilaridad	4
			3	Resistencia a la	4
			7	compresión.	4
10%	210		14	Absorción	4
			28	Capilaridad	4
TOTAL, DE PROBETAS					64

Nota: Total de muestras por cada ensayo, así como el diseño, porcentaje de adición de ceniza volante y las edades a las cuales se analizarán.

2.4.2.1. Técnica de muestreo

La tesis tuvo en cuenta la técnica de muestreo no probabilístico y la opinión de expertos, con experiencia en tecnología del concreto que nos ayudó a determinar el alcance del muestreo según su criterio.

2.4.2.2. Tamaño de la muestra

De acuerdo con las normas NTP.339.034 y ASTM C469, respectivamente, el experto seleccionado para este estudio consideró necesario elaborar por lo menos 4 núcleos cilíndricos para cada tipo de mortero. Las tablas siguientes proporcionan datos específicos sobre el tamaño de la muestra:

2.5. Técnica e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnicas de recolección de datos

Los datos recogidos en las pruebas para este estudio se compilaron en registros de laboratorio, hojas de cálculo para confirmar los resultados y una lista de comprobación de observación para documentar la resistencia de las muestras de la investigación con respecto a la normativa aplicable a las diferentes pruebas.

2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

La información obtenida sobre el comportamiento del mortero endurecido se organizó y facilitó mediante el uso de guías de observación, que son instrumentos de recogida de datos. Los resultados de cada prueba se registraron en estas guías según un formato que el experto había aprobado.

2.5.3. Validación de los instrumentos de recolección de datos

El especializado en cuestiones de concreto validó los dispositivos con guías de observación, tras confirmar que se ajustaban a un marco adecuado que mejoraba la comprensión del comportamiento de la recogida de datos.

2.5.4. Análisis de datos

En la presente tesis se hizo uso de dos técnicas, siendo la primera la estadística descriptiva debido a que se utilizaron tablas y gráficos para una mejor demostración de los resultados; asimismo, se utilizó la estadística inferencial, pues en base al estudio del comportamiento de una

pequeña muestra, empleando ciertas pruebas estadísticas, se pudo tener un conocimiento más cercano en cuanto al comportamiento de la población.

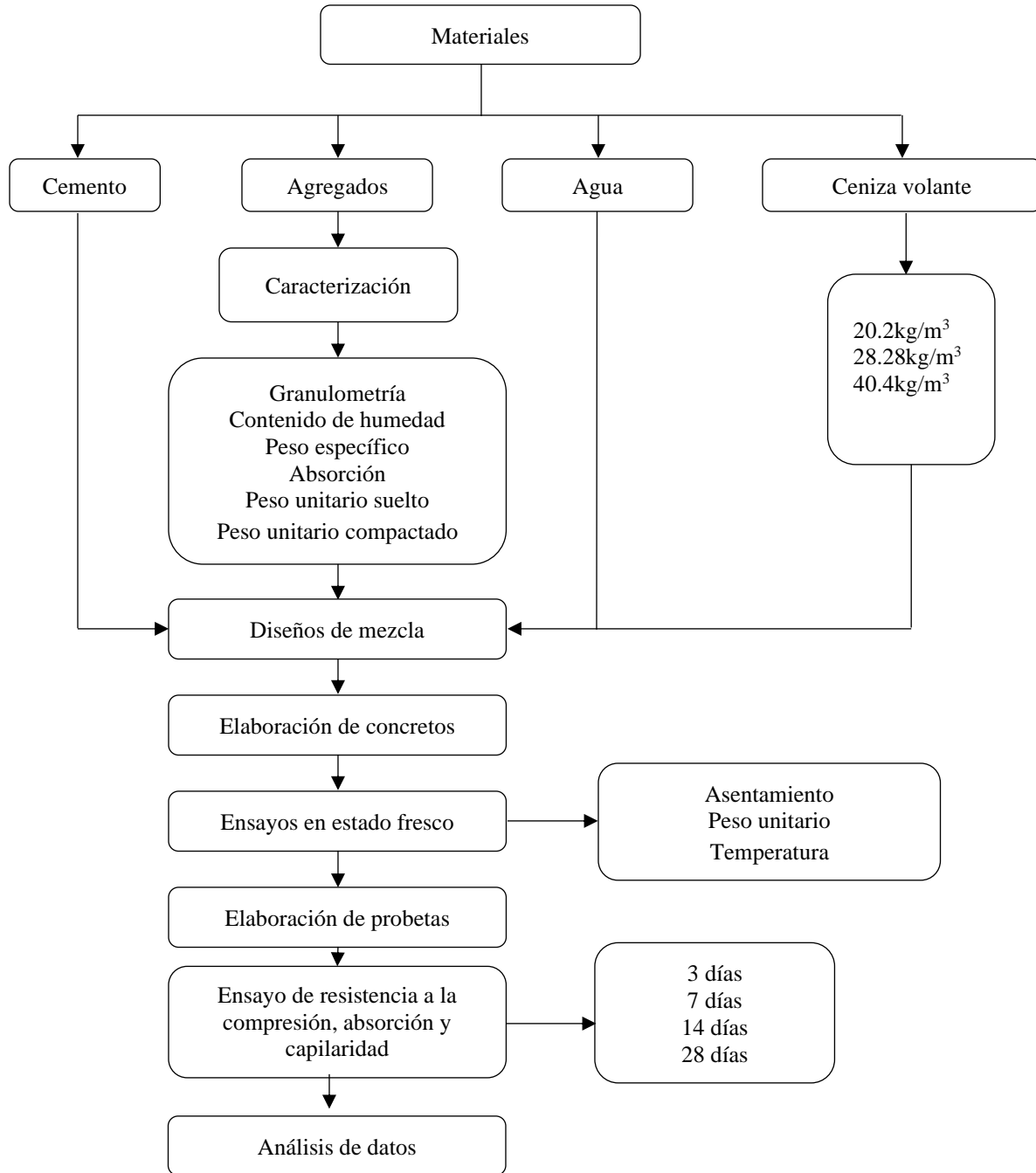
2.5.5. Instrumentos de análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizarán softwares como Excel e IBM SPSS Statistics. Luego, con los resultados obtenidos por las pruebas realizadas de normalidad, varianza y post hoc, se pudo saber si se valida o rechaza la hipótesis planteada inicialmente en la investigación.

2.6. Aspectos éticos

Con el fin de aplicar el mayor número posible de conceptos éticos, esta investigación, al igual que otras, debe potenciar y apoyar su sustancia técnica y/o tecnológica. En consecuencia, se tuvieron en cuenta consideraciones como la adhesión a la justicia, el respeto de la propiedad intelectual, la beneficencia, la autonomía y la no maleficencia.

2.7. Procedimientos



2.7.1. Características de los agregados

2.7.2. Cemento portland tipo I.

El cemento que se empleo fue de la marca Pacasmayo, y se emplea para general y se emplea para revoques, contrapisos, asentado de ladrillo, etc.

2.7.3. Agregado fino

El agrado que se empleó proviene de la cantera Quebrada Bocapan-Provincia de contralmirante Villar Zorritos-Tumbes. La granulometría, peso específico peso unitario suelto y compactado absorción y contenido de humedad de este material fueron analizados en el laboratorio de concreto CASGALL.

2.7.4. Ceniza volante de carbón

La fuente de este material es la fábrica de Etanol, situada en la región de Piura. Esta ceniza volante es un residuo que se produce en los hornos durante el proceso de fabricación del etanol. La prueba química realizada para conocer las características puzolánicas de esta sustancia se efectuó en el laboratorio CASGALL, los resultados de esta sustancia fueron los siguientes:

Tabla 10

Componentes químicos de la ceniza volante

Componentes	Contenido%
Óxido de Silicio (SiO ₂)	43.20

Óxido de Aluminio (Al_2O_2)	27.22
Óxido Férrico (Fe_2O_3)	2.125
Óxido de Potasio (K_2O)	0.114
Óxido de Calcio (CaO)	0.004
Óxido de Magnesio (MgO)	0.053
Óxido de Sodio (Na_2O)	1.002
Contenido de carbón	16.35

Fuente: ASTM C 618

2.7.5. Diseño de la mezcla

Los diseños de mezcla se desarrollaron luego de determinar las características físicas de los agregados y la densidad del cemento, según lo especificado en las fichas técnicas respectivas. Se siguieron los pasos establecidos en la metodología ACI 211.1, ya que se trata de morteros convencionales con una resistencia característica de $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, y se utilizaron diferentes proporciones de ceniza volante. Los pesos de los materiales por cada metro cúbico de concreto a producir fueron calculados, y se redujeron a lotes de laboratorio que superaban el mínimo de 26 litros o 0.026 metros cúbicos permitidos por la NTP 339.036 para realizar ensayos en estado fresco y formación de especímenes.

2.7.6. Ensayos en estado fresco

2.7.6.1. Asentamiento del mortero

Los ensayos de asentamiento se desarrollaron según el conjunto de pasos que establece la NTP 339.035, los cuales consistieron en posicionar una base metálica en una superficie completamente plana y ubicar sobre ésta el conocido cono de Abrams, de manera que luego de asegurar su estabilidad haciendo presión, se lo llenó con mortero recién elaborado en tres capas de igual volumen, adicionalmente, se fue compactando cada capa un total de 25 veces con la misma varilla utilizada en los ensayos de peso unitario de los agregados; y, en la última capa, se enrasó y eliminó todo excedente para permitir que al levantar el cono no se altere la muestra ensayada. Finalmente, con apoyo de un flexómetro, se registraron los asentamientos correspondientes a la distancia que se forma entre la altura del cono metálico y la altura media de la muestra de concreto ensayada. Los resultados se reportaron en pulgadas y con aproximación a 0.25", donde, cada valor se relacionó a una consistencia específica que pudo ser seca, plástica o fluida.

2.7.6.2. Peso unitario del mortero

Los ensayos de peso unitario del mortero se desarrollaron según el conjunto de pasos que establece la NTP 339.046, los cuales consistieron en hacer uso del mismo recipiente cilíndrico empleado en los ensayos de peso unitario del agregado grueso. La primera masa registrada fue la del recipiente vacío, luego, se lo llenó con mortero fresco en tres etapas, todas de la misma altura compactándolas 25 veces con una varilla de 5/8" además de 15 golpes con un mazo de goma repartidos por todo el contorno, enrasando la superficie para eliminar los excedentes, y poder

registrar el peso. Finalmente, se tomó en cuenta el mismo volumen previamente calculado del recipiente. Los valores de peso unitario del concreto se obtuvieron al aplicar la siguiente expresión:

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Recipiente lleno} - \text{Recipiente vacío}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

2.7.6.3. Temperatura del mortero

Los ensayos de temperatura del mortero se desarrollaron inmediatamente luego de cada ensayo de peso unitario, según el conjunto de pasos que establece la NTP 339.184, los cuales consistieron en hacer uso de un termómetro digital, el mismo que se introdujo en el recipiente mencionado y se esperó alrededor de 1 o 2 minutos hasta que la lectura arrojada sea estable; teniendo en cuenta que, para que los datos no sean erróneos, el sensor metálico debe estar completamente inmerso en el mortero y a la vez, no deben existir interferencias en al menos 3" de radio. Los resultados de temperatura se registraron con aproximación a 0.5°C, debiendo encontrarse entre los 4° como mínimo y 32° como máximo.

2.7.7. Ensayos en estado endurecidos

2.7.7.1. Ensayos resistencia a la compresión

Siguiendo los procedimientos indicados por la NTP 334.051, los cuales incluyen el uso de una prensa hidráulica para colocar probetas y soportar cargas manteniendo una velocidad constante exigida por la norma mencionada, los ensayos de resistencia a la compresión del mortero se realizaron tan pronto como las probetas se sacaron del estanque de curado y se tomaron sus

medidas. Se obtuvo una lectura para cada valor de carga máxima soportada y el tipo de fallo que se presentaba una vez que las probetas se acercaban al fallo. A partir de los datos de las medidas registradas, se calculó finalmente el área de la superficie sometida a la carga. Se utilizó la siguiente expresión para obtener los resultados de la resistencia a la compresión del mortero

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Máxima carga soportada}}{\text{Área de la probeta}}$$

2.7.7.2. Ensayos de adsorción

La norma ASTM C642 (2013) sobre densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido sirvió como base para este ensayo, el cual implica registrar el aumento de masa de una muestra a lo largo de dos etapas de humectación y secado que conforman un ciclo completo. Durante estos ciclos, se pueden medir la absorción y pérdida de agua de la muestra, la variación media del contenido de humedad, la altura capilar, y la velocidad media e instantánea de ascenso capilar. Los morteros de investigación se moldearon en probetas de 5 por 5 centímetros y se sumergieron en un recipiente con una altura de agua de 10 milímetros durante 24 horas en intervalos de 3, 7, 14 y 28 días. Los resultados se obtuvieron a través de la siguiente expresión:

$$I = S * T^{1/2}$$

Donde:

I= masa acumulada de agua absorbida por unidad de área de la sección mojada en g/cm²

S= (Sorptivity) tasa de absorción capilar (pendiente de la curva) en g/cm²*h^{1/2}

T= tiempo de inmersión o exposición expresado en horas

2.7.7.3. Ensayo de capilaridad

Según la norma ASTM C1585 (2020), los ensayos de capilaridad consisten en una metodología de prueba común para medir la tasa de absorción de agua en materiales de cemento hidráulico. Este método implica calcular la estructura porosa del mortero mediante el aumento de peso experimentado por las probetas por unidad de superficie debido al agua absorbida, con solo una superficie de la muestra expuesta al agua. El ensayo mide el aumento de masa de la muestra en función del tiempo para evaluar la tasa de absorción de agua. Específicamente, el procedimiento de este ensayo incluyó el desmoldeado de los especímenes a los 3, 7, 14 y 28 días de edad, seguido de la inmersión de una de sus bases hasta una altura de $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Finalmente, los datos obtenidos se procesaron utilizando el programa Microsoft Excel, donde se realizaron las comparaciones respectivas en función del mortero patrón. Los resultados se obtuvieron a través de la siguiente expresión:

$$\text{Absorción por capilaridad: } \frac{P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}}}{\text{peso final}}$$

CAPITULO III: RESULTADOS

Se obtuvieron los siguientes resultados para la resistencia a la compresión axial de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 334.051 después de extraer 4 muestras de cada mortero, tanto con ceniza volante como sin ella, a las edades de curado de 3, 7, 14 y 28 días.

Adición de ceniza volante %	Resistencia a la compresión axial kg/cm ²			
	03 días	7 días	14 días	28 días
0	87.5	104.09	127.96	138.4
5	88.3	107.7	117.4	132.06
7	83.8	101.06	114.7	126.3
10	79.6	98.07	109.4	122.4

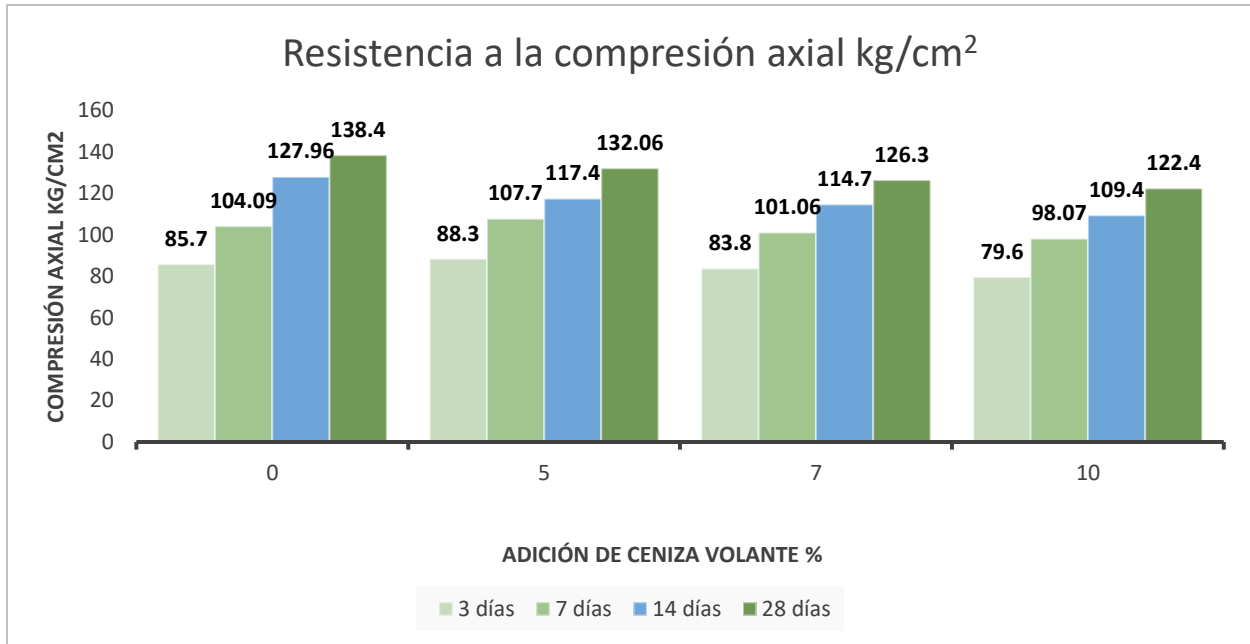
Tabla 11

Resistencia a la compresión axial

Nota: Muestra de los valores encontrados a lo largo del ensayo de resistencia a la compresión, donde se aprecia que la mayor resistencia se encontró en el mortero sin adición de CV.

Ilustración 1

Comparación de resistencia a compresión axial del mortero con y sin adición de ceniza volante

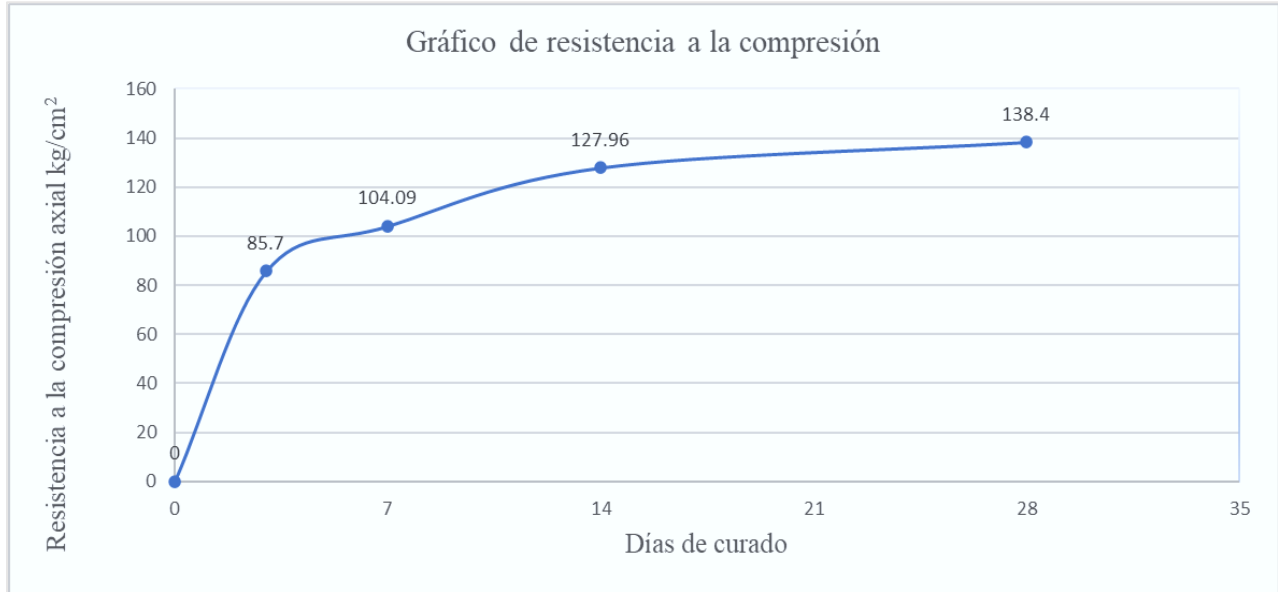


Nota: Comparación de los promedios de cada ensayo de resistencia a la compresión, evidenciando que para el porcentaje de 7% si cumple con el diseño.

Ilustración 2

resistencia a la compresión de mortero sin ceniza volante

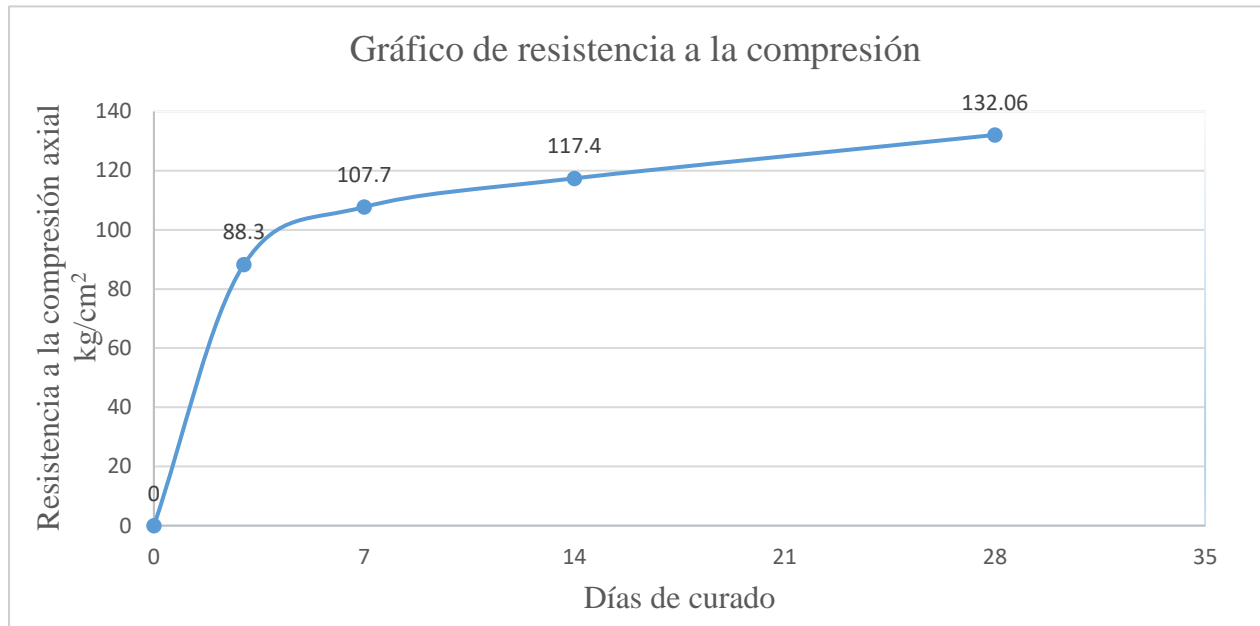
Nota:



Nota: curva de la resistencia compresion del mortero sin adición de ceniza volante, donde se puede apreciar que desde los 14 dias el mortero ya cumple con diseño de mezcla.

Ilustración 3

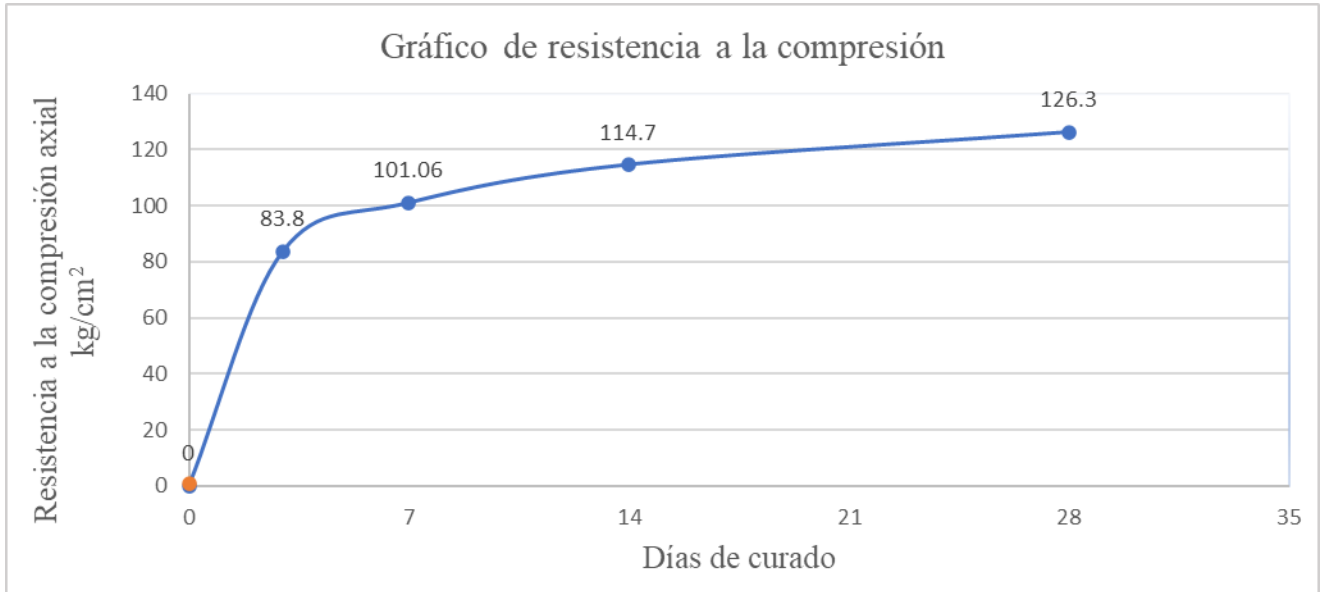
Resistencia a la compresión de mortero con adición de 5% de ceniza volante



Nota: curva de la resistencia compresion del mortero con adición de 5% de ceniza volante, donde se ve reflejado que a la edad de 28 días el mortero si cumple con el diseño.

Ilustración 4

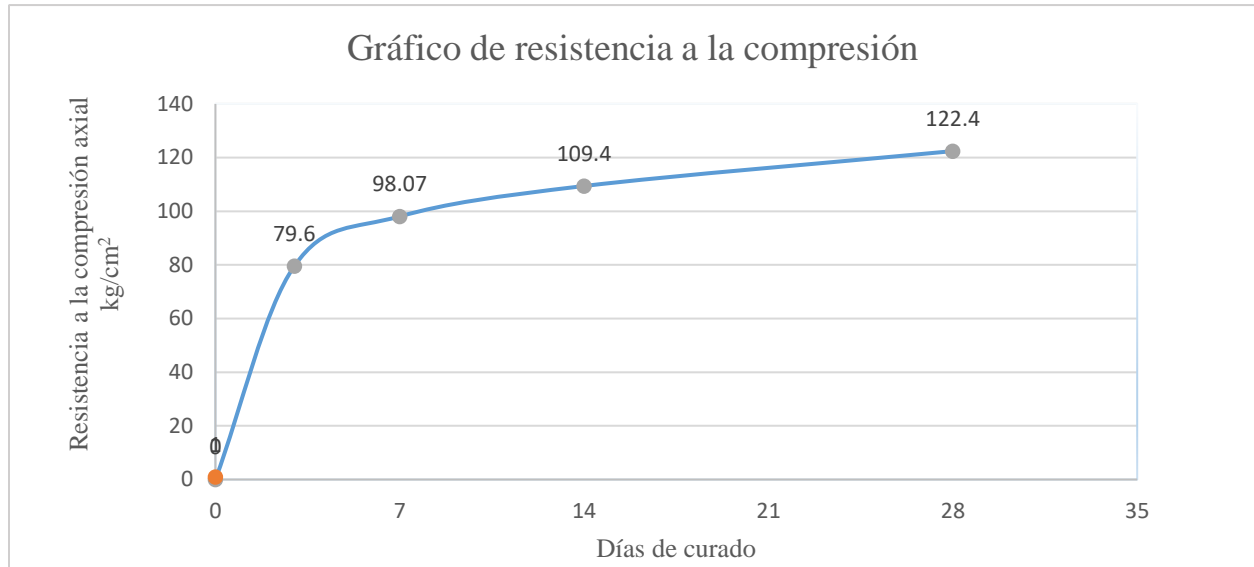
Resistencia a la Compresión del Mortero con adición del 7%



Nota: curva de la resistencia compresion del mortero con adición de 7% de ceniza volante, donde se puede apreciar que el mortero no cumple con el diseño para ninguna de las edades.

Ilustración 4

Resistencia a la Compresión del Mortero con adición del 10%



Nota: curva de la resistencia compresion del mortero con adición de 10% de ceniza volante, donde se puede evidenciar que para ninguna de las edades cumple con el diseño.

El análisis revela que la resistencia a la compresión axial de los morteros con adiciones de cenizas volantes es baja en la primera edad de curado, pero experimenta un aumento significativo en las edades siguientes. Se observa que para adiciones del 5%, se cumple con la resistencia de diseño, mientras que para adiciones del 10%, la resistencia de diseño disminuye.

Esta disminución en la resistencia se atribuye al material grueso presente en la ceniza volante, el cual atraviesa la malla número 100. Esto provoca que los espacios en la mezcla se saturen completamente con la ceniza, lo que impide la reacción química deseada y reduce considerablemente la resistencia.

Según lo estipulado en la norma NTP 334.051, el grupo de probetas para cada muestra no debe exceder el 8.7% de variación en relación al promedio de las 4 probetas. A continuación, se muestra el cumplimiento de este criterio para la presente investigación en la siguiente tabla:

Tabla 12

Variación porcentual de muestras a compresión axial

	Muestra	Carga aplicada (Kg-f)	Resistencia Compresión (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Variación respecto al promedio (%)	Desviación estándar
0	3	1123	44.92	46.5	3.40%	1.993
		1135	45.4		2.37%	
		1158	46.32		0.39%	
		1234	49.36		-6.15%	
7	1	2523	100.92	102.86	0.019	1.472
		2567	102.68		0.002	
		2586	103.44		-0.006	
		2610	104.4		-0.015	
14	1	3097	123.88	125.73	0.015	1.482
		3139	125.56		0.001	
		3150	126		-0.002	
		3187	127.48		-0.014	
28	1	3463	138.52	141.86	0.024	2.474
		3547	141.88		-0.0001	
		3565	142.6		-0.005	
		3611	144.44		-0.018	
5	1	1232	49.28	50.58	0.026	0.939
		1265	50.6		0.000	
		1274	50.96		-0.008	
		1287	51.48		-0.018	
7	1	2234	89.36	90.75	0.015	1.342

		2	2253	90.12		0.007	
		3	2276	91.04		-0.003	
		4	2312	92.48		-0.019	
	14	1	2623	104.92	95.58	-0.098	8.204
		2	2456	98.24		-0.028	
		3	2345	93.8		0.019	
		4	2134	85.36		0.107	
	28	1	3298	131.92	128.63	-0.026	2.774
		2	3145	125.8		0.022	
		3	3246	129.84		-0.009	
		4	3174	126.96		0.013	
		1	1865	74.6	70.82	-0.053	4.047
	3	2	1821	72.84		-0.029	
		3	1764	70.56		0.004	
		4	1632	65.28		0.078	
		1	3014	120.56	117.02	-0.030	3.746
	7	2	2987	119.48		-0.021	
		3	2892	115.68		0.011	
		4	2809	112.36		0.040	
7		1	3215	128.6	124.79	-0.031	4.079
		2	3156	126.24		-0.012	
	14	3	3132	125.28		-0.004	
		4	2976	119.04		0.046	
		1	3125	125	119.97	-0.042	5.564
	28	2	3076	123.04		-0.026	
		3	2987	119.48		0.004	
		4	2809	112.36		0.063	
		1	1643	65.72	61.16	-0.075	5.332
	3	2	1632	65.28		-0.067	
		3	1476	59.04		0.035	
		4	1365	54.6		0.107	
		1	2532	101.28	100.2	-0.011	5.186
	7	2	2674	106.96		-0.067	
10		3	2438	97.52		0.027	
		4	2376	95.04		0.051	
		1	3254	130.16	126.89	-0.026	3.159
	14	2	3195	127.8		-0.007	
		3	3065	122.6		0.034	
		4	3175	127		-0.001	

	1	2765	110.6	108.97	-0.015	2.507
28	2	2658	106.32		0.024	
	3	2789	111.56		-0.024	
	4	2685	107.4		0.014	

Nota: Se evidencia que la variación porcentual, la cual no excede el 8.7% como lo establece la NTP 334.051, de tal manera que se cumple con este requisito.

3.1. Absorción

En los ensayos de absorción se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 13

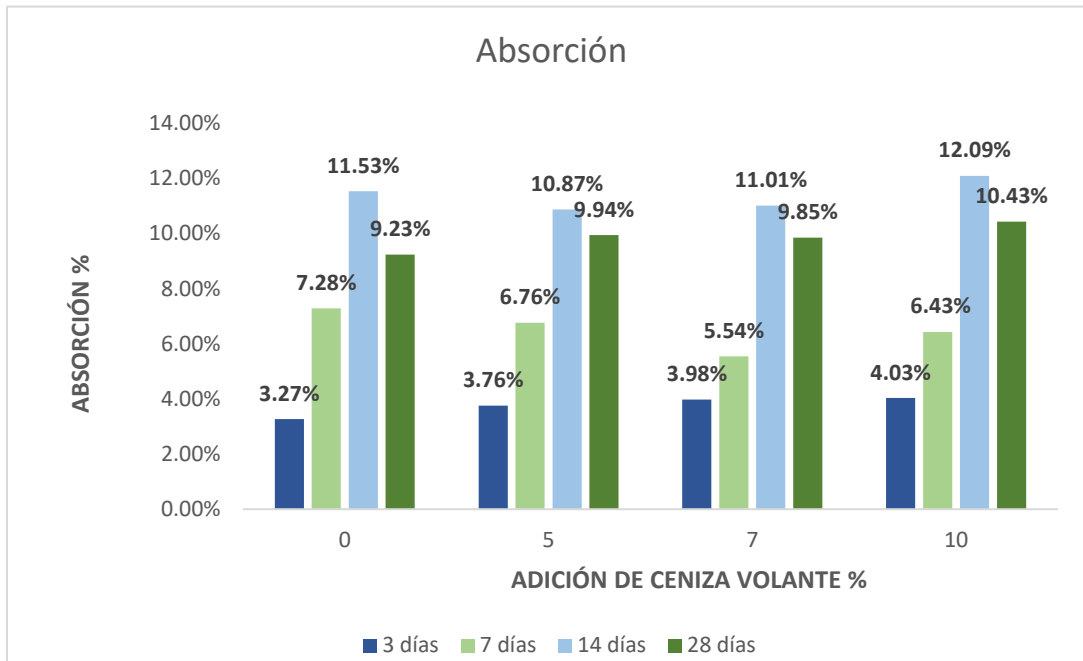
Porcentaje de absorción

Adición de ceniza volante %	Absorción %			
	3	7	14	28
0	3.27%	7.28%	11.53%	9.23%
5	3.76%	6.76%	10.87%	9.94%
7	3.98%	5.54%	11.01%	9.85%
10	4.03%	6.43%	12.09%	10.43%

Nota: Se evidencia los resultados de absorción para cada uno de los porcentajes de adición de ceniza volante, así como para cada uno de las edades, reflejando que con una adición de 5% de ceniza volante en inferior a todas.

Tabla 14

Comparación del mortero con y sin adición de ceniza volante %



Nota: Semejanza de los resultados de los ensayos de absorción, donde se evidencia que para una adición de 5% de obtiene una penetración de 7.8 mm.

3.2. Capilaridad

Tabla 15

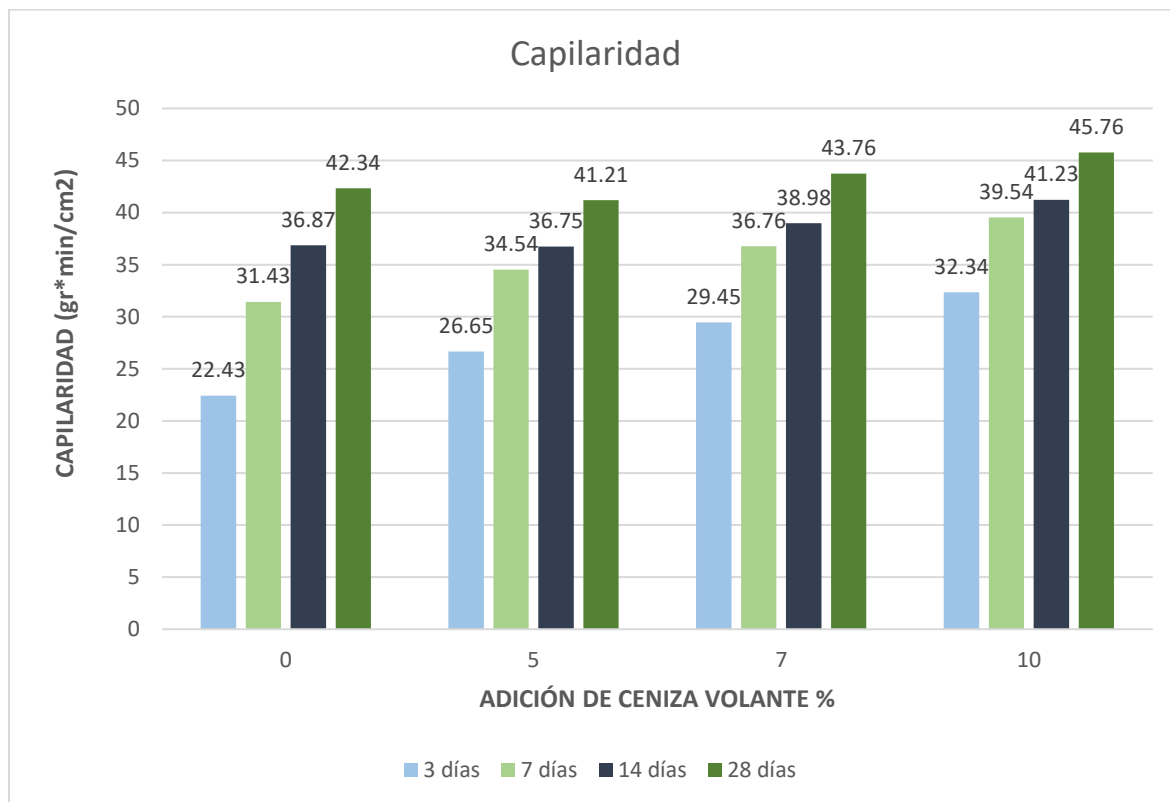
*Capilaridad (gr*min/cm²)*

Adición de ceniza volante %	Capilaridad (gr*min/cm ²)			
	3	7	14	28
0	22.43	31.43	36.87	42.34
5	26.65	34.54	36.75	41.21
7	29.45	36.76	38.98	43.76
10	32.34	39.54	41.23	45.76

Nota: Se evidencia el promedio de los resultados de capilaridad, donde se puede apreciar que para el mortero con 5% de sustitución de ceniza volante, el índice de capilaridad es inferior al del mortero sin sustitución del mortero.

Tabla 16

*Comparación de capilaridad del mortero con y sin adición de ceniza volante (gr*min/cm²)*



Nota: Se evidencia la comparación donde se refleja que para el mortero con una sustitución de 5% de ceniza volante los resultados son inferiores en relación a los otros.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

La actividad puzolánica de las cenizas volantes evoluciona progresivamente a medida que aumenta la edad de curado, como lo señalan Valdez-Tamez et al. (2009). Además, mantener las muestras de ensayo en condiciones de alta humedad favorece las características mecánicas de los morteros.

Los resultados de los ensayos realizados en probetas de mortero de cemento a edades de curado de 3, 7, 14 y 28 días demuestran su eficacia al permitir comparaciones entre las propiedades físico-mecánicas del mortero convencional y aquellos a los que se les ha añadido cenizas volantes.

De acuerdo con estos ensayos, el mortero con un 5% de ceniza volante logró la mayor resistencia a la compresión axial, alcanzando 132.06 kg/cm². Sin embargo, no superó la resistencia del mortero sin adición de ceniza volante. Se observa que la resistencia a la compresión axial inicial de los morteros con 0%, 7% y 10% de ceniza volante es baja. En contraste, el mortero con un 5% de adición de ceniza volante mostró una resistencia superior, la cual se incrementó en las edades de curado posteriores.

No obstante, para el mortero con un 10% de adición de ceniza volante, la resistencia a la compresión axial no alcanzó los 125 kg/cm² requeridos por el diseño.

Esto es parecido a los resultados de (Valdez-Tamez et al., 2009), el cual obtuvo un resistencia a la compresión axial baja para las adiciones de porcentajes superiores, el cual logro

una aumento de la resistencia para los porcentajes inferiores logrando un máximo de 58.4 MPa a la edad de curado de 28 días.

Al sustituir el cemento portland por un 10% de cenizas volantes, consiguieron mejorar las propiedades del mortero hasta en un 35% tras 28 días de curado, lo que repercutió positivamente en la durabilidad y disminuyó la visibilidad de grietas y fisuras en estas estructuras (Burgos et al., 2012b).

Estos resultados evidencian que las adicciones de puzolanas mejoran notablemente las propiedades de los morteros, atribuyéndoles e incrementando sus propiedades a edades de 28 días de curado.

En relación con la permeabilidad, está la absorción y la capilaridad de los morteros o concretos, por lo tanto (**Lamb & Ramírez, 2008**) obtuvieron como resultado que la ceniza volante tiene un alto contenido en carbono, lo que dificulta la reacción de hidratación y aumenta la necesidad de agua, lo que podría ser la razón por la que algunas pruebas tuvieron resultados bajos.

Menéndez y De Frutos (2012) tuvieron como objetivo principal determinar el tipo de alteración del material que impida el proceso de fisuración y el deterioro de la estructura. Como resultado, identificaron los materiales que componen los morteros y hormigones, así como su sensibilidad a los procesos de deterioro investigados.

En el ensayo de capilaridad se pudo evidenciar que para el porcentaje de adición de 5% su índice de capilaridad es bajo en comparación con el mortero sin adición, lo cual mejora significativamente las propiedades del mortero, puesto que la ceniza volante al asentarse en el fondo del mortero actúa como un componente insoluble, evitando así la velocidad capilar.

Está probado que la absorción capilar que actúa sobre los morteros, a mayor porosidad, mayor absorción capilar presentan, por lo tanto, se puede decir que la adición de ceniza volante disminuye la porosidad de los morteros, mejorando su función.

4.2. Limitaciones

La presente investigación encontró como limitación que dentro de la región existían pocas investigaciones o estudios similares debido a la falta de recursos o interés en el tema, en tanto, la el desarrollo de esta tesis sirve para ayudar a que los investigadores en la región tengan más recursos y tecnologías y puedan acceder a recursos que pueden no estar disponibles en la región.

4.3. Implicancia

Esta tesis tiene dos categorías de implicancia: académicas y profesionales. La primera se debe a la adición de nueva información sobre el mortero objeto de estudio, que puede ayudar en la resolución de problemas y beneficiar a futuros investigadores; la segunda se debe al hecho de que, una vez determinada la dosificación ideal de ceniza volante, su aplicación mejorara las características del mortero objeto de estudio y, en consecuencia, a los usuarios del mismo. Además, dado que la industria de la construcción utiliza muchos recursos naturales la práctica de esta investigación ayuda a la reutilización de los residuos producidos por las plantas industriales de combustible en la creación de nuevos materiales como el mortero de cemento. Esto ayuda a reducir la contaminación ambiental.

Debido a su capacidad de resistencia y a los resultados positivos obtenidos del estudio de absorción y capilaridad, se aconseja utilizar el nuevo mortero cuando en la construcción de edificaciones con planta y elevación irregular.

Aplique la mezcla de mortero con precaución en situaciones reales, ya que se preparó en un laboratorio con mediciones precisas y con el objetivo de lograr la máxima homogeneidad, un aspecto que no siempre se vigila en la construcción con la precisión necesaria.

4.4. Conclusiones

Se concluyó que la adición de ceniza volante en los morteros produjo resultados satisfactorios en general. La resistencia a la compresión axial pudo cumplir con los estándares establecidos por la NTP para los porcentajes de adición del 5% y 7%, aunque aún se encontraba por debajo de los resultados de la muestra sin adición de ceniza volante. En cuanto a la absorción, el mortero sin adición superó ligeramente al mortero con un 5% de adición, mientras que los morteros con 7% y 10% de adición mostraron valores más altos. Respecto a la capilaridad, los resultados variaron poco, siendo el mortero con un 10% de adición el que mostró un mejor desempeño con un 45.7%.

Se observa que para los porcentajes de adición del 5% y 7% de ceniza volante, se cumplen las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento. Sin embargo, para el porcentaje de adición del 10%, las cualidades del mortero disminuyen considerablemente. Por lo tanto, se puede concluir que la hipótesis se cumple parcialmente.

Para los porcentajes de adición de ceniza volante del 5% y 7%, la resistencia de diseño logra cumplirse, alcanzando 132.06 kg/cm² y 126.3 kg/cm² respectivamente, mientras que para el mortero sin adición de ceniza volante se alcanza un valor de 138.4 kg/cm², siendo este el más alto obtenido.

En cuanto a las características de absorción, para los morteros con porcentajes de adición del 5% y 7%, se observa un progreso en cada edad de curado, con un porcentaje inicial de absorción similar a las demás muestras. A los 28 días de edad de curado, la absorción para los porcentajes del 5% y 7% es de 10.87% y 11.01% respectivamente, muy similar al mortero sin adición de ceniza volante, que es de 11.53%. En cambio, para el mortero con un 10% de adición de ceniza volante, la absorción es superior.

En los ensayos de capilaridad, se observa que el porcentaje de adición de ceniza volante del 5% resulta en un porcentaje de 41.21 gr*min/cm², inferior al mortero sin adición de ceniza volante. Estos resultados indican que la adición del 5% de ceniza volante mejora las propiedades de capilaridad en los morteros de cemento.

REFERENCIAS

- De Dios, L. & N., Aldo. (2021). “Propuesta de uso alternativo de Concreto Polimérico para corregir fallas por corrosión en edificaciones del balneario Punta Sal, Tumbes 2021”.
- Lamb, C., & Ramírez, M. (2008). Elaboración Industrial De Bloques De Concreto Empleando Ceniza Volante. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 2(2).
<https://www.proquest.com/docview/1332636496/abstract/277F80EA48474165PQ/1>
- Menéndez, E., & De Frutos, J. (2012). Generación y Caracterización de Microgrietas en materiales estructurales. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 51, 45-54. <https://doi.org/10.3989/cyv.072012>
- Pinilla, J., & Lasheras, F. (2022). Método de diagnóstico y valoración de daños en acabados por flecha diferida de forjados de hormigón. *Informes de la Construcción*, 74(565), Article 565. <https://doi.org/10.3989/ic.81773>
- Sotomayor—2022—ENTENDIENDO A LAS FISURAS Y GRIETAS EN LAS ESTRUCT.pdf.
(s. f.).
- Valdez-Tamez, P. L., Durán-Herrera, A., Fajardo-San Miguel, G., & Juárez-Alvarado, C. A. (2009). Influencia de la carbonatación en morteros de cemento Pórtland y ceniza volante. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 10(1), 39-49.

ANEXOS

Dirección: Jovino Arambulo N°422 – Bellavista – Sullana – Piura
RUC: 20039010700 – Tel: 942833739 – Email: coastro33@hotmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - AASHTO T 27

TÍTULO DE TESIS: “INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACIÓN IRREGULAR EN DISTRITO DE ZORRITOS - TUMBES 2023”

TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO

UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES.

FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

Tamaño Máximo : 3/8"

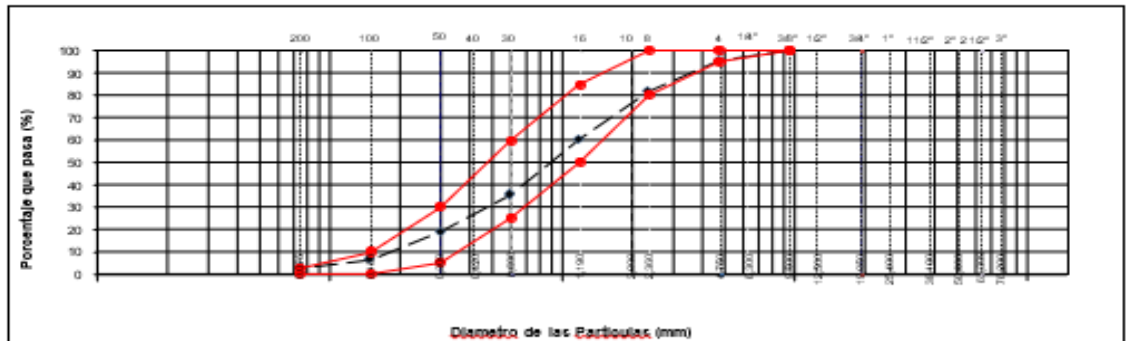
Peso Inicial Seco : 745,3 gr.



TAMIZ		PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	NIP. 408.037	
5"	127,000						Módulo de Finesa 3,01
4"	101,600						
3"	76,200						
2 1/2"	63,300						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,000						
1/2"	12,500						
3/8"	9,500				100,0	100	
1/4"	6,300						
Nº 14	4,750	32,8	4,4	4,4	95,8	95 100	
Nº 8	2,350	102,8	13,8	18,2	81,3	80 100	
Nº 10	2,000						
Nº 16	1,190	159,8	21,4	39,6	60,4	50 85	
Nº 20	0,840						
Nº 30	0,600	185,8	24,9	64,5	35,5	25 60	
Nº 40	0,425						
Nº 50	0,300	122,8	16,4	81,0	19,0	5 30	
Nº 80	0,177						
Nº 100	0,150	94,1	12,6	93,6	6,4	0 10	
Nº 200	0,075	27,8	3,7	97,3	2,7	0 3	
< Nº 200	FONDO	20,0	2,7	100,0			

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

CASGALL LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES
CALLE J. GARCÍA SULLANA - PIURA
TEL: 942833739 - RUC: 20039010700

ING. NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO
RUC: 20039010700

Dirección: Jovino Arambulo N°422 - Bellavista - Sullana - Piura
RUC: 10039010700 - Tel: 942833739 - Email: ccaastro31@hotmail.com



CASGALL
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS
ASTM C 29

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN DISTRITO DE ZORRITOS - TUMBES 2023"

TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO

UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES

FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023



AGREGADO FINO					Tamaño Max. 3/8"		
DESCRIPCION	UNIDAD	SUELTO			COMPACTADO		
Peso del Molde + Agregado Seco	g	7556	7515	5029	5255	5200	5225
Peso del Molde	g	3757			3757		
Peso del Agregado Seco	g	4095	4051	4272	4495	4443	4471
Volumen del Molde	cm ³	2755,1			2755,1		
Peso Unitario	Kg/m ³	1.471	1.458	1.534	1.615	1.595	1.605
Peso Unitario Promedio	Kg/m³	1488			1605		

OBSERVACIONES :

CASGALL LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES
NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO
INGENIERO DE SUELOS Y MATERIALES

Ing. Julio G. Gómez Gutiérrez
INGENIERO DE SUELOS Y MATERIALES



TÍTULO DE TESIS: INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN DISTRITO DE ZORRITOS - TUMBES 2023

TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO

UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES , PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES.

FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO CON ADICIÓN DE 0% DE CENIZA VOLANTE- 210 Kg/cm²

Características de los Materiales de la Mezcla.

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso Volumetrico Suelto del Agregado	Kgm ³	1488
Peso Volumetrico Compactado del Agregado	Kg/m ³	1605
Gravedad Especifica de Masa del Agregado	gr/cm ³	2,602
Porcentaje de Absorción del Agregado	%	1,29
Peso Volumétrico Suelto del Cemento	Kg/m ³	3800
Gravedad Especifica de Masa del Cemento MS (G _m)	gr/cm ³	2,90
Peso específico de Cenizas Volantes	gr/cm ³	0,75

PROCEDIMIENTO

Proporción	1:4 (en Volumen)		
Cemento	= 1 ft ³	=	40,37 kg
Arena	= 4 ft ³	=	168,56 kg
Ceniza volante	= 0,00 ft ³	Σ =	0,00 kg
		Σ =	208,93 kg
Rendimiento de Mezcla	Relación a/c=	0,60	
Cemento	= 42,50 kg	=	0,0147 m ³
Arena	= 168,56 kg	=	0,0648 m ³
Agua	= 25,50 Lts	=	0,0255 m ³
Ceniza volante	= 0,00 kg	=	0,0000 m ³
		Σ =	0,1050 m ³
	Aire incorporado 2,00%	Σ =	0,0021 m ³
		TOTAL	0,1071 m³

Cálculo de la Cantidad de Material para 1 m³

Cemento (bolsa)	= 1x1/0,1071	=	9,34 bolsas
Arena (m ³)	= 0,0648x2602/1488x9,34	=	1,06 m ³
Ceniza volante	= -----	=	----- kg
Agua (litros)	= 0,0255x1000/9,34	=	238,17 Lts
Agua de Absorción	= 1605x1,29	=	20,70 Lts
	Agua Total (Litros)	=	258,87 Lts



"INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y
 TÍTULO DE TESIS: FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACIÓN IRREGULAR EN
 DISTRITO DE ZORRITOS - TUMBES 2023

TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO

UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES , PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES.

FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO CON ADICIÓN DE 5% DE CENIZA VOLANTE- 210 Kg/cm²

Características de los Materiales de la Mezcla.

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso Volumétrico Suelto del Agregado	Kgm ³	1488
Peso Volumétrico Compactado del Agregado	Kg/m ³	1605
Gravedad Específica de Masa del Agregado	gr/cm ³	2,602
Porcentaje de Absorción del Agregado	%	1,29
Peso Volumétrico Suelto del Cemento	Kg/m ³	3800
Gravedad Específica de Masa del Cemento MS (G _m)	gr/cm ³	2,90
Peso específico de Cenizas Volantes	gr/cm ³	0,75

PROCEDIMIENTO

Proporción	1:4 (en Volumen)		
Cemento	= 0,95 ft ³	=	40,37 kg
Arena	= 4 ft ³	=	168,56 kg
Ceniza volante	= 0,050 ft ³	Σ =	2,125 kg
		Σ =	211,05 kg
Rendimiento de Mezcla	Relación a/c=	0,60	
Cemento	= 40,37 kg	=	0,0139 m ³
Arena	= 168,56 kg	=	0,0648 m ³
Agua	= 25,50 Lts	=	0,0255 m ³
Ceniza volante	= 2,125 kg	=	0,0028 m ³
		Σ =	0,1070 m ³
	Aire incorporado 2,00%	Σ =	0,0021 m ³
		TOTAL	0,1091 m³

Cálculo de la Cantidad de Material para 1 m³

Cemento (bolsa)	= 1x1/0,1071	=	8,87 bolsas
Arena (m ³)	= 0,0648x2602/1488x9,34	=	1,06 m ³
Ceniza volante	= 2,125x9,34	=	19,84 kg
Agua (litros)	= 0,0255 x1000/9,34	=	238,17 Lts
Agua de Absorción	= 1605x1,29	=	20,70 Lts
	Agua Total (Litros)	=	258,87 Lts



"INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y
 TÍTULO DE TESIS: FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN
 DISTRITO DE ZORRITOS - TUMBES 2023

TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO

UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES , PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES.

FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO CON ADICIÓN DE 7% DE CENIZA VOLANTE- 210 Kg/cm²

Características de los Materiales de la Mezcla.

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso Volumétrico Suelto del Agregado	Kg/m ³	1488
Peso Volumétrico Compactado del Agregado	Kg/m ³	1605
Gravedad Específica de Masa del Agregado	gr/cm ³	2,602
Porcentaje de Absorción del Agregado	%	1,29
Peso Volumétrico Suelto del Cemento	Kg/m ³	3800
Gravedad Específica de Masa del Cemento MS (G _m)	gr/cm ³	2,90
Peso específico de Cenizas Volantes	gr/cm ³	0,75

PROCEDIMIENTO

Proporción	1:4 (en Volumen)		
Cemento	= 0,93 ft ³	=	39,52 kg
Arena	= 4 ft ³	=	168,56 kg
Ceniza volante	= 0,070 ft ³	Σ =	2,975 kg
		Σ =	211,05 kg
Rendimiento de Mezcla	Relación a/c=	0,60	
Cemento	= 39,52 kg	=	0,0152 m ³
Arena	= 168,56 kg	=	0,0648 m ³
Agua	= 25,50 Lts	=	0,0255 m ³
Ceniza volante	= 2,975 kg	=	0,0040 m ³
		Σ =	0,1095 m ³
	Aire incorporado 2,00%	Σ =	0,0021 m ³
		TOTAL	0,1116 m³

Cálculo de la Cantidad de Material para 1 m³

Cemento (bolsa)	= 1x1/0,1071	=	8,68 bolsas
Arena (m ³)	= 0,0648x2602/1488x9,34	=	1,06 m ³
Ceniza volante	= 2,975x9,34	=	27,786 kg
Agua (litros)	= 0,0255x1000x9,34	=	238,17 Lts
Agua de Absorción	= 1605x1,29	=	20,70 Lts
	Agua Total (Litros)	=	258,87 Lts



" INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y
TÍTULO DE TESIS: FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN
DISTRITO DE ZORRITOS - TUMBES 2023

TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO

UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES , PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES.

FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO CON ADICIÓN DE 10% DE CENIZA VOLANTE- 210 Kg/cm²

Características de los Materiales de la Mezcla.

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso Volumetrico Suelto del Agregado	Kg/m ³	1488
Peso Volumétrico Compactado del Agregado	Kg/m ³	1605
Gravedad Especifica de Masa del Agregado	gr/cm ³	2.602
Porcentaje de Absorción del Agregado	%	1,29
Peso Volumétrico Suelto del Cemento	Kg/m ³	3800
Gravedad Especifica de Masa del Cemento MS (G _m)	gr/cm ³	2,90
Peso especifico de Cenizas Volantes	gr/cm ³	0,75

PROCEDIMIENTO

Proporción	1:4 (en Volumen)		
Cemento	= 0.90 ft ³	=	38,25 kg
Arena	= 4 ft ³	=	168,56 kg
Ceniza volante	= 0.10 ft ³	Σ =	4,250 kg
		Σ =	208,93 kg
Rendimiento de Mezcla	Relación a/c=	0,60	
Cemento	= 38,25 kg	=	0,0132 m ³
Arena	= 168,56 kg	=	0,0648 m ³
Agua	= 25,50 Lts	=	0,0255 m ³
Ceniza volante	= 4,250 kg	=	0,0057 m ³
		Σ =	0,1092 m ³
	Aire incorporado 2,00%	Σ =	0,0021 m ³
		TOTAL	0,1113 m³

Cálculo de la Cantidad de Material para 1 m³

Cemento (bolsa)	= 1x1/0,1071	=	9,34 bolsas
Arena (m ³)	= 0,0648x2602/1488x9,34	=	1,06 m ³
Ceniza volante	= 4,250x9,34	=	39,69 kg
Agua (litros)	= 0,0255x1000/9,34	=	238,17 Lts
Agua de Absorción	= 1605x1,29	=	20,70 Lts
	Agua Total (Litros)	=	258,87 Lts

Dirección: Jovino Arambulo N°422 - Bellavista - Sullana - Piura
RUC: 10039010700 - Tel: 942833739 - Email: ccastro31@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A
COMPRESIÓN AXIAL CON 0% DE CENIZA VOLANTE
ASTM C 128 - AASHTO T 84

TÍTULO DE TESIS: “INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN DISTRITO DE ZORRITOS - TUMBES 2023”
TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO
UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES.
FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

Código de identificación	Porcentaje de ceniza volante (%)	Edad de ensayo (días)	Fecha de obtención	Area de sección (cm ²)	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P-1	0	3	15/05/2023	25	1162.52	46.5
P-2	0	7	15/05/2023	25	2571.50	102.86
P-3	0	14	15/05/2023	25	3143.25	125.73
P-4	0	28	15/05/2023	25	3546.5	141.86

OBSERVACIONES:

CASGALL LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES
CALLE DEL COMERCIO 101
DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES
TEL: 942-228-3174 - 942-228-3175


Ing. Julio G. Gómez Calleja
RUC: 10039010700

Dirección: Jovino Arambulo N°422 - Bellavista - Sullana - Piura
RUC: 10039010700 - Tel: 942833739 - Email: coastro32@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A
COMPRESION AXIAL CON 5% DE CENIZA VOLANTE
ASTM C 128 - AASHTO T 94

TÍTULO DE TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y FISURAS NO
ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN DISTRITO DE ZORRITOS- TUMBES 2023
TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO
UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES
FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

Código de identificación	Porcentaje de ceniza volante (%)	Edad de ensayo (días)	Fecha de obtención	Area de sección (cm ²)	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P-1	5	3	15/05/2023	25	1264.5	50.58
P-2	5	7	15/05/2023	25	2268.7	90.75
P-3	5	14	15/05/2023	25	23789.5	95.58
P-4	5	28	15/05/2023	25	3215.75	128.63

OBSERVACIONES:

CASGALL LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES
SULLANA - PIURA
RUC: 10039010700

Ing. Jovino Arambulo Castro
RUC: 10039010700

Dirección: Jovino Arambulo N°422 - Bellavista - Sullana - Piura
RUC: 10039010700 - Tel: 942833739 - Email: caastro31@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A
COMPRESION AXIAL CON 7% DE CENIZA VOLANTE
ASTM C 128 - AASHTO T 94

TÍTULO DE TESIS: INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y FISURAS NO
ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN DISTRITO DE ZORRITOS-TUMBES 2023
TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO
UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES
FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

Código de identificación	Porcentaje de ceniza volante (%)	Edad de ensayo (días)	Fecha de obtención	Area de sección (cm ²)	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P-1	7	3	15/05/2023	25	1770.5	70.82
P-2	7	7	15/05/2023	25	2925.5	117.02
P-3	7	14	15/05/2023	25	3119.75	124.79
P-4	7	28	15/05/2023	25	2999.25	119.97

OBSERVACIONES:

CASGALL LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES
Ing. Jovino Arambulo
RUC: 10039010700

Ing. Jovino Arambulo
RUC: 10039010700

Dirección: Jovino Arambulo N°422 - Bellavista - Sullana - Piura
RUC: 10039010700 - Tel: 942833739 - Email: ccaastro31@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A
COMPRESIÓN AXIAL CON 10% DE CENIZA VOLANTE
ASTM C 128 - AASHTO T 94

TÍTULO DE TESIS: “INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL MORTERO PARA CONTROLAR LAS GRIETAS Y FISURAS NO ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE PLANTA Y ELEVACION IRREGULAR EN DISTRITO DE ZORRITOS- TUMBES 2023”
TESISTA: NEXAR NORVIL OLAYA HIDALGO
UBICACIÓN: DISTRITO DE TUMBES, PROVINCIA DE TUMBES, DEPARTAMENTO DE TUMBES.
FECHA DE ENSAYO: 15/05/2023

Código de identificación	Porcentaje de ceniza volante (%)	Edad de ensayo (días)	Fecha de obtención	Area de sección (cm ²)	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P-1	10	3	15/05/2023	25	1529.00	61.16
P-2	10	7	15/05/2023	25	2505.00	100.2
P-3	10	14	15/05/2023	25	3172.25	126.89
P-4	10	28	15/05/2023	25	2724.25	108.97

OBSERVACIONES:













