



Universidad
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA
Y URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Influencia de la Ceniza de Carbón y Fibras de
Acero en las Propiedades Mecánicas del Mortero
de Albañilería**

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

Autor:

Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel

<https://orcid.org/0000-0002-1891-2409>

Asesor:

Dr. Sócrates Pedro Muñoz Pérez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel Perú

2023

INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA

Aprobación de jurado

DR. TEPE ATOCHEVICTOR MANUEL
Presidente del Jurado de Tesis

MG. SANCHEZ DIAZ ELVER
Secretario del Jurado de Tesis

MG. ROJAS HERRERA MAHLI HELEM
Vocal del Jurado de Tesis

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado

Influencia de la Ceniza de Carbón y Fibras de Acero en las Propiedades Mecánicas del Mortero de Albañilería

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Castillo Guevara Harlin Gabriel	DNI: 71919071	
---------------------------------	---------------	---

Pimentel, **SIN FECHA**

* Porcentaje de similitud turnitin:18%

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO
TESIS CASTILLO GUEVARA

RECUENTO DE PALABRAS 13855 Words	RECUENTO DE CARACTERES 69244 Characters
RECUENTO DE PÁGINAS 80 Pages	TAMAÑO DEL ARCHIVO 12.4MB
FECHA DE ENTREGA Aug 25, 2023 5:29 PM GMT-5	FECHA DEL INFORME Aug 25, 2023 5:31 PM GMT-5

● **18% de similitud general**
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi querida madre Norla Clara Guevara Rufasto por ser ejemplo de perseverancia y valentía, por ser el impulso durante mi vida y la alegría de mis días y a todas las personas cercanas que se han cruzado en mi camino y que me han inspirado, conmovido e iluminado con su presencia para continuar siempre adelante.

Castillo Guevara Harlin Gabriel

Agradecimiento

Agradezco a Dios por su infinito amor, gracias a mi familia por apoyarme en cada proyecto de mi vida, por creer en mí día a día, gracias a la vida que me enseñó su significado y aprendí a valorar. A los miembros del Jurado Dr. Tepe Atoche Víctor Manuel, Mg. Villegas Granados Luis Mariano y Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl Por sus Sugerencias constantes, consejos, tiempo y apoyo durante el trayecto de esta investigación, quienes fueron motor de impulso de mejora.

Castillo Guevara Harlin Gabriel

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Hipótesis	24
1.4. Objetivos	24
1.5. Teorías relacionadas al tema	25
II. MATERIALES Y MÉTODO	50
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	50
2.2. Variables, Operacionalización	51
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	54
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	57
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	57
2.6. Criterios éticos.....	59
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
3.1. Resultados	60
3.2. Discusión.....	83
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
4.1. Conclusiones.....	89
4.2. Recomendaciones.....	91
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS	101

Índice de tablas

Tabla I	Tipos de fibra y sus propiedades.....	31
Tabla II	Porcentaje de Fluidéz para Morteros	33
Tabla III	Dosificación volumétrica	34
Tabla IV	Usos de morteros.....	35
Tabla V	Tipos de morteros.....	36
Tabla VI	Clasificación de Cementos Según su Uso	38
Tabla VII	Porcentaje promedio de componentes en el cemento	39
Tabla VIII	Granulometría del agregado fino	41
Tabla IX	Límite de granulometría.....	42
Tabla X	Módulo de finura de agregado fino	43
Tabla XI	Límite de granulometría para el agregado grueso	45
Tabla XII	Variaciones dimensionales para fines estructurales	48
Tabla XIII	Diseño de investigación	51
Tabla XIV	Operacionalización de la variable dependiente.....	52
Tabla XV	Operacionalización de la variable independiente	53
Tabla XVI	Unidades muestrales para mortero en estado fresco	55
Tabla XVII	Unidades muestrales para mortero en estado endurecido	56
Tabla XVIII	Fibras de acero en dimensiones estandarizadas	67
Tabla XIX	Ensayos Químicos fibras de acero	67
Tabla XX	Resultados que mostró la fibra de acero	68
Tabla XXI	Medida de porcentaje de área de vacíos	72

Índice de figuras

Fig. 1.	Ceniza de carbón.....	25
Fig. 2.	Ceniza calcinada a temperatura elevada	26
Fig. 3.	Fibras de acero	29
Fig. 4.	Fibras de vidrio.....	29
Fig. 5.	Fibras sintéticas	30
Fig. 6.	Fibras naturales.....	30
Fig. 7.	Diseño de albañilería.....	32
Fig. 8.	Diseño de mortero	35
Fig. 9.	Unidades de albañilería dimensionamiento	37
Fig. 10.	Ensayo de compresión diagonal	38
Fig. 11.	<i>Análisis granulométrico de la cantera la victoria</i>	42
Fig. 12.	unidades de albañilería Alabeo	44
Fig. 13.	Diseño de investigación.....	50
Fig. 14.	Diseño de mortero adicionando ceniza de carbón y fibras de acero	58
Fig. 15.	Ubicación geográfica de la extracción de muestra	60
Fig. 16.	Recolección de muestra	61
Fig. 17.	Aspecto físico y químico en ceniza de carbón.....	62
Fig. 18.	Procesos químicos de ceniza de carbón.....	63
Fig. 19.	Ceniza de carbón a temperatura 850°C.....	63
Fig. 20.	Ceniza de carbón a temperatura 900°C.....	64
Fig. 21.	Ceniza de carbón a temperatura 950°C.....	64
Fig. 22.	Ceniza de carbón a temperatura 1000°C.....	65
Fig. 23.	Comparación de resultados a diferentes temperaturas de quemado	66
Fig. 24.	Extracción de agregado fino – cantera la victoria	69
Fig. 25.	Análisis granulométrico.....	69
Fig. 26.	Análisis granulométrico La Victoria Pátapo	70
Fig. 27.	Ensayo de Absorción	71
Fig. 28.	Ensayo de succión	71
Fig. 29.	Ensayo de alabeo	72
Fig. 30.	Esfuerzo de compresión a la adherencia.....	73
Fig. 31.	Ensayos mecánicos resistencia a compresión	75
Fig. 32.	Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería	76
Fig. 33.	Porcentaje de fluidez con ceniza de carbón	77
Fig. 34.	Días de curado al 8 % de adición de carbón	77
Fig. 35.	Días de curado al 12 % de adición de carbón	78
Fig. 36.	Resistencia a compresión con mortero patrón al 12% de ceniza de carbón (sin	

curar).....	78
Fig. 37. Relación agua/ cemento más arena	80
Fig. 38. Porcentaje de fluidez con fibras de acero	81
Fig. 39. Adición de fibra de acero al 0.20% (días de curado).....	81
Fig. 40. Adición de fibra de acero al 0.60% (días de curado).....	82
Fig. 41. Adición de fibra de acero al 0.60% (sin curado)	82

Resumen

Uno de los principales problemas que afectan en actualidad es el desecho de residuos de ceniza de carbón y fibras de acero, ya que poseen propiedades adecuadas para ser utilizados en el ámbito de la construcción, tuvo como objetivo evaluar el porcentaje exacto en ceniza de carbón y fibras de acero para un buen diseño de mezcla en el mortero, parte de una metodología de enfoque cuantitativo en lo cual se utilizó un diseño cuasi experimental ya que se buscó interpretar el comportamiento de estos aditivo, es por ello que se hace un proceso de clasificación de 4 muestras de ceniza de carbón a diferentes temperaturas de quemado a 850°C, 900°C, 950°C y 1000°C para luego ser analizadas químicamente con fin de saber su material puzolánico, juntamente con la fibra de acero para determinar sus óxidos para luego utilizar como aglomerante para el mejoramiento del mortero en porcentajes de 4%, 8%, 12% y 16% en ceniza de carbón y en fibras de acero en 0.20%,0.40%,0.60% y 0.80%, se utilizó 84 muestras para mortero en estado fresco y 276 para mortero en estado endurecido siendo un total de 360 muestras analizadas, se implicó realizar ensayos de mecánica de concreto para evaluar el tiempo de curado, resistencia a compresión, resistencia a flexión, adherencia del mortero, resistencia a compresión axial y resistencia a compresión diagonal, dando como resultados en cuanto a la resistencia a la compresión del mortero en estado natural se obtiene un 95.00% y con adición de 13% de carbón aumenta hasta un 109.00 % y con fibra de acero en mortero con adición de 0.70 aumenta un 113.00%, generando así un índice de comparación de aumento con estos 2 aditivos alcanzando resistencias superiores notables en comparación con el mortero patrón de referencia en todas las dosificaciones, se concluye que si llego a cumplir con la hipótesis planteada generando así un gran aporte en la rama de la ingeniería.

Palabras clave: Ceniza de carbón; Fibra de acero; Mortero; Albañilería

Abstract

One of the main problems currently affecting the waste of coal ash and steel fibers, since they have suitable properties to be used in the field of construction, was to evaluate the exact percentage of coal ash and steel fibers for a good mix design in the mortar, part of a quantitative approach methodology in which a quasi-experimental design was used since it was sought to interpret the behavior of these additives, that is why a process of classification of 4 samples of coal ash at different temperatures of burning at 850°C, 900°C, 950°C and 1000°C is made to then be analyzed chemically in order to know its pozzolanic material, together with the steel fiber to determine its oxides to then use as a binder for the improvement of the mortar in percentages of 4%, 8%, 12% and 16% in coal ash and in steel fibers in 0.20%, 0.40%, 0.40%, 0.40%, 0.5% and 0.5% in coal ash and in steel fibers in 0.5%, 20%, 0.40%, 0.60% and 0.80%, 84 samples were used for mortar in fresh state and 276 for mortar in hardened state being a total of 360 samples analyzed, it was implied to perform concrete mechanics tests to evaluate the curing time, compressive strength, flexural strength, mortar adherence, axial compressive strength and diagonal compressive strength, giving as results regarding the compressive strength of the mortar in natural state is obtained a 95.00% and with the addition of 13% of carbon increases up to 109.00% and with steel fiber in mortar with addition of 0.70 increases 113.00%, thus generating an index of comparison of increase with these 2 additives reaching remarkable superior resistances in comparison with the reference standard mortar in all the dosages, it is concluded that if I get to fulfill the hypothesis raised thus generating a great contribution in the branch of the engineering.

Keywords: Coal ash; Steel fiber; Mortar; Masonry; Masonry

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad se viene suscitando en el mundo entero, referente a las industrias que están generando componentes principales de emisiones de CO₂, Una forma eficaz de reducir estos impactos ambientales destructivos en utilizar residuos y subproductos como sustituto del cemento en el concreto. Por lo tanto, las propiedades del mortero de concreto, modificado con un alto volumen de ceniza reciclada, proveniente de la combustión del carbón y barreras de cloruro que consiste en un mortero de alta conductividad, gracias a las adiciones de carbón en lo cual se utiliza fibras recicladas, para trabajarlo como mortero, esto queda demostrado que en 0,3 – 3% carbón fibra por volumen dando resultados categóricos en la funcionalidad del mortero seca durante un periodo de varios meses en condiciones de laboratorio con el propósito de perfeccionar su resistencia a compresión y flexión has un 30% en peso de remplazo al cemento [1], por otro lado Li y colaboradores manifiestan que el avance tecnológico ha explorado que los materiales ecológicos y reciclados están construyendo la imaginación necesaria que conducen en el ámbito constructivo. Los materiales de desecho como remplazo total y sustituto de componentes del mortero, dando así que los especímenes de mortero con un diseño de mezcla en la que el cemento y la arena se remplaza parcialmente con ceniza de carbón con una sola capa de 10mm, la perdida mínima por reflexión superó los 25,73dB con un ancho de banda efectivo de 0.39GHz, por lo tanto los materiales absorbentes EMW de doble capa tienen excelentes propiedades en flexibilidad y diversidad de diseño [2].

El proceso de construcción que muestra el país de Egipto, como menciona Hassan y colaboradores ha causado una atracción en toda la humanidad sobre las utilidades de los mesurados cimentados de cemento reforzado con cenizas naturales para que proporcione el refuerzo al concreto y pueda mejorar muchas de las características mecánicas proporcionadas a la ceniza. En la segunda etapa experimental el efecto de agregar acero en fibras a la mezcla muestra resultados óptimos en carbón contenido en el concreto es 0.05%. En comparación con otras combinaciones de concreto con proporciones variables, ofrece una óptima capacidad de carga, resistencia a flexión y tracción [3].

En cambio Park y colaboradores describen gracias a sus investigaciones que al diseñar un mortero par albañilería incorporando residuo de carbón en polvo y fibras de acero a temperaturas de calcinación elevadas donde se utilizó un contenido de 5 niveles (0.0, 0.25, 0.5, 0.75, y 1.0%) en un volumen total de 1,0% en gran volumen , mostrando resultados que contienen un porcentaje de 0.75% de SF y 0.25% de CF dando como resultados en muestra Hy FRCM lo que resultó un efecto sinérgico de híbrido reforzado con fibras, se obtuvo la mayor tenacidad a la flexión, lo que nos llevó a juzgar que el resultado da un óptima fibra de combinación para mejorar la tenacidad y la capacidad de absorción de energía [4].

hay nuevas propuestas que ayudan a reducir el efecto no deseado en el aumento de la producción industrial menciona Li y compañía, desde una perspectiva estadística, es decir que la industria de la construcción representa el 50% del consumo energético y el 50% y de los recursos naturales, demostrando que la resistencia del concreto disminuye de forma evidente cuando se reemplaza la arena de río por arena de desierto en abundancia, el mortero, elevó un 36,91%,

alcanzando los 149,08MPa, en cambio con la arena de desierto el mortero disminuye, las propiedades del mortero de arena de desierto de alto contenido no pueden satisfacer la demanda [5] sin embargo Hathi y compañía tiene otra teoría ya que los materiales cementosos se incorporaron varios tipos de fibras como refuerzos, lo que se conoce como efecto híbrido. el mortero de cemento de fosfato demagnesio varió entre un 7,6 y un 8,8 % con el uso híbrido de fibras MSF y PP, mientras que la resistencia a la flexión y la tenacidad aumentaron entre un 13,7 y un 23,1 % y entre un 1,6 y un 45,9 %, respectivamente (Feng et al., 2022), por otro lado en la India, el calentamiento global es difundido por el CO₂ a la atmósfera, cooperando el 65% de cementos de la industria, incorporan el manejo de materiales cementantes adicionales como humo sílice, escoria granulada de alto horno y el incremento opcional al cemento Portland [6].

Debido a la descomposición de componentes principales y los combustibles en el transcurso de elaboración de cemento las emisiones de CO₂. La resistencia a compresión y el desarrollo micro estructural del mismo de geo polímero de cenizas volantes rico en hierro que emplea una variedad de proporciones de activador de hidróxido de sodio/silicato de sodio. Se evalúa dosis de Na₂ O de 7,5, 10 y 15% con un módulo alcalino (AM) que oscila entre 1,00 y 1,875 e identifica el rendimiento óptimo utilizando técnicas de análisis de varianza. la resistencia fue evidente con la alta incorporación de hierro en la matriz del geo polímero [7].

En los últimos años, debido a la producción de 1 tonelada de Cemento Portland Ordinario (OPC), que emite casi 1 tonelada de CO₂, la demanda de producción de cemento ha aumentado y se emite el 8% del dióxido de carbono mundial, el diseño la aplicación de morteros reforzados con plástico mediante la

comparación de las propiedades de adherencia para una variedad de tipos de plásticos no reciclados, típicamente de bajo valor. el diseño y la aplicación de morteros reforzados con plástico mediante la comparación de las propiedades de adherencia para una variedad de tipos de plásticos no reciclados, típicamente de bajo valor [8], por otro lado, Chee Ban y compañía describen que la Tecnología en el aspecto de la Construcción, reduce un impacto negativo de la conducción y utilidad de materiales relacionados a las edificaciones. La producción de los activadores alcalinos disponibles en el mercado produce altas emisiones de dióxido de carbono (CO₂) el aglomerante resultante se empleó para reducir morteros activado por álcalis, para en si saber las propiedades mecánicas que ofrecen esta mezcla para hallar su durabilidad y microestructura, donde se mostró un elevado nivel de remplazo de LKD al 5% y 10%, concluyendo que si mejoro su rendimiento mecánico a un 30% de durabilidad de mortero activado con álcalis en un 50% como muestra óptimo [9].

Si analizamos en el ámbito regional, nos dirigimos al Distrito de Chimbote el proceso constructivo desde el año 2018 viene innovando planteamientos para la inclusión de materiales contaminantes (cenizas volantes) como aglomerante en el mortero con baja resistencia, por ello están evaluando la ceniza como aditivo primordial ya que su forma es de granos finos que está compuesto por silicatos, aluminio, para suplantar el cemento se tuvo que estimar 2 tipos de materiales (12 % de concha de abanico y 36 % de arcilla activada), para fijar y confrontar su absorción y resistencia de mortero, con la finalidad de obtener una resistencia optima nuestro mortero patrón [9].

Cabe mencionar que en nuestro territorio la realidad es llevar a cabo nuevas tecnologías en el campo de la construcción nos ha impulsado a desarrollar desde estructuras construidas con adobe como casas y monumentos hasta nuevas edificaciones de concreto y edificaciones existentes en nuestro país, pero en el transcurso de esta evolución, se enfrentan a la búsqueda. La falta de un nuevo material que complemente o sustituya a los materiales de hormigón [10], por lo tanto Díaz Alayo y colaboradores mencionan que la realidad es llevar a cabo nuevas tecnologías en el campo de la construcción nos ha impulsado a desarrollar desde estructuras construidas con adobe como casas y monumentos hasta nuevas edificaciones de concreto y edificaciones existentes en nuestro país, pero en el transcurso de esta evolución, se enfrentan a la búsqueda. La falta de un nuevo material que complemente o sustituya a los materiales de hormigón [10].

Según Ibáñez Cruz menciona que la transformación de la incineración de la ceniza para la elaboración del cemento existe una gran contaminación en el medio ambiente. Se ha tenido conciencia por parte de los fabricantes de cemento, utilizar los materiales para la sustitución parcial en mezclas de mortero, con el único propósito de alcanzar resistencia adquirida al mezclar 2 aditivos en un 36% de ceniza de cola de caballo con un 12% de polvo de concha de coquina. Seguidamente se efectuaron ensayos con morteros de cemento y coquina y a su vez la ceniza de cola de caballo con arena, en relación al mortero patrón sin aditivo se incrementó óxido de calcio obteniendo un 41.01% activado a 900°C [11], por otro lado Gonzales Ezquen se refiere que en el mercado existen nuevas apariciones de cenizas en el uso de morteros en la construcción, teniendo como precedente la mejora de las propiedades puzolánicas se efectuó un análisis de la molienda con respecto al ladrillo King Kong, el tipo de cemento y el agregado fino efectuándose el mortero con una

relación 1:4 para las diferentes dosificaciones de control y sustituir el 2%, 4%, y 6% , para ordenar el tipo de ladrillo se efectuó los ensayos relativos de acuerdo a las unidades de albañilería, puesto a ello la adición es viable y asimismo propicio tanto medioambiental y económico [12], cabe precisar que este material incinerado sirve de aprovechamiento y se centra a nivel mundial ya que rebosa estos residuos tanto cáscara o ceniza, mejorando sus propiedades físico mecánicas ocupando porcentajes de ceniza y obtener el mortero modificado con el mejor comportamiento, empleándose en revoques y albañilería, siendo así elaborándose 525 muestras de mortero patrón y añadiendo ceniza de cáscara de arroz en diferentes porcentajes en 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento; obteniéndose una mejor resistencia en 10% con el mortero patrón las cuales fueron 462 muestras en las proporciones de 1:3.5, 1:4, 1:5, 1:6, ahorrando un S/. 0.17 m² de muro y un 5% de adición de ceniza en comparación con el mortero convencional según investigaciones de [13].

Los materiales de construcción con mayormente empleado en el mundo es el mortero. La incorporación de vidrio triturado al diseño del mortero en la albañilería, añadiendo porcentajes para dosificaciones en 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% deagregado fino en sustitución por el vidrio triturado con dosificaciones de 1:3.5, 1:4, 1:5, 1:6; en 7, 14, 21 y 28 días ensayados, en donde la resistencia a la compresión, flexión y fluidez fueron evaluados sus propiedades, obteniendo la determinación del vidrio triturado que mejora y aumenta las propiedades del mortero según manifiesta [14].

[15] En su investigación titulada “Efectos del tratamiento con silano sobre la unión entre las fibras de acero y el mortero”, tuvo como **objetivo** hallar la mejor flexión y resistencia a tracción directa del mortero con fibras tratadas con silano en comparación con las fibras no tratadas, en su **metodología** se propone una técnica de tratamiento de silano para fortalecer la unión de la matriz de fibra de acero y cemento, en sus **resultados** la contracción por secado restringe el volumen de vacíos permeables alcanzando una carga máxima en comparación a fibras no tratadas la que sugiere una mayor resistencia a la iniciación del crecimiento de grietas **concluyeron** que si mejora los resultados de contracción por secado restringida en volumen de vacíos permeables.

[16] En su investigación titulada “Efectos sobre las propiedades mecánicas y la conductividad eléctrica del mortero de cemento que contiene fibras de carbono y acero”, tuvo como **objetivo** hallar propiedades mecánicas de conductividad de mortero que contiene fibras de carbón y acero, en su **metodología** se emplearon a evaluar comportamiento del mortero simple (PM) a los 28 días de tiempo, como **resultados** muestra que si hubo aumento de contenido de fibras de acero dando mejora a la tenacidad de flexión con un aumento de 1,0% a 1,25% de fibra por volumen, por otro lado en su fuerza la capacidad de carga disminuyó significativamente a medida que aumento la fracción de volumen de fibra, **concluyeron** que el umbral de percolación detectado, mostrando una mejor dosis al 0,4% dando así una conductividad óptima.

[17] En su investigación titulada Investigación “sobre la influencia de la fibra fina de acero y la fibra de carbono en las propiedades termo mecánicas de morteros de almacenamiento de energía térmica a base de cemento” tuvo como **objetivo** evaluar las propiedades térmicas y mecánicas de los compuestos a base de cemento de sulfoaluminato, en su **metodología** experimental de enfoque cuantitativa demuestran la influencia de SF y CF en las propiedades de SCCTES es diferente la rugosidad superficial y dispersión entre las 2 fibras, en sus **resultados** de contenido SF muestran que aumenta un porcentaje de 0% al 3.5% en volumen, por lo contrario el contenido de CF aumenta un 0% al 47% de volumen, en **concluyeron** que si mejora las características de contracción de SCCTES es mejor que la de los CF dando así buen aporte en ámbito de la construcción.

[18] En su investigación titulada Investigación “Efecto de la edad de curado en la respuesta de extracción de carbono, acero y fibra sintética incrustada en una matriz de mortero cementoso”, tuvo como **objetivo** registrar diferentes patrones de falla según el tipo de fibras como adición, en su **metodología** se realizaron muestras en laboratorio con pruebas de extracción a los 7, 14, 28, 56 días de curado, dando así con los **resultados** que la fibra de acero pudo absorber 1.050N.mm el monofilamento de fibra sintética y en carbón absorbe un 277 y 55N mm consecutivamente **concluyeron** que si hubo un aumento en la edad de matriz de cemento dando si una mejora en carga máxima de extracción de la fibra la fuerza de unión y la resistencia a la tracción.

[19] En el país de República Checa, en su investigación titulada “Influencia de la mezcla de cenizas de biomasa de madera en las propiedades estructurales, mecánicas, higiénicas y térmicas de los morteros de cal aérea”, tuvo como objetivo determinar su capacidad de carga por unidad de área en la mezcla en base a materiales puzolánica, en su metodología de enfoque experimental con mezclas de morteros al 5%, 10% y 15% en masa, en sus resultados presentaron propiedades funcionales similares o mejores que las obtenidas para los revocos tradicionales a base de cal pura, lo que apunta a su presunta aplicación como morteros de revoque y renovación de muros, concluyendo así que se clasificó como una puzolana alternativa ecoeficiente y de bajo costo para su uso en materiales en la industria de la construcción

[20] En el país de Nueva Zelanda, en su investigación titulada “El potencial de los materiales mono componentes activados por álcalis (AAM) como mortero para parches de hormigón”, tuvo como objetivo utilizar los residuos industriales y agrícolas como alúminas silicatos como aditivo para el concreto, en su metodología empleada los materiales activados por álcali (AAM) de una parte se desarrollan para mejorar los sistemas convencionales de dos partes, en sus resultados se informó que los AAM de una parte tienen una mayor resistencia a la compresión temprana a los 7 días de edad, lo que se debe a su rápido tiempo de fraguado, concluyeron que el mortero compuesto con la combinación de cemento Portland convencional y productos de desecho industrial tiene una fuerza de adherencia a la compresión y al arranque que cumple con la norma.

[21] En su investigación “Influencia de la adición al 2%, 3% y 5% de ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento en Cajamarca”, tiene como **objetivo** evaluar la adición de ceniza de carbón para elaboración de morteros de cemento, en su **metodología** experimental se empleó el mortero de cemento patrón para una soportar una carga de 125kg/cm² adicionando cenizas volantes en porcentajes de 2%, 3% y 5 %, en sus **resultados** la unidad de carga diseñada no superó al mortero patrón con resistencia de 129.04kg/cm² y 128.33km/cm² mientras adicionando un 5% llegó a 123.05kg/cm² por otro lado adicionando un 2% existen variaciones en un 0.29% en las demás adiciones incrementa, **concluyeron** que incrementa sus propiedades física mecánicas del mortero funcionando como material puzolánico y a su vez siendo viable para el aprovechamiento de éstas en pequeñas adiciones.

[22] En el departamento de Ancash, en su investigación titulada “Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero en sustitución con el cemento en la ceniza de cáscara de arroz y en el polvo de cascara de huevo con un 20% y 10% respectivamente”, tuvo como **objetivo** sustituir en el cemento aditivo con nuevos materiales aditivos, en su **metodología** para la determinación del soporte de una carga y la permeabilidad al mortero se empleó (CCA) y polvo de cáscara de huevo (PCH) en el enfoque cuantitativo experimental en sustituyendo al cemento en porcentajes a 10% y 20%, en sus **resultados** a una temperatura de 640° se encontró un 90.433% de SiO₂ en CCA y a una temperatura a 900° se encontró un 91.875% de CaO en el PCH, **concluyeron** que la hondura de inserción en el mortero patrón es 7.95mm, mientras que el mortero experimental dio un remplazo al cemento en 10% y 20% resultando un 7.15mm y 7.05mm respectivamente.

[23] En el Distrito de Chimbote, en su investigación titulada “Resistencia de mortero $f'c=210$ kg/cm² en sustitución al cemento en 15% por ceniza volante no maderable.”, tuvo como **objetivo** ejecutar un sustituto cementante por una materia no maderable de molle, cumpliéndose con la resistencia óptima, en su **metodología** de enfoque experimental, radica en conseguir ramas, frutos y hojas de Molle, en sus **resultados** mediante ensayos a compresión e interpretación estadística muestra que estos materiales como aglomerante ecológicos en sustitución al cemento, **concluyendo** que para la creación de este nuevo componente la madera se puede emplear como un material poroso como aditivo parcial al cemento obteniendo así una alta resistencia mecánica a compresión el concreto [24] En el Distrito de Chimbote en su investigación titulada “Resistencia a la compresión y absorción de un mortero en sustitución al cemento por concha de abanico y arcilla activada con un 12% y 36% respectivamente.”, tuvo como objetivo encontrar su máxima resistencia óptima al mortero, en su metodología se estimó 2 aditivos para adicionar el cemento la cual un 12% de concha de abanico y un 36% de arcilla activada, en la cual sus resultados a los 3 días 166.34kg/cm², en 7 días 234.32kg/cm² y a 28 días 406.11kg/cm² en los ensayos de capacidad de carga por unidad de área, la fluidez, eflorescencia y difracción de rayos X, concluyendo que la resistencia mecánica aminoró a los 3 días un 43.15%, a los 7 días un 12.17% y a los 28 días un 43% reemplazando el 36% de arcilla activada y 12% de concha de abanico con respecto al mortero patrón.

[25] En el Distrito de Pimentel, en su investigación titulada “Evaluación de propiedades mecánicas con capacidad de resistir fuerzas y deformaciones en muros de albañilería añadiendo limaduras de acero al mortero.”, tuvo como objetivo evaluar la limadura de acero al mortero convencional, en su metodología su enfoque experimental se ejecutó un mortero en una proporción 1.3 para poder determinar sus propiedades mecánicas en la albañilería de manera que los materiales como la arena gruesa fueron extraídos de la cantera Pátapo y el tipo de cemento para este ensayo se empleó Pacasmayo Extra Forte, en sus resultados aumentaron su resistencia a la compresión aportando porcentajes de limaduras de acero en el mortero, concluyendo se obtiene un buen desarrollo en porcentajes de 4% y 6% y en los muros de albañilería con un 8% de mortero.

[26] En el departamento de Lambayeque, en su investigación titulada “Influencia del residuo inorgánico “Pulitón” en el diseño de mezcla del mortero con cemento tipo I”, tuvo como objetivo estimar los diferentes usos de mortero como el residuo pulitón y el cemento, en su metodología de enfoque experimental se añadió en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% del cemento en volumen de pulitón en las diferentes dosificaciones de 1:3.5, 1:4, 1:5, 1:6 dando como resultados positivos y aumentando la capacidad de carga, flexión, densidad y fluidez del mortero, concluyendo que para la adición óptima al 5% es la dosificación 1:3.5 y para el 20% sus dosificaciones son 1:4, 1:5, 1:6.

La presente investigación se vio reflejado directamente a la iniciativa de trabajar con residuos volantes como nuevas alternativas en el ámbito de la construcción, se promueve el uso de Ceniza de carbón y fibra de acero como aglomerante al agregado fino en el diseño de nuevas mezclas para morteros de

albañilería, por ello es importante evaluar dicho diseño de mortero y así poder emplearlo de manera segura en las edificaciones futuras así mismo ayuda a incrementar nociones científicas debido al escasos de investigaciones referidas a este tema en la actualidad en el departamento Lambayeque.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye la incorporación de ceniza de carbón en porcentajes del 4%, 8%, 12% y 16% y fibra de acero al 0.20%, 0.40%, 0.60% y 0.80% de adición como aditivo para la preparación del diseño de mortero de albañilería?

1.3. Hipótesis

La incorporación de ceniza de carbón en porcentajes del 4%, 8%, 12% y 16% y fibrade acero al 0.20%, 0.40, 0.60 y 0.80 de adición como aditivo a las mezclas esto influye significativamente para un mejor desempeño en las propiedades mecánicaspara el diseño de mortero de albañilería.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar la influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.

Objetivos específicos

- Evaluar las propiedades físicas químicas de la ceniza de carbón.
- Evaluar las propiedades físicas químicas de la fibra de acero.
- Determinar las características del agregado fino mediante ensayos de las unidades de albañilería.
- Determinar las características físicas y mecánicas del mortero patrón.

- Estimar el diseño de mezcla de mortero Patrón con adiciones de ceniza de carbón al 4%, 8%, 12% y 16% y fibra de acero al 0.20%, 0.40%, 0.60% y 0.80% de adición utilizando cemento portland Ms.
- Determinar el porcentaje de adición que dio mejores resultados en el diseño de mezcla del mortero.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Carbón

Este tipo de material organógena es principalmente usado para el uso de energía eléctrica a nivel mundial, un 41% aproximadamente del universo se abastece del mismo ya que posee elementos químicos como el nitrógeno, óxido, hidrogeno y azufre siendo estos el contenido de carbón con un 98% de la electricidad, la incineración de este material es un compuesto inorgánico expuesto en calor a una temperatura de 400° y 700° la cual esta textura de humo queda expuesta al medioambiente [27].



Fig. 1. Ceniza de carbón

Nota: Fuente de internet.

Cenizas de carbón

Este sobrante de la ceniza de carbón tiene relación con las cenizas volantes y combinados según la norma ASTM, su alta disponibilidad por tener mayores partículas de 0.075mm permanecido en la malla número 200, así mismo posee un alto contenido de puzolanas en el carbón inquemado, siendo demostradas las reacciones microestructurales amorfas y cristalinas que procura obtener mediante el cemento sustancias puzolanas [28].

[29] En el sector construcción es muy beneficio y económico los hornos industriales y otros productos de ceniza. Se demostró que la ceniza de carbón adicionando al cemento en un porcentaje de 10% se manifestó a un 11% más de la resistencia de control obtenida al día 28 y el 15% se manifestó el 91% de resistencia de control obtenida al día 28. La cual las pruebas obtenidas de resistencia y de microestructuras posee buena resistencia en la sustitución del cemento.



Fig. 2. Ceniza calcinada a temperatura elevada

Nota: [29]

[30] En el mundo uno de los principales contaminantes es el residuo de ceniza de carbón, causando en cenizas suspendidas la aceleración electrostática y mecánica. Siendo la principal diferencia la dimensión de la partícula que caen por la

gravedad los residuos producidos en hogares y llegando a obtener porcentaje hasta 80% del residuo producida en una industria.

[31] Tienen un gran rango de 2M a 10M en la incineración en los hornos industriales a grandes temperaturas obteniendo residuos volantes y escorias granulares, consiguiendo el valor óptimo en los resultados de los valores de resistencia, alcanzando pérdida de peso en una alta estabilidad térmica. Diferentes ensayos y estudios verificados concluyen que se obtuvo 25Kpa en la resistencia a la compresión y un CBR de 2.6% en un porcentaje al 20% al suelo arcilloso de la ceniza volante.

Finura de Ceniza

Un sustituto del cemento es un subproducto de la quema del carbón y se emplea de manera sustituta del mismo, son minúsculos porcentajes de resistencia mecánica y porosidad las propiedades de finura en el cemento, puesto el mayor contacto con estas sustancias químicas son los componentes existentes de los mismos materiales puzolánicos. Estas oscilan a 400cm²/g a 550cm²/g en altas temperaturas el tamaño de la partícula realizando muy poca resistencia con valores muy altos. [32] realizó ensayos sobre las propiedades mecánicas del geo polímero de finura en una microfibra pretende expresarse en cm² por grano [33].

Según [34] y colaboradores mencionan que la ceniza es empleada como relleno que convida en la mezcla una capacidad de soporte, esto consta que la ceniza de carbón queda fraccionada en el dónde del residuo de acuerdo a la norma establecida por la ASTM, esto efectúa partículas superiores a 0.075mm los residuos que quedan en dichos hornos industriales retenido en la malla N° 200), por lo tanto Antoni y acompañantes describen que al reemplazar la arena en el hormigón es la

ceniza de carbón siendo uno de los subproductos. De esta manera se estima eliminando porcentajes elevados sin evaluar la condición [32], según [35] hace mención que el material en la construcción que propiedades pasa por el tamiz la ceniza volante de carbónmezcladas con cemento consiguiendo una resistencia a la compresión del material,obteniendo un resultado óptimo a través de las reacciones químicas efectiva de la resistencia mecánica.

Materiales puzolánicos

Según las normas ASTM se define el material puzolana, conservando un escaso valor cementante con propiedades de silicios y aluminios, por lo tanto, extiende inmutarse respectivamente por la presencia de humedad conformando sustancias adheridas al cemento con temperatura de hidróxido. Con fines de aumentar la capacidad portante la mezcla de estos residuos industriales en la estabilización como ceniza volante según [36].

Fibras de acero

Son filamentos de acero con dimensión de longitud y diámetro pequeño que oscilanentre 20 y 100 y de distintas secciones transversales, según el ACI 302R, las fibras sintéticas brindar un mejor control de asentamiento como aditivo para el concreto según sus investigaciones de [37].



Fig. 3. Fibras de acero

Nota: Fuente de internet

según la norma **ASTM A 820** clasifica a las fibras en base a lo que se requiere comouso en diferentes tipos:

- **Tipo I:** Constituidas en frio las fibras de alambre fabricadas de acero.
- **Tipo II:** Partido las fibras con chapas de acero
- **Tipo III:** Fabricadas empleando rueda centrifuga las fibras extraídas.
- **Tipo IV:** otras fibras.

Fibras de vidrio

Las fibras elaboradas de boro silicato o sílice durante 60 años se viene investigandola cual se obtuvo retroactividad con la pasta cementante que aminora la resistenciadel concreto. Existen muchas investigaciones la cual el alcalisis resulta de la creación de las fibras de vidrio en el que aumentan la resistencia a largo plazo y a su vez una perdida en la durabilidad debido a otras fuentes. Las teorías más tomadas sobre el daño de la ductilidad y la resistencia es la reactividad con la la hidratación y los álcalis según [38].



Fig. 4. Fibras de vidrio

Nota: Fuente de internet

Fibras sintéticas

El resultado y la consecuencia de la investigación de las industrias petroquímicas y textiles son las fibras elaboradas por el hombre. Las propiedades en la tabla 2 se aprecia los diferentes tipos de fibras empleadas en el concreto como el carbón la aramida, las acrílicas, el nylon, el poliéster y el polipropileno. Se puede evitar la aparición de grietas reduciendo con las fibras sintéticas según [39].



Fig. 5. Fibras sintéticas

Nota: Fuente de internet

Fibras naturales

La armadura convencional del concreto se empleó con una forma de refuerzo. Algunos ejemplos sobre la utilización de las fibras naturales fortificándose con el mortero consolidado con pelo animal o adobes consolidado con paja. Estas se pueden emplear en concretos con alto contenido de fibras utilizando la producción de concretos con bajos contenidos de fibras según [40].



Fig. 6. Fibras naturales Nota: Fuente de internet

Tabla I
Tipos de fibra y sus propiedades

Tipos de fibra		Masa específica relativa	Diámetro	Resistencia a tracción (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)	Deformación en la rotura (%)
Acero		7.80	100 - 1,000	5,100 - 27,000	2,100,000	0.5 - 3,5
Vidrio	E	2.54	8 a 15	20.000 a 41.000	730.000	3.0 a 4.8
	RA	2.7	12 a 20	15.000 a 38.000	820.000	2.5 a 3.6
	Acrílica	1.18	5.17	2.000 a 10.000	170.000 a 190.000	28 a 50
	Aramida	1.44	10 a 12	20.000 a 32.000	630.000 a 1220.000	2 a 3.5
	Carbón	1.9	8 a 9	18.000 a 27.000	2.3000.000 a 3.900.000	0.5 a 1.5
Sintética	Nylon	1.14	23	10.000	53.000	20
	Poliéster	1.38	10 a 80	2.900 a 12.000	100.000 a 180.000	10 a 50
	Polietileno	0.96	25 a 1.000	800 a 6.100	50.000	12 a 100
	Polipropileno	0.9	20 a 200	4600 a 7.100	36.000 a 53.000	6 a 15
	Celulosa de madera		25 a 125	3.600 a 20.000	100.000 a 400.000	
Natural	Sisal			2.900 a 6.100	130.000 a 250.000	3.5
	Coco		100 a 400	1.200 a 2.000	190.000 a 250.000	10 a 25
	Bambú		50 a 400	3.600 a 5.100	340.000 a 410.000	
	Yute		100 a 200	2.500 a 3.600	250.000 a 330.000	1.5 a 1.9
	Pasto elefante		425	1800	50	3.6

Nota: (Miranda Centeno & Rado Moreno, 2019) [40]..

Mortero

En el proceso de la construcción es uno de los materiales importantes más usados, por ende, el incremento de su uso se debe al apogeo que existe en el proceso de mampostería estructural y su aporte en el ámbito de la construcción, se emplea primordialmente de pega o relleno, puesto a ello a lo contrario del concreto, los pasos técnicos de diseño producción y control de este material son menos estrictos en lo que se ve en el concreto [41]

NTP – 334.057 [42] menciona que el método de ensayo para obtener la fluidez de los morteros con el cemento es que, al mezclar uno o varios materiales con proporciones de adición con arena y agua, su resultado es obtener una mezcla denominada Mortero.

Para la preparación de un mortero y ser utilizado en obras de albañilería se seguirá “las normas NTP 339.607 y 399.610”. Donde nos describe que este material será elaborado por una mezcla de un material capaz de unir fragmentos, áridos finos y agua necesaria para que la mezcla cumpla con propiedades de trabajabilidad y sin segregación del agregado [43].

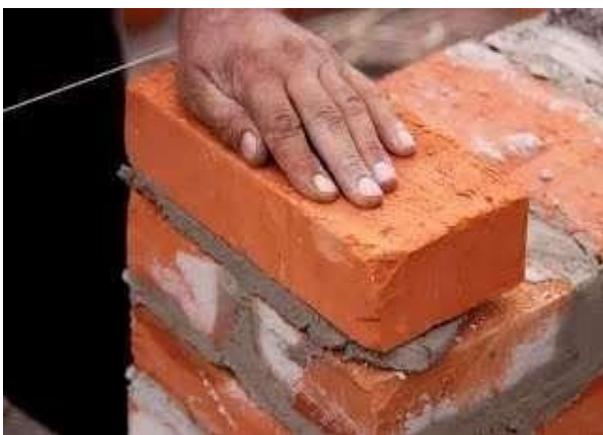


Fig. 7. Diseño de albañilería

Nota: Fuente de internet

Al mortero lo constituyen el material aglomerante, que puede ser cemento Portland(formado por la molienda de caliza y arcilla calcinada que se endurecen al contacto con el agua.), standard y cal correspondiente de tratado a las NTP, Arena (Agregado fino) que tiene que ser libre de impurezas y sales y Agua: Bebible y libre de componentes, cumpliendo con la NTP 334.088 [44].

Propiedades del mortero

Es una mezcla de materiales como el cemento que causa mayor adherencia a la arena como agregado y al agua que hace posiblemente aditivo, puesto a ellos haciendo esta unión presentan propiedades físicas mecánicas [45], pero según, [46] el mortero puede definirse como la combinación del aglomerante como el cemento, la arena y el agua, que al juntarse dichos materiales se mantienen sus propiedades.

Tabla II
Porcentaje de Fluidéz para Morteros

% de Fluidéz (Mesa de Flujo)	Consistencia	Tipo de Estructura	Condiciones de Colocación	Sistema de Colocación
80 - 100	Dura (Seca)	Reparaciones, recubrimiento de túneles	Secciones sujetas a vibración	Proyección neumática, con vibradores de formaleta
100 - 120	Media (Seca)	Pega de mampostería, pañetes y revestimientos	Sin vibración	Manual con palas y palustres
120 - 150	Fluida (Húmeda)	Rellenos de mampostería estructural	Sin vibración	Manual, bombeo inyección

Nota: [45]

En su manifiesto [47] Sugiere que la fluidez tiende a tener parámetros muy establecidos, durante el proceso constructivo, así como concerniente a las especificaciones técnicas basadas en la (NTP-111).

Fraguado

[48] Sostiene que el mortero a perder elasticidad y aumenta su rigidez, el proceso se divide en fraguado inicial, tiempo el cual el mortero pierde sus propiedades tanto plástico hasta fraguado final, en cuando el concreto pierde características deformables y se toma en una sola unidad difícil de remoldar presentándose una alta rigidez.

Dosificación

[49] afirma el proceso de dosificación como el cemento, los agregados y el agua, con este proceso se elabora las probetas y realizar los ensayos correspondientes. Es necesario suministrar la necesidad de diseño y dosificación para el buen uso del diseño de mortero, por lo tanto [50], el proceso constructivo de la dosificación es utilizar la preparación de la mezcla encemento, arena gruesa y agua, según la NTP 334.009, para suministrar esta mezcla importante es necesario realizar un buen diseño teniendo en cuenta aspectos muy importante como la calidad de los materiales al utilizar las especificaciones técnicas según la norma técnica de edificaciones la dosificación volumétrica está escrita donde las medidas son las siguientes.

Tabla III
Dosificación volumétrica

Tipo	Cemento	Arena
P1	1	3-3.5
P2	1	4-5

Nota: Dosificación en el diseño de mezcla en el concreto [49] .

Para obtener una mayor adherencia a las unidades de mampostería la fundamental función es el mortero, lo cual se logra obteniendo un buen control de supervisión de calidad al mortero y los materiales; Para que proporcione una buena consistencia, resistencia y capacidad de retención de agua es necesario contar con buenas dosificaciones de los materiales, y buen diseño según [51].



Fig. 8. Diseño de mortero

Nota: (David Osorio, 2022).

Tabla IV

Usos de morteros

Mortero	Usos
1:1	Mortero muy rico para rellenos e impermeabilizaciones.
1:2	Para rellenos, pañetes de tanques e impermeabilizaciones.
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos
1.4	Uso para ladrillos en muros y baldosines. Pañetes finos.
1:5	Pañetes exteriores. Pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mamposterías en general. Pañetes no muy finos.
1:6 y 1:7	Pañetes interiores: pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mamposterías en general. Pañetes no muy

finos.

1:8 y 1:9 Como pegamento para construcciones que se van a demoler pronto. Estabilización de taludes en cimentaciones.

Nota: (García Calderón, Orlando Nikolay, 2020).

Clasificados en “Tipo P, es empleado en la fabricación de muros portantes y el “Tipo NP, es empleado en la elaboración de paredes no portantes (ver Tabla 3)”.

Tabla V
Tipos de morteros

Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	muros portantes
P2	1	0 a 1/4	4 a 5	muros portantes
NP	1		hasta 6	muros no portantes

Nota: [52]

Usos del mortero

Puede ser utilizado de diversas maneras en edificaciones (morteros de pega, relleno, de recubrimiento, etc.). Ya que los materiales que lo constituyen son muy adaptables y polivalentes [52].



Fig. 9. Unidades de albañilería dimensionamiento

Dosificación

En cuanto a dosificación hay dos formas las cuales son:

“(1) bolsa de cemento = 1bolsa, Arena gruesa de 3 a 3^{1/2} y

(2) Cemento = 1bolsa, Arena gruesa de 4 a 5” [53].

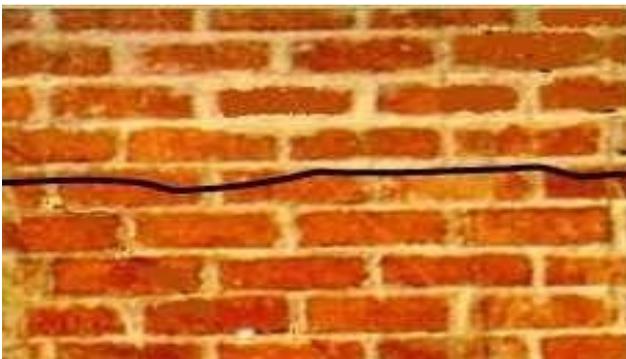




Fig. 10. Ensayo de compresión diagonal

Componentes del Mortero

a) Cemento

El cemento es perceptible en las estructuras y el más fundamental en la formación de una sustancia compactada, cuando se mezcla con H₂O, empieza a endurecerse después de un cierto período de tiempo, y al mismo tiempo se puede dar forma a la mezcla. El cemento Portland ordinario (OPC), durante mucho tiempo se ha considerado como el material más estabilizado en la construcción, se mejora el rendimiento de las mezclas del concreto. Para apreciar la clasificación del cemento de acuerdo a las propiedades y la Norma NTP 334.009 en la siguiente tabla [54].

Tabla VI

Clasificación de Cementos Según su Uso

Clasificación	Uso
Tipo I	De uso general, propiedades de otro tipo cuando se usa cuando para la mezcla no específica
Tipo II	De uso general, moderada calor de hidratación o labores que precisamente requieran moderada resistencia a los sulfatos.
Tipo III	Se emplea en grandes resistencias iniciales en obras.
Tipo IV	Se utiliza cuando se requiera bajo calor en una labor.
Tipo V	Se emplea para la obtención a una superior resistencia a los sulfatos.

Nota: NTP 334.009

b) Cemento portland

La principal propiedad del cemento es formar masas duraderas y resistentes cuando se unen los áridos y el agua de este conglomerante hidráulico. Es muy propenso la entrada del agua a su matriz ya es poroso, hidrófilo por naturaleza, inherentemente y micro fisurado, puesto a ello es la primordial razón de todas las dificultades en relación al concreto [55].

Entre los cementos, es muy común el llamado cementante Portland, que se puede definir como cemento producido por aspersion de Clinker, mezclado principalmente por silicato de calcio hidráulico, por lo común posee varias sulfato de calcio al proceso de la fabricación según [56].

Composición química del cemento

El cemento es un aglomerante hidráulico, un tamizado, y preparado con agua. Es una especie de pasta que en el tiempo fragua y endurece conservando su capacidad de carga aún bajo el agua. Asimismo, los aluminatos logran intervenir en la transformación con otros químicos. Menos del 50% en masa debe sumar las proporciones de dióxido de silicio reactivo (SiO_2) y oxido de calcio reactivo (CaO) de acuerdo a las proporciones determinadas conforme la norma europea en 1962 [57].

Tabla VII

Porcentaje promedio de componentes en el cemento

Componentes	Formula	Porcentaje
Cal combinada	CaO	62.50%
Sílice	SiO_2	21.00%
Alúmina	Al_2O_3	6.50%
Hierro	Fe_2O_3	2.50%
Azufre	SO_3	2.00%
Cal libre	CaO	0.00%

Magnesia	MgO	2.00%
Pérdida de fuego	-----	2.00%
Residuo insoluble	-----	1.00%
Álcalis	Na ₂ O+K ₂ O	0.50%

[58] manifiesta al cemento como partículas de polvo por silicato de calcio, mientras que en una cantidad más pequeñas con aluminato de calcio.

Los principales tipos de cementos son:

Pórtland tipo I: Es un cementante estándar, se origina por la añadidura de yeso con Clinker. Se emplea en muchos proyectos de construcción. Con resistencia ascendente de 1 a los 28 días (1 – 100%).

Pórtland de tipo II: Capaz de resistir moderadamente el ejercicio de sulfatos, se ejerce su uso cuando se requiera temperatura moderada de hidratación, alcanza resistencia lenta, se alcanza al implantar variantes en el incorporado del Silicato Tricálcico (C3S) y Aluminato Tricálcico (C3A) de cemento. Menciona alcanzar una resistencia de 75% a un 100%.

Pórtland de tipo III: La resistencia inicial aumenta, en seguida se normaliza hasta alcanzar la resistencia. Se logra aumentar la alta resistencia inicial de cemento con C3S y C3A, cuando se muele para que sea más fino; la especificación no requiere la finura mínima, pero cuando las partículas son demasiado pequeñas para ser muy pequeñas en el proceso de almacenamiento. Cuando la humedad pre hidrate el cemento, se notará un límite práctico.

Pórtland de tipo IV: Los valores son casi poco más después de casi un año de tiempo. Es empleado en proyectos grandes, presas, moles, túneles. Su resistencia empleada llega a 55% -75% de 1 a 28 días.

Pórtland de tipo V: Cementante de calor de hidratación bajo, con perfección de empleo en concretos masivos. Cementante con gran resistencia de la acción de sales (sulfatos) se especifica en exposición urgente de sales (sulfatos), se llega a mitigar el contenido de C3A, ya que este tipo es más aplicable en ataques de Sales (Sulfato). Su resistencia empleada de 1 a 28 días llega a 65% -85%.

Agregados

Son piedras naturales, granuladas sin forma ni volumen, y suelen ser inertes. Por sus partículas, los agregados se logran dividir en agregados finos - agregados gruesos, determinados por el tamaño más común, utilizando un tamiz como límite como referencia. El agregado no debe tener orgánicas, sal, limo y arcilla. Puede afectar la reacción química de curado o producir porosidad no es bienvenido [59].

Agregado fino

Procede de la degradación natural o artificial de las rocas, la cual es retenido por un tamiz (3/8") y permanece en 9.5 mm. El agregado fino se denomina como áridos de la degradación natural de las rocas la cual más común es la arena.

Tabla VIII
Granulometría del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100.00%
N°4	95-100%
N°8	80-100%
N°16	50.85%
N°30	25-60%
N°50	10-30%
N°100	2-10%

Nota: NTP 400.037

Granulometría

En autor Rivera en su libro, define a las distintas partículas que conforma una masade agregados a la distribución en dimensiones físicas diferentes, presto a ello se establece mediante el ensayo de granulometría con tamices normadas y el análisis de porcentajes retenidos en estos. Implantando una relación total y clasificado las 38 porciones por el tamaño en común entre estas según [60], en cuanto [61] y sus colaboradores agregan para el ensayo granulométrico de los áridos tanto como el grueso y el fino estandarizadas a nivel mundial.



Fig. 11. *Análisis granulométrico de la cantera la victoria*

Tabla IX
Límite de granulometría

Malla		Porcentaje que pasa (acumulativo)		
3/8"	9.5	mm	-----	100
N° 4	4.75	mm	95	100
N° 8	2.36	mm	80	100
N° 16	1.18	mm	50	85
N° 30	600	m	25	60
N° 50	300	m	10	30
N° 100	150	m	2	10

Nota: Norma ASTM C-33 o NTP 400.037

Tabla X
Módulo de finura de agregado fino

Módulo de finura		Agregado fino	
Menor	que	2.00	Muy fino o Extra Fino
2.00	-----	2.30	Fino
2.30	-----	2.60	Ligeramente Fino
2.60	-----	2.90	Muy fino o Extra Fino
2.90	-----	3.20	Ligeramente Grueso
3.20	-----	3.50	Grueso
Mayor	que	3.50	Muy Grueso o Extra Grueso

Nota: Norma ASTM C-33 o NTP 400.037

Contenido de humedad

Considera **Fuente especificada no válida.** al volumen y corpulencia del agua al contenido de humedad añadido en el estado natural de un agregado, la siguiente se expresa mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \% \omega = \frac{H - S}{S} \times 100$$

Donde:

H = Peso del Agregado en estado Húmedo

S = Peso del Agregado en estado Seco.

Absorción

Considera como la corpulencia de agua en el agregado la cual transita del estado seco a un estado superficialmente saturado. (Li et al., 2022).

$$\% \text{ Absorción} = \% a = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Donde:

D = Peso del agregado en estado saturado y superficialmente seco.

S = Peso del agregado en estado seco.

Alabeo

Este ensayo se elabora de acuerdo con la NTP 399.613 (2017), donde usa 10 unidades, que primeramente deben ser limpiadas del polvo con una brocha. Para superficies cóncavas se coloca la varilla de borde recto de forma longitudinal o diagonal a lo largo de la superficie y se mide ya sea con una regla o con una cuña de medir, los resultados que se toman es la mayor abertura entre el la varilla y la superficie de la unidad con aproximación de 1 mm.



Fig. 12. unidades de albañilería Alabeo

Agregado grueso

Este agregado proviene de la degradación de las rocas en canteras o espacios naturales o de manera artificial permanente en el filtro o malla N° 4 igual a 4.75 mm. Estos áridos colectivamente se dividen en piedra o grava triturada. Este agregado existe principalmente en las canteras y causes de ríos que se deposita de manera natural [24].

Tabla XI

Límite de granulometría para el agregado grueso

Tamaño Nominal	% que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N°8
2"	95 - 100		35 - 70		10 - 30	-----	0.5	-----
1 1/2"	100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0.5	-----
1"	-----	100	95 - 100		25 - 60	-----	0.1	0.5
3/4"	-----	-----	100	90 - 100		20 - 55	0.1	0.5
1/2"	-----	-----	-----	100	90 - 100	40 - 70	0.15	0.5
3/8"	-----	-----	-----	-----	100	85 - 100	10 - 30	0.1

Nota: Fuente: Norma ASTM C-33 o NTP 400.037**Agua**

Es una sustancia líquida fundamental en el concreto porque obtiene reacciones químicas con el cemento y a su vez aumenta la resistencia, debe cumplir ciertos requisitos y evitar problemas para el concreto [62].

Propiedades principales del concreto fresco**Contenido de aire**

Con el ensayo se determina lo deshabitado que contiene el concreto con lo que se debe tener en cuenta si la temperatura disminuye, el análisis del aire para el concreto es duradero con exposición a congelamientos [63].

Temperatura

Cuando el concreto está fresco, se debe considerar estudiar su temperatura, porque ayuda a comprobar si cumplimos con los requisitos de su normativa para que pueda ser utilizado en obra [64].

Consistencia

Generalmente depende del agua usada en el asentamiento del concreto, determinando su consistencia se dispone a desarrollarse ensayos como el Slump Test, la cual el concreto en estado fresco se dispone en un recipiente [63].

Propiedades principales del mortero endurecido

Resistencia a la Compresión

Es el proceso de aguantar las fuerzas tensionales las tensiones compresivas. Es por eso que la capacidad pende de la concentración de la pastilla de cemento. Esta particularidad, además de verse presuntuosamente afectada por los elementos que transgreden en la resistencia de la pastilla, así como la calentura y la estación, con lo que se ven pedantes por la calidad.

Los áridos que disponen la colocación de concreto [65]. Se efectúa y se monitorea la parte más importante del concreto que es la propiedad mecánica.

A los 7 días, 14 días y 28 días para brindar la conducta del concreto con desiguales incorporaciones de fibra en el tiempo [66].

Resistencia a la flexión

Energía máxima o patrón de rotura ejercido por las vigas, previamente de que se rasgue o se rompa en un reconocimiento de flexión, la flexión es una fuerza aplicada en sentido opuesto con el fin de doblar la muestra [67]

Resistencia a la tracción

La tracción es la fuerza aplicada en sentido opuesto con el fin de alargar o alargarla muestra. La tracción está relacionado al agrietamiento del concreto,

debido a la reducción impulsada por cambios de temperatura o por fraguado, debido a que dichos agentes provocan un conjunto de fuerzas de tracción [68]

Durabilidad

Es la permanencia del concreto para soportar el intemperismo, abrasión, agresiones químicas, o cual otro agente, el concreto en estado endurecido que precisa la cantidad de soportar las agresiones del medio ambiente; las cuales se exponen a los efectos de la radiación, acción al fuego o abrasión, corrosión, la capacidad del concreto de soportar, en su vida útil, podrían alcanzar a inducir su desahucian como resultado a cargas variantes y consolidaciones en su análisis o estudio estructural [68].

Módulo de elasticidad

Factor que determina la reacción de un material elástico, conforme a la dirección que es aplicada la fuerza. Así mismo predice el estiramiento de un material determinado [69].

Unidades de Albañilería

Según [70] definen a una forma principal de un prisma rectangular de estos elementos constructivos. Los de menor resistencia pueden ser tanto arcilla cocida como arcilla cruda que forman los adobes de resistencia baja. La forma más común para el proceso de cocción es a 800° sometiéndola a las unidades de ladrillo, puesto a ello logra aumentar su resistencia a la compresión consiguiendo sonoridad metálica. Para las clasificaciones de las unidades de ladrillo según el uso y dimensión nos brinda el RNE E-0.70.

Tabla XII

Variaciones dimensionales para fines estructurales

Clase	Alabeo Max (mm)	Máxima Variación de Dimensiones (%)			Resistencia a Compresión f'b mínimo en MPA (kg/cm ²) sobre área bruta
		Hasta 100 (mm)	Hasta 150 (mm)	Mas de 150 (mm)	
Ladrillo I	10	+8	+6	+4	4.9 (50)
Ladrillo II	8	+7	+6	+4	6.9 (70)
Ladrillo III	6	+5	+4	+3	9.3 (95)
Ladrillo IV	4	+4	+5	+2	12.7 (130)
Ladrillo V	2	+3	+2	+1	17.6 (180)
Bloque P	4	+4	+3	+2	4.9 (50)

Nota: Tomado de E0.70 Albañilería

Albañilería confinada, en la base de las unidades de arcilla se presenta mayor parte en las edificaciones en el Perú. Nos muestra las exigencias y los requisitos mínimas que implanta la norma para el control de calidad, la construcción, el diseño, análisis y la inspección de las construcciones de albañilería formadas por muros armados y muros de albañilería [71].

Muestreo, Se hace mención que por cada 50 millares de ladrillo se debe separar 10 unidades de ladrillo de aleatoriamente según el RNE E.070 Albañilería, según los parámetros de los ensayos mencionados en la norma.

Variación Dimensional, Se basa en los parámetros evaluados de la uniformidad de las dimensiones en la albañilería establecidos por la NTP 399.613 y la NTP 399.604.

Área de Vacíos, Se sujeta a la adherencia del mortero para efectuar el cálculo de vacíos, este proceso se establece en la NTP 699.613.

Absorción, Es la incorporación del agua después de la fabricación de un

material o elemento. Estos métodos y procedimientos se encuentran en la Norma Técnica Peruana 699.613 y la Norma Técnica Peruana NTP 699.604.

Succión, Es la incorporación de agua después de la fabricación de un material o elemento. Estos métodos y procedimientos se encuentran en la Norma Técnica Peruana 699.613.

Resistencia a la Compresión, Es la conexión que existe en el área de albañilería y la capacidad de carga la cual es sometida a ensayos. Estos métodos y procedimientos se ubican en la NTP 699.613 y la NTP 699.604.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Recoge y estudia información cuantitativa de las variables; procura expresar la correlación o la fuerza de la correlación entre variables, resumir y objetivar los resultados a través de muestras para producir la población de la que proviene cada muestra [72]

Diseño de investigación

La investigación experimental obtiene un análisis y resultados de los ensayos realizados por los investigadores e intenta cambiar la realidad para establecer el fenómeno en sí para que pueda ser estudiado [72]

Esta investigación experimental se basa en la importancia y el encuentro de los nuevos materiales de construcción, particularmente para el establecimiento del diseño del mortero. Para más detalles podemos apreciar ver la figura 10.

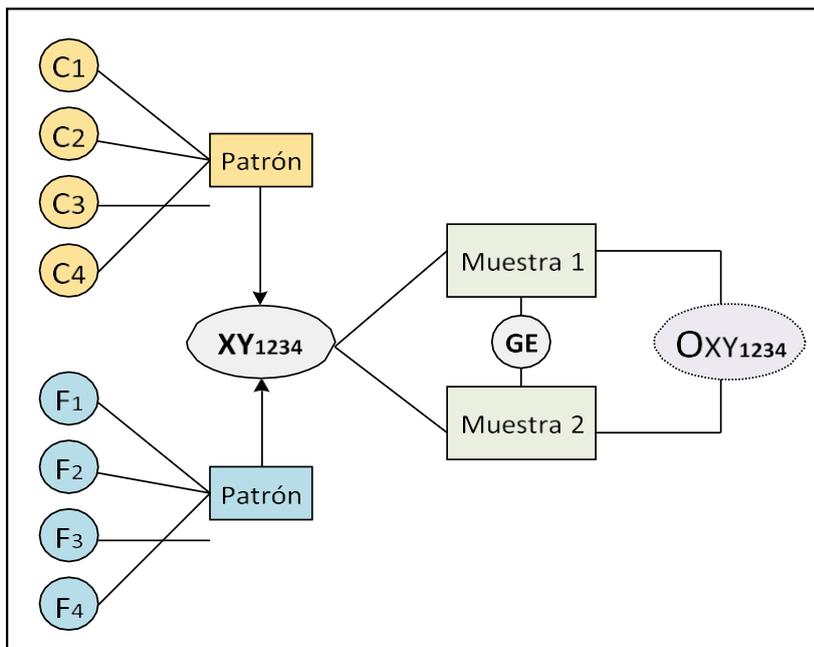


Fig. 13. Diseño de investigación

Tabla XIII
Diseño de investigación

Grupo Experimental		GE
Variable Independiente	(X)	Ceniza de carbón y fibra de acero
Variable Dependiente	(Y)	Propiedades mecánicas del diseño del mortero
Muestra		M
Medición de Muestra		OY

Nota: *Elaboración propia*

2.2. Variables, Operacionalización

Variable dependiente:

Diseño del mortero de albañilería

Variable independiente:

Ceniza de carbón y fibras de acero

Operacionalización

Tabla XIV

Operacionalización de la variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Valores finales	Tipo de variable	Escalade medición
Diseño de Mortero	Combinación de aglomerantes compuestos por cemento, agregado fino, agua y algunos aditivos o materiales cementantes según sea el caso	Unidad de albañilería, para el uso de tabiquería interna o externa	Diseño de mezclas de mortero patron	Dosificación de agregado fino	Proporción	Guías de analisis documento (Formato LEM-USS)	m3	Dependiente	Balanza
				Dosificación de agua			Lt		
				Dosificación de cemento			Bolsas		
			Evaluación de las propiedades físicas	Fluidez	Porcentaje		%		Masa de fluidez
				Contenido de aire	Relacion entre masa y volumen				
				Peso unitario					
			Evaluación de las propiedades mecánicas	Resistencia a la compresion	Relación de fuerza sobre area		kg/m3		Prensa
				Resistencia a la flexión					
				Resistencia a la Adherencia por flexión					
				Resistencia a la compresión de prismas					
				Resistencia a la compresión diagonal					

Nota: Elaboración propia

Tabla XV
Operacionalización de la variable independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Dimensiones operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición	
Mortero empleando ceniza de carbón y fibras de acero	La ceniza de carbón, es un producto puzolamico al volverse ceniza, correspondiente a la fibra de acero denominada residuo como aglomerante en el diseño de mezclas.	Unidad de albañilería, con fines en uso en mortero interna y externa	Diseño de mezclas de mortero patron	Dosificación de agregado fino	Proporción	Observación y Analisis de documentos	m3	Variable independiente	Balanza	
				Dosificación de agua			Lt			
				Dosificación de cemento			Bolsas			
			Evaluación de las propiedades físicas	Fluidez	Porcentaje		%		Masa de fluidez	
				Contenido de aire	Relacion entre masa y volumen		kg/m3			Recipiente cilindrico
				Peso unitario	Relación de fuerza sobre area					
			Evaluación de las propiedades mecánicas	Resistencia a la compresion	Relación de fuerza sobre area		kg/m2		Prensa	
				Resistencia a la flexión						
				Resistencia a la Adherencia por flexión						
				Resistencia a la compresión de prismas						
			Analisis quimico de ceniza de carbón y fibras de acero	Resistencia a la compresión diagonal	Analisis de documentos		%			
				Oxido de fierro						FeO3
				Oxido de calcio						CaO
				Oxido de silicio						SiO2
				Oxido de potacio						K2O
	Oxido de aluminio	Al2O3								

Nota: *Elaboración propia*

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Son todos los componentes que participan en la fabricación del mortero, originados por la naturaleza adicionalmente a los ladrillos y los residuos, en proporciones mínimas como las fibras de acero y la ceniza de carbón, basándose en la NTP 399.613 y la NTP 399.610 [72].

Muestra

Estará ajustada en el laboratorio de la Universidad Señor de Sipán; tanto en estado fresco como en estado endurecido del mortero, examinando diferentes porcentajes de ceniza de carbón al 4%, 8%, 12% y 16% y fibra de acero al 0.20%, 0.40%, 0.60% y 0.80% de adición utilizando cemento portland Ms [72].

Tabla XVI

Unidades muestrales para mortero en estado fresco

Cantidades muestrales del mortero en estado fresco

Tipo de mortero	Muestras	Contenido de aire	Peso unitario	Fluidez	Total
Mortero patrón	1:3.5	1	1	1	3
	1:4	1	1	1	3
	1:5	1	1	1	3
	1:6	1	1	1	3
Mortero modificado	Sust. 5% de CVM	4	4	4	12
	Sust. 10% de CVM	4	4	4	12
	Sust. 15% de CVM	4	4	4	12
	Sust. 5% de CVM	4	4	4	12
	Sust. 10% de CVM	4	4	4	12
	Sust. 15% de CVM	4	4	4	12
Total, de muestras en estado fresco					84

Nota: *Elaboración propia*

Tabla XVII

Unidades muestrales para mortero en estado endurecido

Cantidades muestrales del mortero en estado endurecido									
Mortero	Muestras	Tiempo de curado	Resistencia a compresión	Resistencia a flexión	Adherencia del Mortero	Resistencia a compresión axial	Resistencia a la compresión diagonal	Total	
Patrón	1:3.5	7	3	3	0	0	0		
		14	3	3	0	0	0		
		28	3	3	0	0	0		
	1:4	7	3	3	3	3	3		
		14	3	3	3	3	3		
		28	3	3	3	3	3		
	1:5	7	3	3	0	0	0		
		14	3	3	0	0	0		
		28	3	3	0	0	0		
Modificado	Sust.5% de CVM	7	3	3	3	3	3		
		14	3	3	3	3	3		
		28	3	3	3	3	3		
	Sust.10% de CVM	7	3	3	3	3	3		
		14	3	3	3	3	3		
		28	3	3	3	3	3		
	Sust.15% de CVM	7	3	3	3	3	3		
		14	3	3	3	3	3		
		28	3	3	3	3	3		
	Sust.5% de CVM	7	3	3	3	3	3		
		14	3	3	3	3	3		
		28	3	3	3	3	3		
	Sust.10% de CVM	7	3	3	3	3	3		
		14	3	3	3	3	3		
		28	3	3	3	3	3		
	Sust.15% de CVM	7	3	3	3	3	3		
		14	3	3	3	3	3		
		28	3	3	3	3	3		
	Total			66 unid.	66 unid.	48 unid	48 unid	48 unid	276 unid.

Nota: Elaboración propia.

Por lo que se cuantifican 84 muestras para mortero en estado fresco y 276 para mortero en estado endurecido siendo un total de 360 muestras.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Observación

El método empleado en la investigación es la observación a través del método

inductivo, puesto a ello me permite tener la adquisición de datos tanto en los ensayos mecánicos y a su vez biológicos, según [72] comenta el desarrollo de la observación se congrega de forma ordenada para proceder al objetivo y la obtención del contexto de un determinado análisis de medición, estos son objetos de estudios variables ya que viene hacer el portador de dichas características.

Datos del laboratorio

Para la obtención de resultados y datos se utilizó formatos brindados por el laboratorio **FERMATI S.A.C** para la indagación y análisis de ensayos químicos y físicos de la fibra de acero y fibra de carbón, el agregado fino obtenido de la cantera 3 tomas, perteneciente a la provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque. Para el futuro en el área de ingeniería civil y construcción con el objetivo de utilizar este diseño de mezcla, a través de ello agregará la evidencia de lo evaluado al término de esta investigación.

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

La descripción de mi proyecto de investigación se detallará mediante un flujograma.

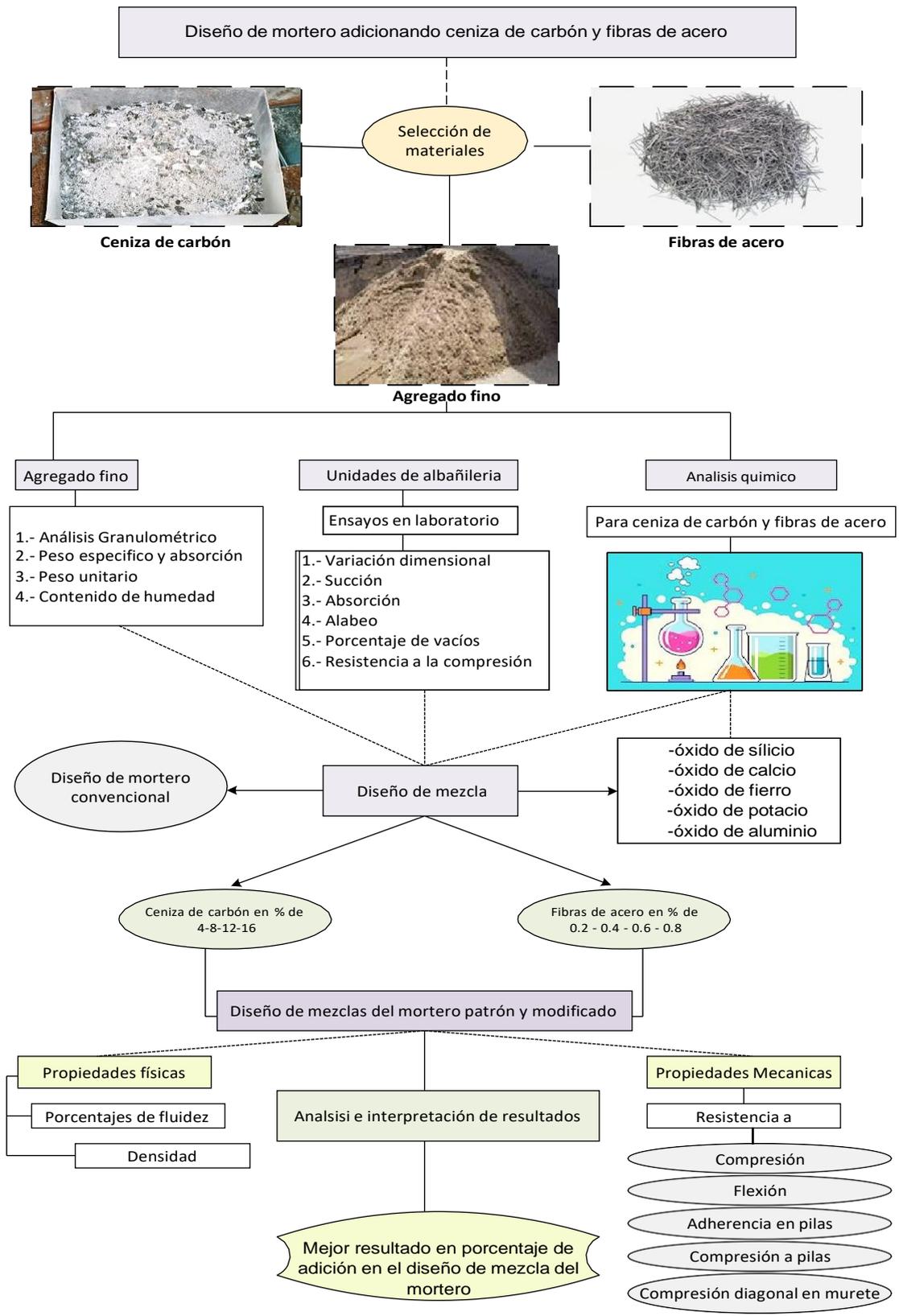


Fig. 14. Diseño de mortero adicionando ceniza de carbón y fibras de acero

2.6. Criterios éticos

[72] Siguiendo el formato brindado por el laboratorio FERMATI S.A.C la investigación se viene avanzando de manera progresiva, la cual dicha información se pudo obtener mediante tesis efectuadas internacional y nacional, también revistas indexadas, presto a estas bases se perfeccionó esta investigación. Para dar validez a esta investigación será expuesta ante profesionales especialistas, asesores y jurado evaluador con la única intención de prevenir plagio de otras investigaciones realizadas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Resultados en Tablas y Figuras

Referente a las propiedades físicas químicas de la ceniza de carbón

Esta investigación esta con proyección de saber sus propiedades puzolánicas que ofrece este aditivo aglomerante de ceniza de carbón y saber también los óxidos del aditivo fibra de acero con el fin de diseñar la mezcla adecuada para procesos de mortero.



Fig. 15. Ubicación geográfica de la extracción de muestra

Se puede visualizar en la figura n° 15 el punto de extracción de la muestra ceniza de carbón, situada en el distrito de Mórrope ya que es catalogado un centro poblado de tala de árboles y producción de carbón, en lo cual está prohibida la venta, es por ello solo se pudo extraer pequeñas muestras con fin de estudiarlas para procesos químicos para luego utilizarlo en diseño de mezcla en el mortero.

Referente a las propiedades física y químicas de la ceniza de carbón se tiene



Fig. 16. Recolección de muestra

Propiedades físicas del carbón

Con respecto a las propiedades físicas del carbón se muestra su granulometría pormallas estandarizadas teniendo una textura superficial pasado por el tamiz n° 200 para luego ser llevado a laboratorios químicos para sus adecuados análisis.



Fig. 17. Aspecto físico y químico en ceniza de carbón

Propiedades químicas del carbón

Para ello se hace un proceso de clasificación a estas 4 muestras de ceniza de carbón a diferentes temperaturas de quemado a 850°C, 900°C, 950°C y 1000°C para luego ser analizadas químicamente con fin de saber su material puzolánico.

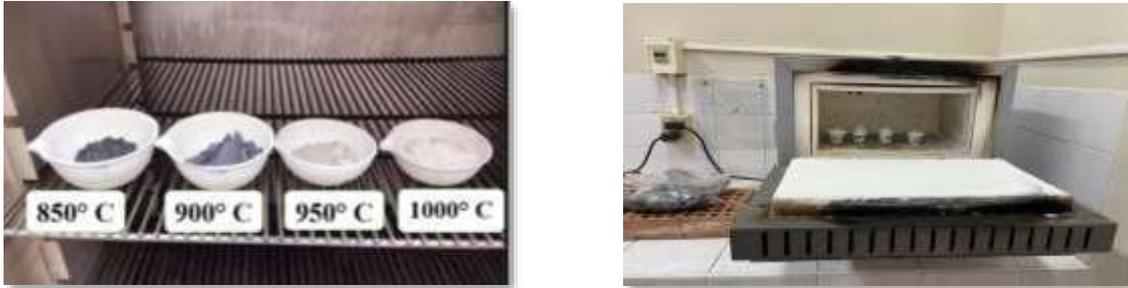


Fig. 18. Procesos químicos de ceniza de carbón

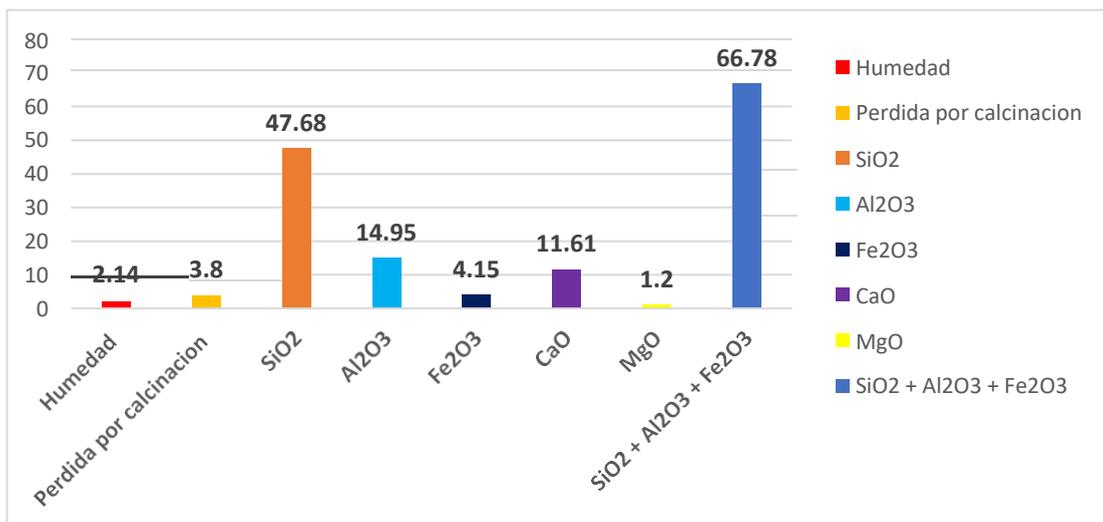


Fig. 19. Ceniza de carbón a temperatura 850°C

Nota: se muestra en la figura n° 18 el análisis químico de la ceniza de carbón a 850° C donde 2.14 contiene humedad, 3.8% pérdida de calcinación, 47.96% contiene óxido de silicio (SiO₂), 14.95% contiene óxido de aluminio (Al₂O₃), 4.15% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 11.61% contiene Cal quemada (CaO), 1.2 contiene óxido de magnesio y contiene 66.78 de óxidos combinados.

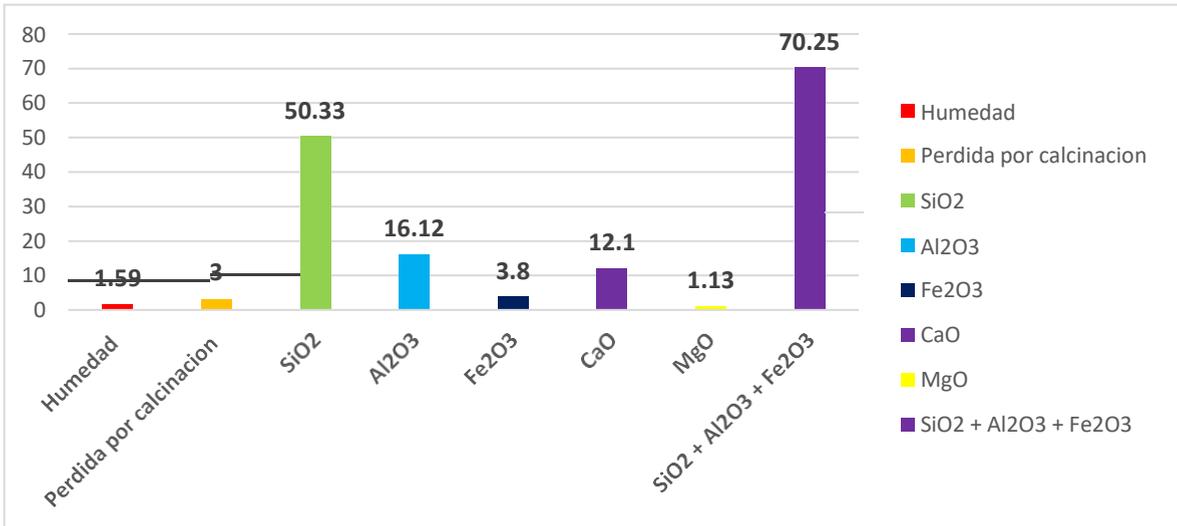


Fig. 20. Ceniza de carbón a temperatura 900°C

Nota: se aprecia en la figura n°19 la interpretación según el análisis físico químico de la ceniza de carbón a partir de 900° C arrojó la composición de la misma donde 1.59 contiene humedad, 3% pérdida de calcinación, 50.33% contiene óxido de silicio (SiO₂), 16.12% contiene óxido de aluminio (Al₂O₃), 3.8% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 12.1% contiene Cal quemada (CaO), 1.13 contiene óxido de magnesio y contiene 70.25 de óxidos combinados.

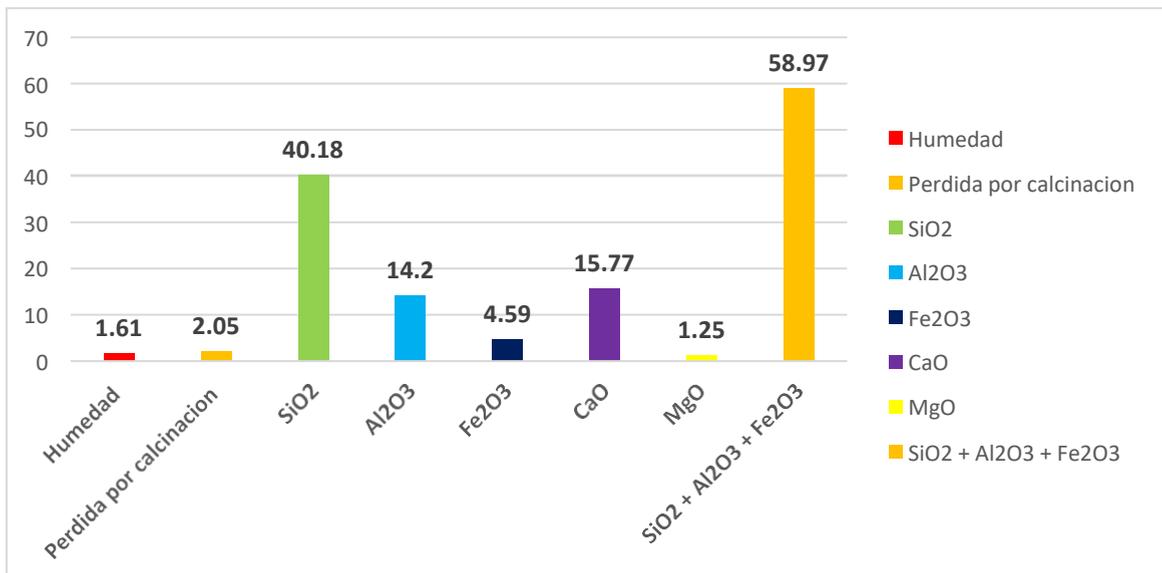


Fig. 21. Ceniza de carbón a temperatura 950°C

Nota: en la figura n° 20 se muestra la interpretación según el análisis físico químico de la ceniza de carbón a partir de 950° C arrojo la composición de la misma donde 1.61 contiene humedad, 2.05% perdida de calcinación, 40.18% contiene oxido de silicio (SiO₂), 14.2% contiene oxido de aluminio (Al₂O₃), 4.59% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 15.77% contiene Cal quemada (CaO), 1.25 contiene oxido de magnesio y contiene 58.97 de óxidos combinados.

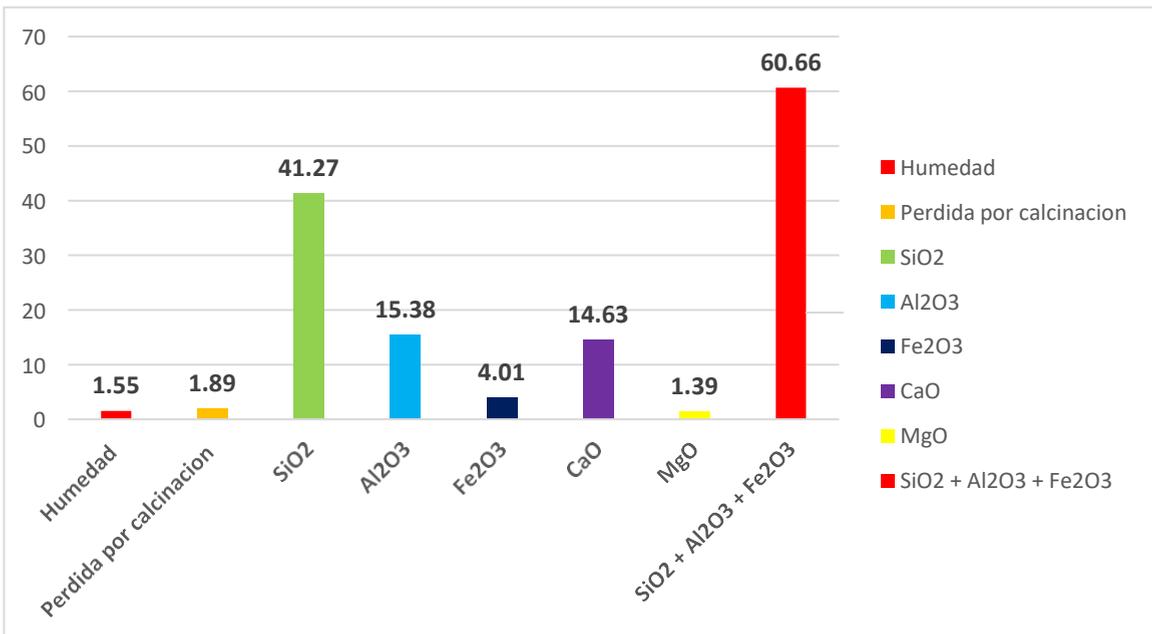


Fig. 22. Ceniza de carbón a temperatura 1000°c

Nota: se muestra en la figura n° 21 según el análisis físico químico de la ceniza decarbón a partir de 1000° C arrojo la composición de la misma donde 1.55 contiene humedad, 1.89% perdida de calcinación, 41.27% contiene oxido de silicio (SiO₂), 15.38% contiene oxido de aluminio (Al₂O₃), 4.01% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 14.63% contiene Cal quemada (CaO), 1.39 contiene oxido de magnesio y contiene 60.66 de óxidos combinados.

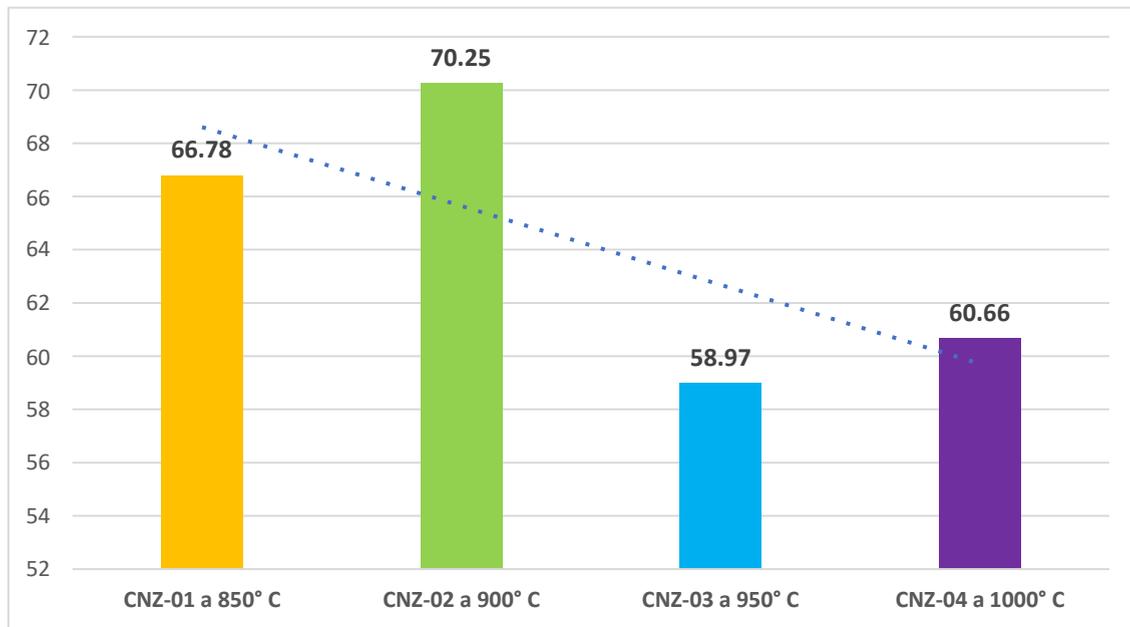


Fig. 23. Comparación de resultados a diferentes temperaturas de quemado

Nota: la comparación de resultados que se muestra en la figura n° 22 Según el análisis físico químico de las cenizas de carbón de las diferentes muestras obtenidas en el distrito de Mórrope, determinó que las muestras CNZ-01 a 850° C y CNZ-02 a 900° C arrojaron los mejores resultados para la aplicación de la ceniza de carbón como aditivo aglomerante en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.

Referente a las propiedades física y químicas de la fibra de acero se
tiene

Las composiciones en óxidos con el fin de saber sus propiedades con el único propósito de utilizar esta fibra de acero para proceso en albañilería, por ello se analizará mediante un diámetro de muestra según norma establecida.

Tabla XVIII

Fibras de acero en dimensiones estandarizadas

Diámetro (m.m)	Sección(cm2)	Peso(kg/m)
6mm	0.283	0.222
8mm	0.503	0.395
10mm	0.785	0.617
12mm	1.131	0.888
16mm	2.011	1.578
20mm	3.142	2.466
25mm	4.409	3.853
32mm	8.042	6.313
40mm	12.566	9.865

Nota: como se visualiza en la tabla n°18 los diferentes diámetros, longitud y peso mediante análisis químico que determina cada sección mostrada, que mediante más dimensión mayor peso en k/g existe.

Tabla XIX

Ensayos Químicos fibras de acero

Norma ASTM a 706 M	
Elemento	% máximo
Carbono	0.33
Magnesio	1.56
Fósforo	0.043
Azufre	0.053
Silicio	0.55

Nota: denota en la tabla n° 19 el porcentaje máximo que ofrece el acero en diferentes componentes en proceso con el motivo de llegar a utilizar el mejor resultado en óxidos para diseño de mezclas en las propiedades del mortero en albañilería.

Tabla XX

Resultados que mostró la fibra de acero

Fibra de acero	% de carbono	Resistencia a temperatura
Extra suave	0.1 a 0.2	35
Suave	0.2 a 0.3	45
Semisuave	0.3 a 0.4	55
Semiduro	0.4 a 0.5	65
Duro	0.5 a 0.6	75
Extraduro	0.6 a 0.7	85

Nota: se aprecia en la tabla n° 20 resultados categóricos a diferente temperatura en calcinación de muestra desde el extra suave en % de carbono de 0.1 a 0.2 con resistencia a temperatura 35°C hasta en fibra de acero extraduro en porcentaje de carbono de 0.6 a 0.7 con resistencia a temperatura de 85°C determinando así el proceso de composición y resistencia adecuada, para ello se analizará el porcentaje exacto para ser incluida al mortero como aditivo aglomerante.

Referente a las propiedades mecánicas del agregado fino mediante ensayos de unidad de albañilería.

Para esta investigación se presenta la obtención de materiales que se ha empleado en laboratorio de concreto es por ello que se hará un análisis exhaustivo de cada muestra analizar.



Fig. 24. Extracción de agregado fino – cantera la victoria

Nota: como se aprecia en la figura n° 23 para el uso de este material se extrajo dela cantera la victoria, ubicado en el distrito de Pátapo, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque. ya que cumple con los estándares y normativas vigentes.



Fig. 25. Análisis granulométrico

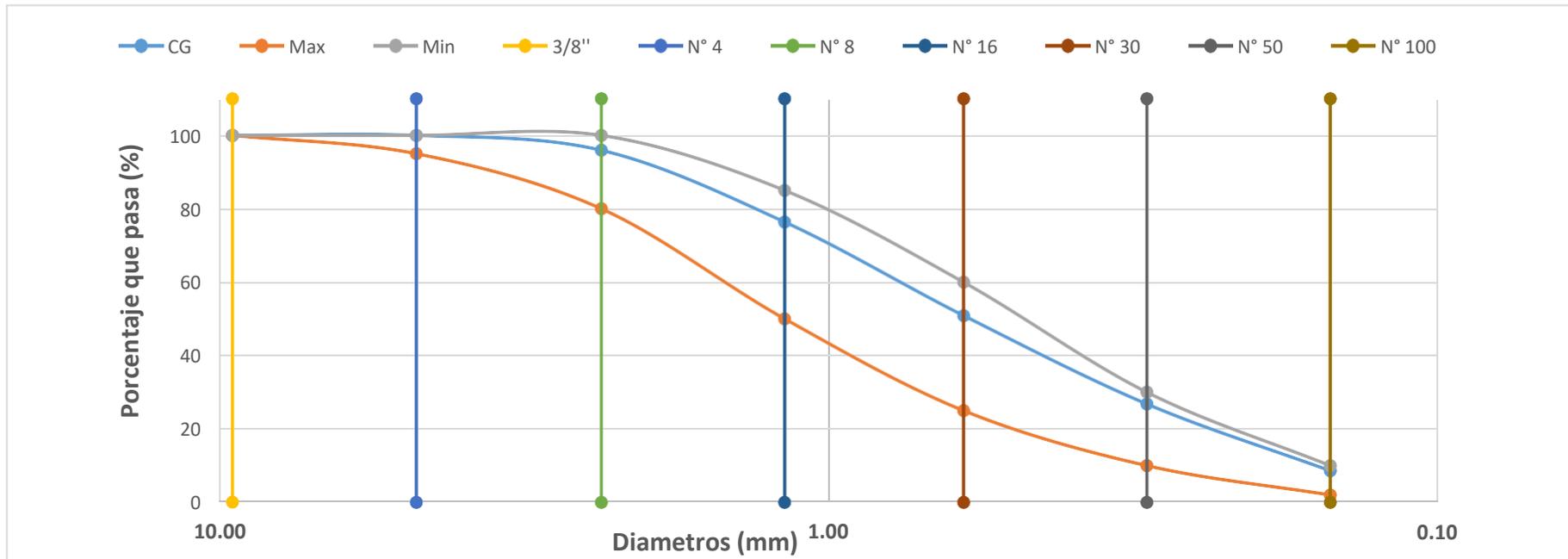


Fig. 26. Análisis granulométrico La Victoria Pátapo

Nota: Según la figura n° 25 se analiza el módulo de fineza calculada se puede observar que cumpla con todos lo constituido en el RNE E.070 Albañilería dondese implanta que debe estar en el rango el módulo de fineza de 1.6 a 2.5, es por ello que se utilizó este agregado fino para los ensayos correspondientes.

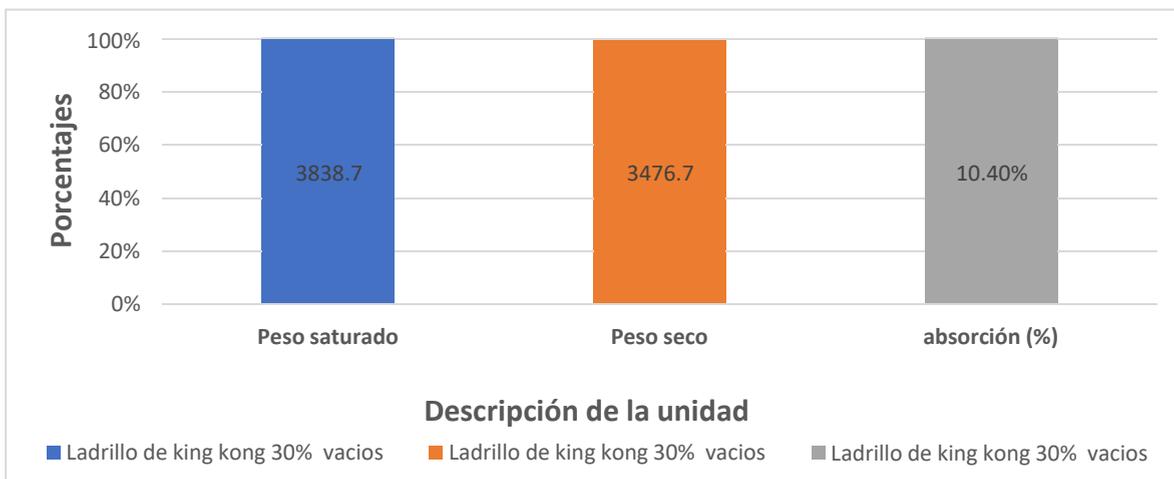


Fig. 27. Ensayo de Absorción

Nota: Se muestra en la figura n° 26 siguiendo con la NTP 399.613 (2017), para ello se ha usado 5 unidades de albañilería. Como primer paso son secadas al horno a una temperatura $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 24 horas, posteriormente son retirados para su enfriamiento por 4 horas a una temperatura ambiente y luego son pesados, seguidamente se sumerge en recipientes que contengan agua limpia, en un periodo de 24 horas a temperaturas que estén entre los intervalos de 15°C y 30°C , como siguiente paso después del proceso de sumergido, se retira las unidades dejándolas reposar por un periodo no mayor de 5 minutos, y finalmente son pesados, demostrando así su peso saturado de 3838.7

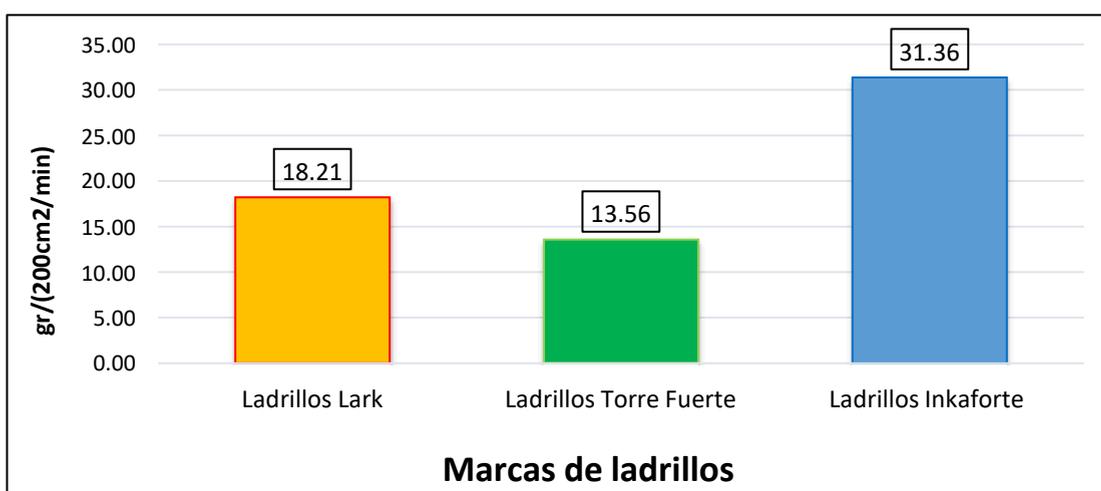


Fig. 28. Ensayo de succión

Nota: como se aprecia en la figura n° 27 las variables dadas según la NTP 399.613 (2017) y según en el RNE y la Norma E.070 para la clasificación de la unidades de albañilería, con la finalidad de adherirse en la cara en contacto del ladrillo analizando la velocidad del agua , cuando tanto el ladrillo y el mortero entre en contacto es vital determinar su relación, El ladrillo de marca InkaForte mostró un mejor resultado para los ensayos en la resistencia adecuada para esta investigación.

Tabla XXI

Medida de porcentaje de área de vacíos

ENSAYOS	U.M	MARCA "LARK"	CLASE
Variación de las dimensiones	%	0.00%	Ladrillo V
Alaveo	mm	1.3	Ladrillo V
Porcentaje de vacíos	%	28.31	Ladrillo V
Succión	gr	18.7	Ladrillo V
Porcentaje de absorción	%	10.4	Ladrillo V
Resistencia a la compresión	kg/cm ²	181	Ladrillo V

Nota: se puede mostrar en la tabla n° 21 los porcentajes de vacío que se da en diferentes ensayos demostrados con el ladrillo tipo V, en lo que demuestra un gran porcentaje de vacíos de 28.31%.

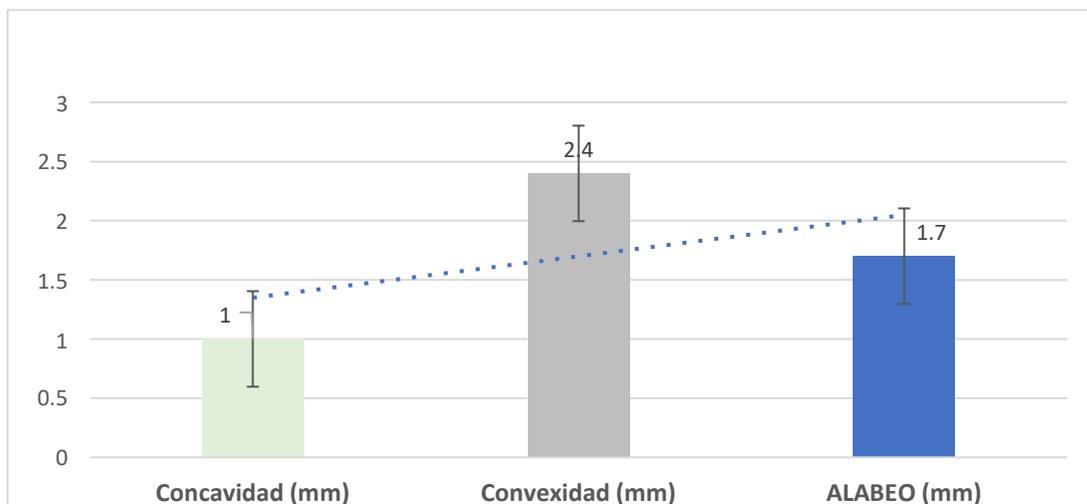


Fig. 29. Ensayo de alabeo

Nota: Se observa en la figura n° 28 que se según la NTP 399.613 (2017), donde usa 10 unidades, que primeramente deben ser limpiadas del polvo con una brocha. Para realizar este ensayo se utiliza una varilla de borde recto de forma longitudinal o diagonal a lo largo de la superficie y se mide ya sea con una regla o con una cuña de medir, los resultados que se toman es la mayor abertura entre el la varilla y la superficie de la unidad con aproximación de 1 mm, como se en concavidad 1mm, convexidad 2.4mm, en alabeo 1.7mm.

Referente a las determinaciones físicas y mecánicas del mortero

patrón

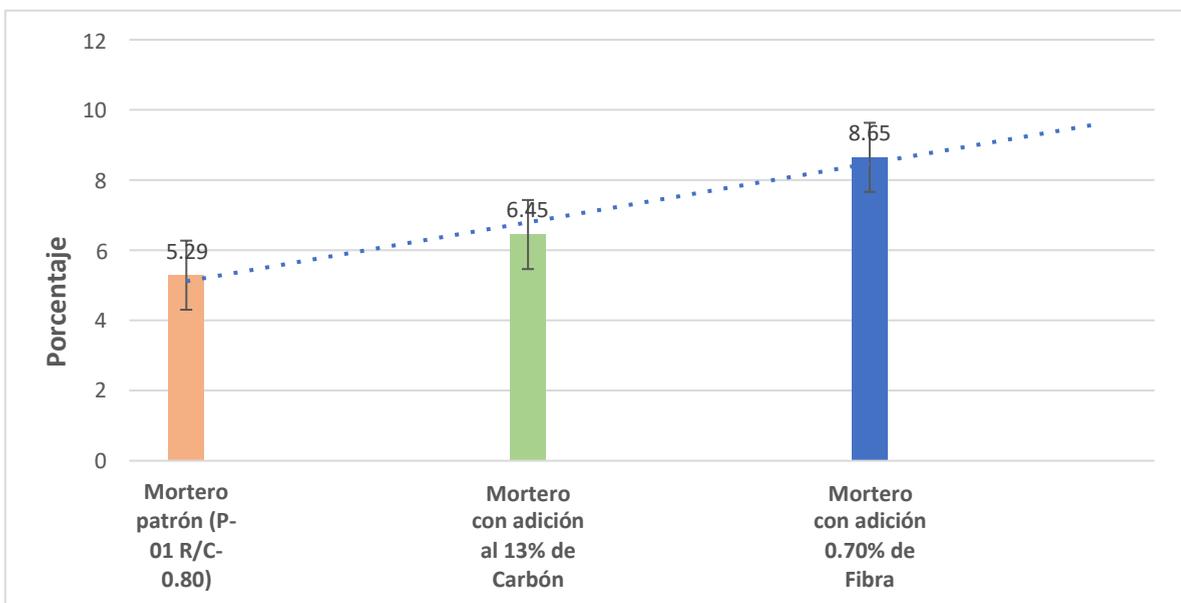


Fig. 30. Esfuerzo de compresión a la adherencia

Nota : Según la figura n° 29 se puede observar que la resistencia a la adherencia del mortero patrón en porcentaje de 5.29% con las unidades de albañilería tiene un comportamiento ascendente, esto depende a la cantidad de agregado fino presente en la mezcla, se tiene que la resistencia máxima alcanzada para las proporciones 4%, 8%, 12% y 16% con una resistencia adecuada de 6.45%

por otro lado en fibras de acero con porcentajes de 0.20%, 0.40%, 0.60% y 0.80% se obtiene un aumento de 8.65% en aumento a la resistencia requerida.

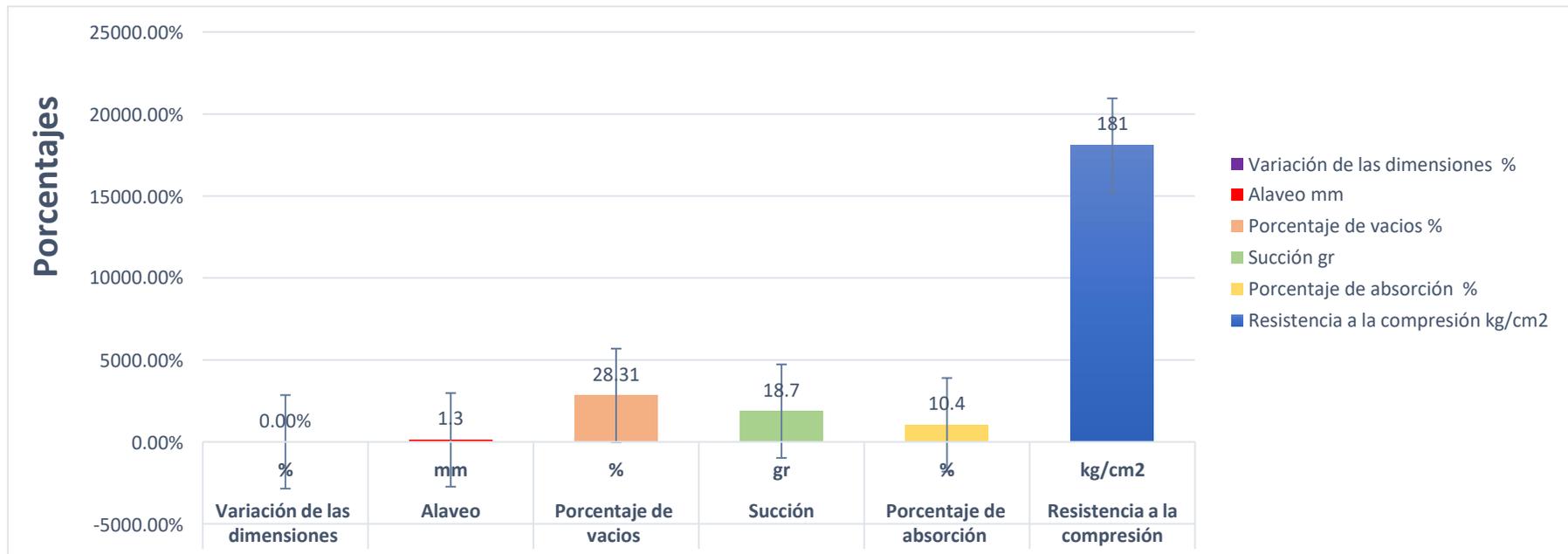


Fig. 31. Ensayos mecánicos resistencia a compresión

Nota: como se aprecia en la figura 30, Este ensayo se ha elaborado de acuerdo con las variables establecidos según la NTP 400.022 (2021) en donde describe los procedimientos para el ensayo de peso específico y absorción para el agregado fino en lo cual denota porcentajes obtenidos de una resistencia a la compresión de 18.1kg/cm².

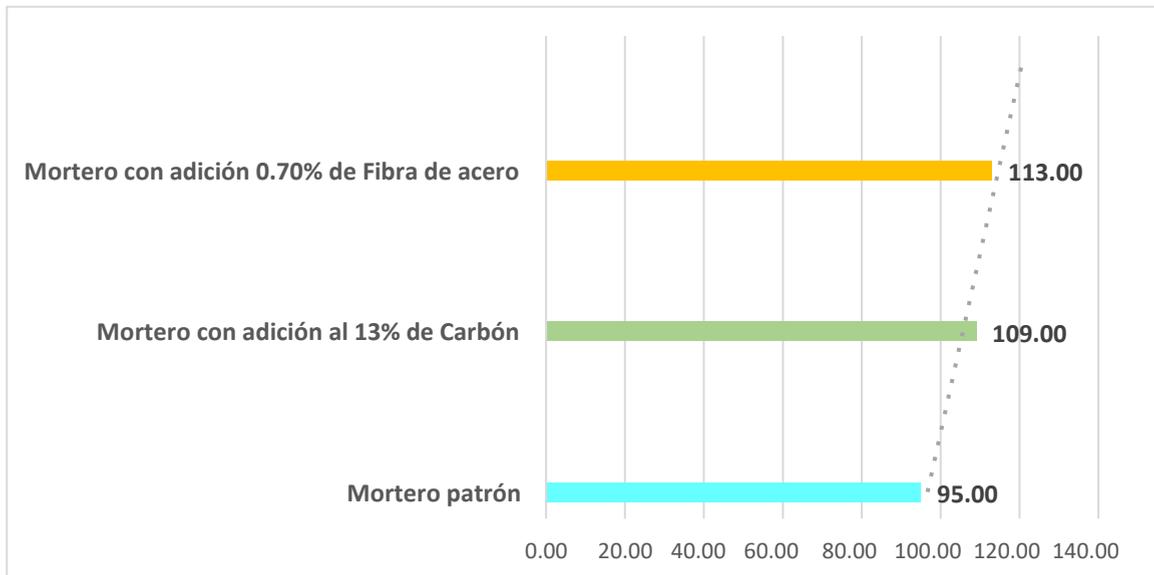


Fig. 32. Resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería

Nota: En la figura 31 se aprecia el mortero patrón hasta los ensayos con acción decarbón y fibra de acero un aumento en los porcentajes ya que en estado natural obtiene un 95.00% en mortero con adición de 13% de carbón aumenta hasta un 109.00 % y con fibra de acero en mortero aumenta con adición al 0.70 aumenta un 113.00%, generando así un índice de aumento con estos 2 aditivos aglomerante.

Este ensayo se ha hecho con la finalidad de hacer una comparación de la resistencia a la compresión de los prismas elaborados a base de mortero patrón con los prismas hechos con mortero que en su composición tiene desechos de ceniza de carbón y fibras de acero.

Estimar el diseño de mezcla en el mortero con adiciones de ceniza de carbón al 4%, 8%, 12% y 16% y fibras de acero en porcentajes mínimos de 0.20%, 0.40%, 0.60% y 0.70%.

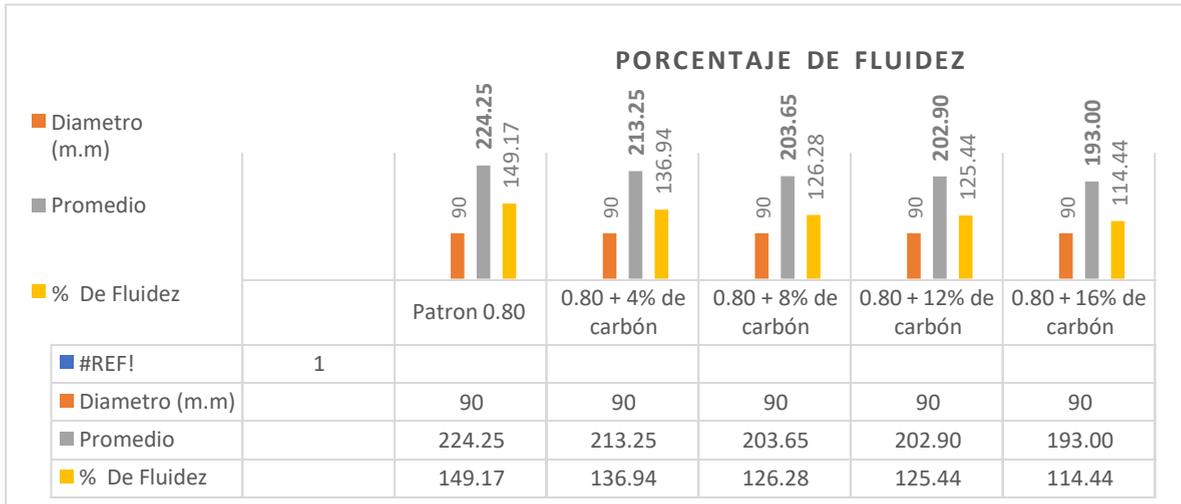


Fig. 33. Porcentaje de fluidez con ceniza de carbón

Nota: Como se aprecia en la figura n°32 desde el patrón con base a 0.80 natural en diámetros en porcentajes de fluidez un gran incremento a un promedio de 224.25a diferencia de los demás resultados descendentes a mayores porcentajes de adición tiende a bajar la fluidez.

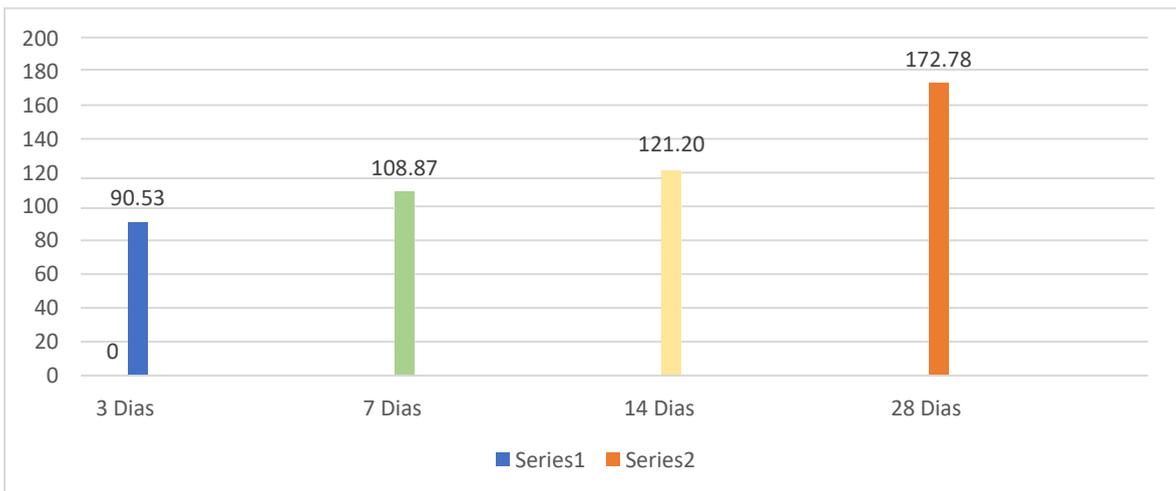


Fig. 34. Días de curado al 8 % de adición de carbón

Nota: se demuestra en la figura n°33 su resistencia requerida a los 3, 7, 14, y 28 días alcanzar su máxima promedio adicionando como aditivo cenizo de carbón en pequeños porcentajes mínimo.

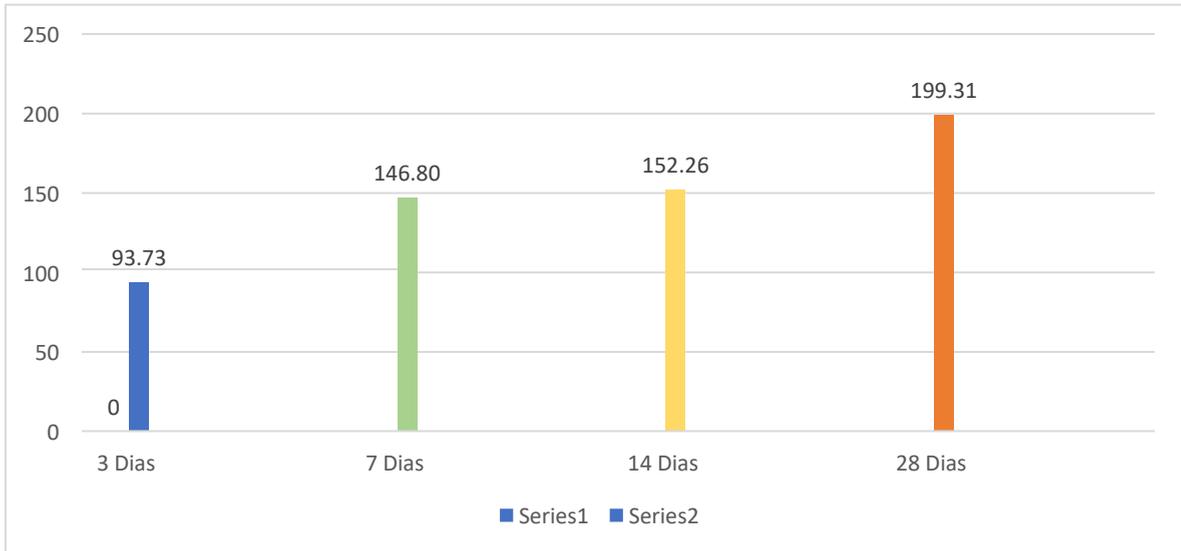


Fig. 35. Días de curado al 12 % de adición de carbón

Nota: como se aprecia la figura n°34 los días de curado a los 28 días con adición al 8% en ceniza de carbón alcanzando un promedio de 172.78 a diferencia en la figura x con acción al 12% de carbón alcanzando un promedio de 199.31 a los 28 días de curado.

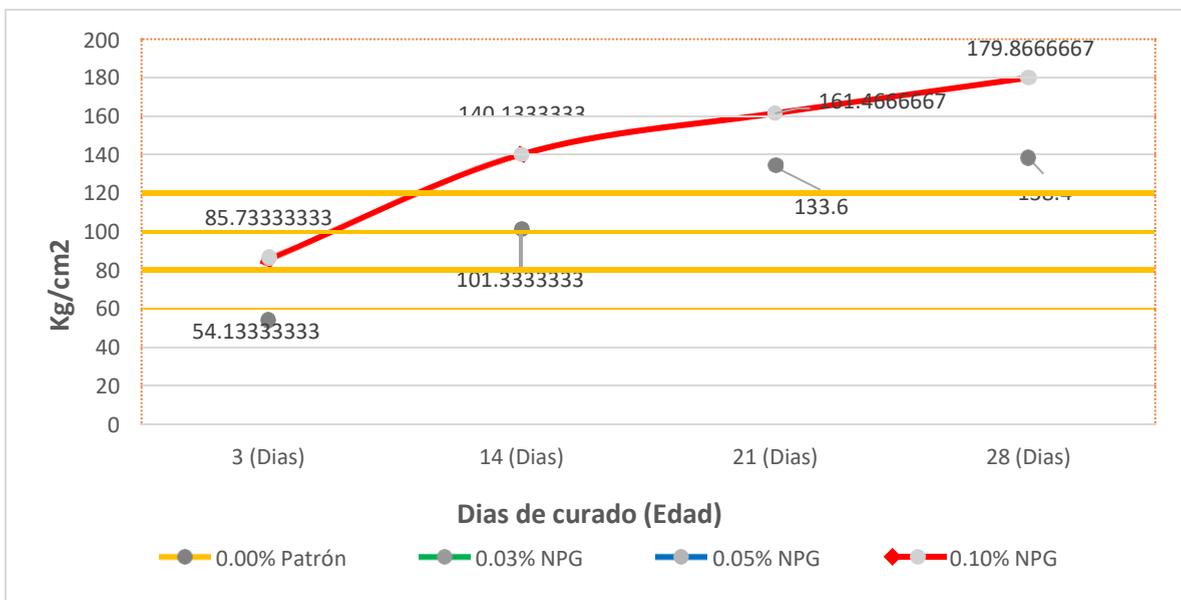


Fig. 36. Resistencia a compresión con mortero patrón al 12% de ceniza de carbón (sincurar)

Nota: se aprecia en la figura n° 35 los días determinados desde el día 3, 14, 21 y 28 días sin curar, en lo cual determina un valor elevado.

demostrando su resistencia requerida a los 3, 7, 14, y 28 días alcanzar su máxima promedio adicionando como aditivo fibra de acero en pequeños porcentajes mínimo.

Referente al porcentaje de adición que arrojos mejor resultados en diseño de mezcla en el mortero

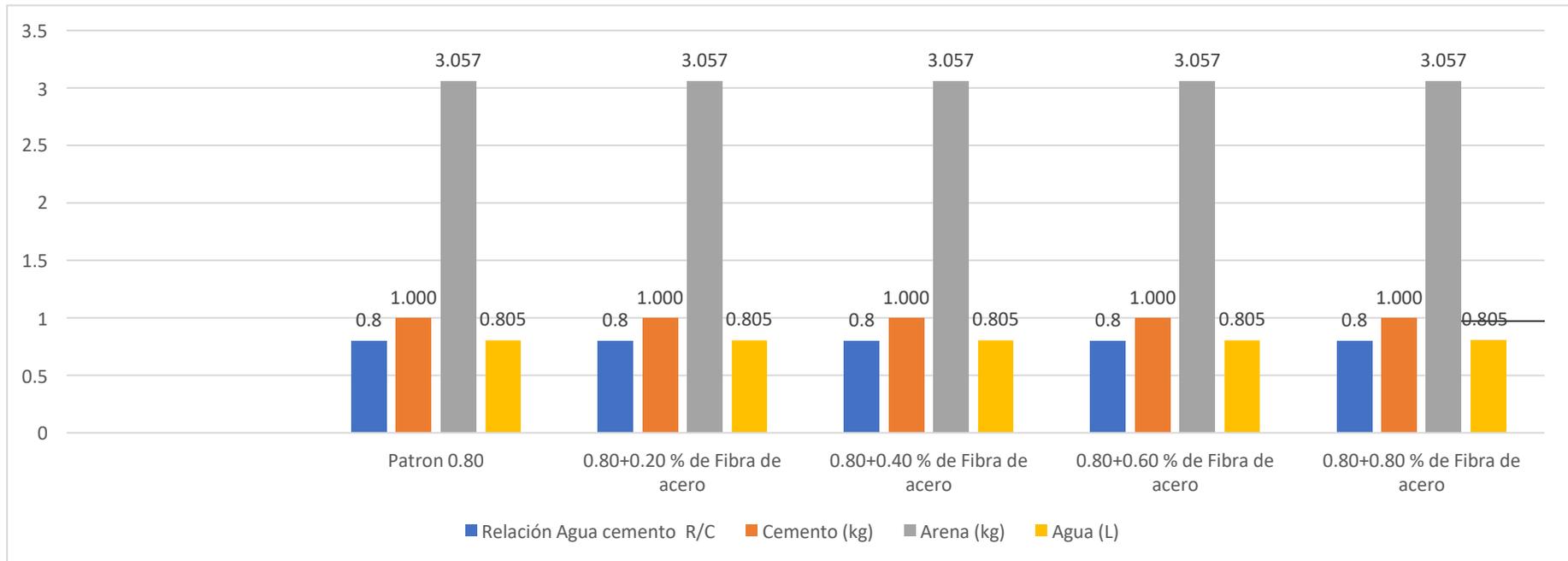


Fig. 37. Relación agua/ cemento más arena

Nota: Como se muestra en la figura n° 36 el patrón 0.80 en relación de agua /cemento, podemos apreciar el patrón más el 0.20% en fibra de acero un resultado categórico y así sucesivamente dependiendo los porcentajes que se añaden como aditivo aglomerante en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.

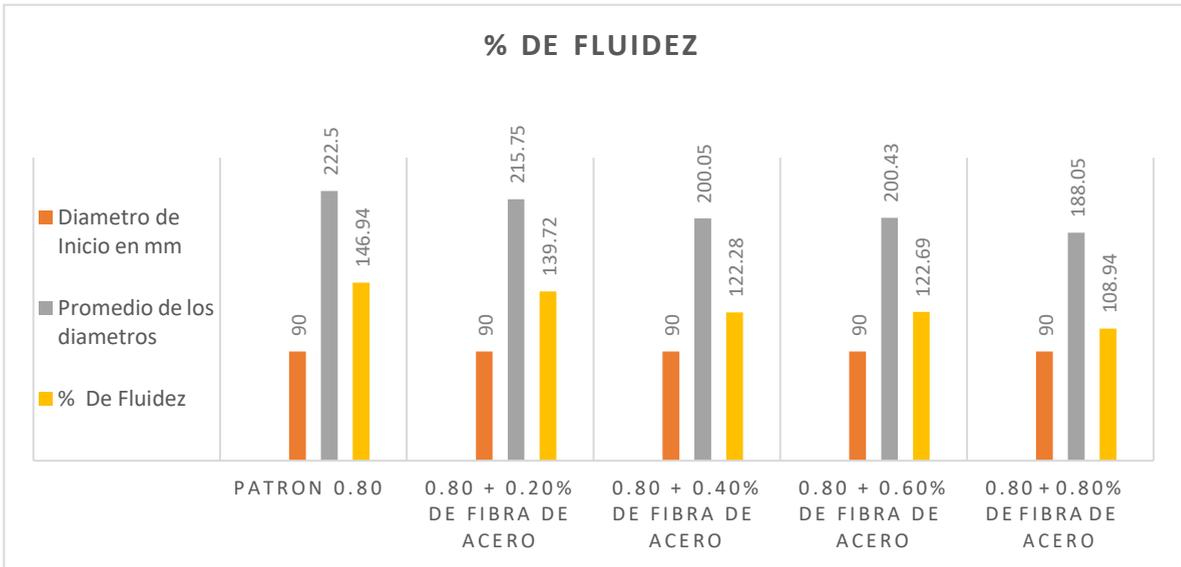


Fig. 38. Porcentaje de fluidez con fibras de acero

Nota: Como se aprecia en la figura 37 desde el patrón con base a 0.80 el porcentaje de fluidez en gran incremento a un promedio de 222.5 a diferencia de los demás resultados descendentes a mayores porcentajes de adición tiende a bajar la fluidez esto nos da como resultado una fluidez humedad con fines de mortero de albañilería.

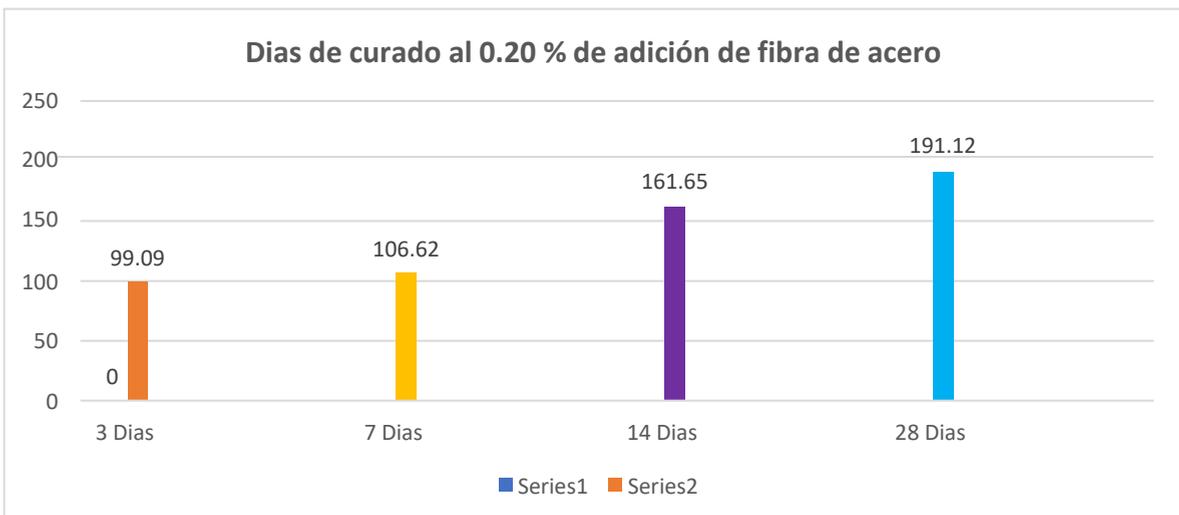


Fig. 39. Adición de fibra de acero al 0.20% (días de curado)

Nota: se aprecia en la figura n° 38 demostrando su resistencia requerida a los 3, 7, 14, y 28 días alcanzar su máxima promedio adicionando como aditivo fibra

de acero en pequeños porcentajes mínimo.

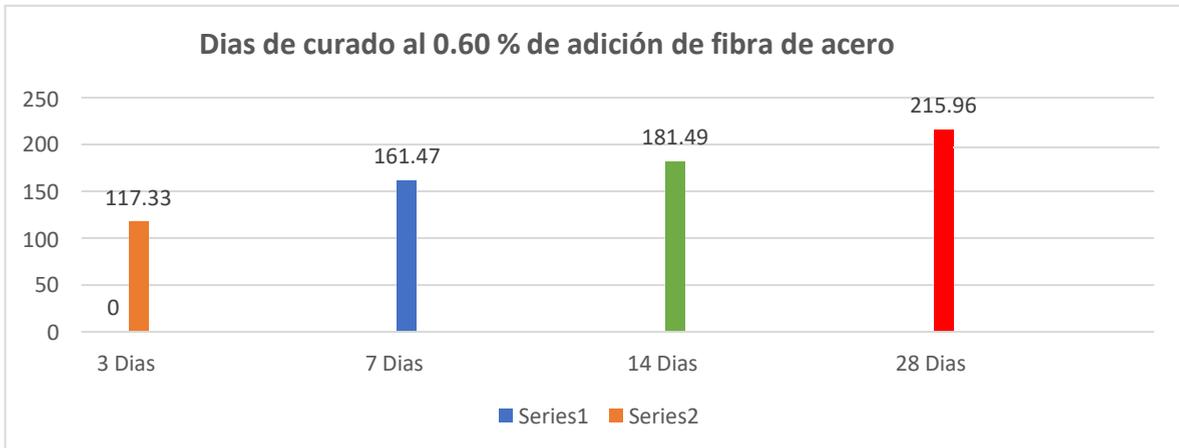


Fig. 40. Adición de fibra de acero al 0.60% (días de curado)

Nota: como se aprecia la figura n°39 los días de curado a los 28 días con adición al 0.20% En fibra de acero alcanzando un promedio de 191.12 a diferencia en la figura x con acción al 0.60 % de fibra de acero alcanzando un promedio de 215.96a los 28 días de curado.

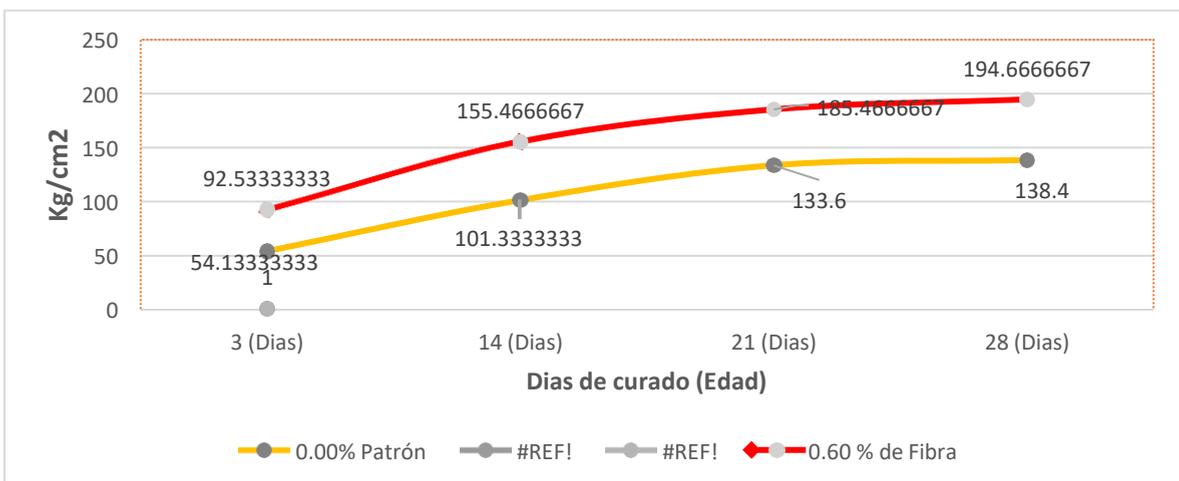


Fig. 41. Adición de fibra de acero al 0.60% (sin curado)

Nota: se aprecia en la figura n°40 los días determinados desde el día 3, 14, 21 y 28 días sin curar, en lo cual determina un valor elevado.

3.2. Discusión

Concerniente a las propiedades físicas que tiene la ceniza de carbón, detallada en la figura n° 16 y figura n°17 mencionan la calcinación a diferentes temperaturas en lo que define color, textura y partículas circulares es por ello que si analizamos lo que menciona [1] hace referencia sobre el análisis químico de la ceniza en diferentes temperaturas efectuada ya que las industrias están generando componentes principales de emisiones de CO₂, , proveniente de la combustión del carbón y barreras de cloruro que consiste en un mortero de alta conductividad, gracias a las adiciones de carbón en lo cual se utiliza fibras recicladas, para trabajarlo como mortero, esto queda demostrado que en 0,3 – 3% carbón fibra por volumen dando resultados categóricos con el único propósito de mejorar su resistencia a compresión y flexión has un 30% en peso de remplazo al cemento, esto implica que si está de acuerdo con lo investigado, ya que aumentando de temperaturas la ceniza de carbón pierde material puzolánico rico en sílice, es por ello que si mencionamos a [2] respalda también la propuesta de investigación ya que estos materiales ecológicos y reciclados están construyendo la imaginación necesaria que conducen en el ámbito constructivo, dando así que los especímenes de mortero con un diseño de mezcla en la que el cemento y la arena se remplaza parcialmente con ceniza de carbón con una sola capa de 10mm, la perdida mínima por reflexión superó los 25,73dB con un ancho de banda efectivo de 0.39GHz, gracias a su altas temperaturas que generan y proporcionan como aditivo aglomerante al mortero por su textura y aspecto cementante, es por ello que está de acuerdo con lo dicho.

Se hace mención en el aspecto químico como denota en la figura n°18 hace mención sobre las propiedades que ofrece esta cenizas al ser procesada mediante

laboratorios químicos con el objetivo de hallar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ para ser incluida al diseño de mezcla al mortero, es por ello que si se hace referencia [3] y sus colaboradores describen que cimentados de cemento reforzado con cenizas naturales para que proporcione el refuerzo al concreto y pueda mejorar muchas de las características mecánicas proporcionadas a la ceniza, esto conlleva en gran medida el aporte en lo investigado ya que por ser un material reciclaje genera un gran aumento en resistencia a la compresión, tracción y flexión dependiendo de su alto grado de temperatura en composición, por lo dicho también por [4] afirman lo mencionado párrafos anteriores ya que al diseñar un mortero para albañilería incorporando residuo de carbón en polvo y fibras de acero a temperaturas de calcinación elevadas donde se utilizó un contenido de 5 niveles (0.0, 0.25, 0.5, 0.75, y 1.0%) en un volumen total de 1,0% en gran volumen, mostrando porcentajes de 0.75% de SF y 0.25% de CF dando como resultados en muestra Hy FRCM un efecto sinérgico de híbrido reforzado con fibras, se obtuvo la mayor tenacidad a la flexión da un óptima fibra de combinación para mejorar la tenacidad y la capacidad de absorción de energía, dando así que si está de acuerdo con lo mencionado por los autores anteriores, porque si se analiza la figura n° 19 se muestra resultados de ceniza a temperatura 850°C detallando si un 2.14 contiene humedad, 3.8% pérdida de calcinación, 47.96% contiene óxido de silicio (SiO_2), 14.95% contiene óxido de aluminio (Al_2O_3), 4.15% contiene óxido de hierro (Fe_2O_3), 11.61% contiene Cal quemada (CaO), 1.2 contiene óxido de magnesio y contiene 66.78 de óxidos combinados, referente a este aporte se refiere [5] menciona el efecto no deseado en el aumento de la producción industrial, Desde una perspectiva estadística, es decir que la industria de la construcción representa el 50% del consumo energético y el 50% y de los recursos naturales demostrando así que a mayor calcinación se

obtendrá propiedades rico en sílice y óxidos que conlleva a un gran aporte en la construcción, por lo tanto respalda a lo investigado anteriormente.

Se analiza los resultados en la figura n° 19 y fugura n°20 Según el análisis físico químico de las cenizas de carbón se determinó que las muestras CNZ-01 a 850° C y CNZ-02 a 900° C arrojaron los mejores resultados para la aplicación de la ceniza de carbón como aditivo aglomerante en las propiedades mecánicas del mortero de albañileríacabe recalcar que [7] determina lo hablado anteriormente respaldando su investigación titulada es por ello que su único aporte es que la resistencia a compresión y el desarrollo microestructural del mortero de geo polímero de cenizas volantes rico en hierro que emplea una variedad de proporciones de activador de hidróxido de sodio/silicato de sodio. se evalúa dosis de Na₂O de 7,5, 10 y 15% con un módulo alcalino (AM) que oscila entre 1,00 y 1,875 e identifica el rendimiento óptimo.

Feng y sus colaboradores hacen referencia a los materiales cementosos se incorporaron varios tipos de fibras como refuerzos, lo que se conoce como efecto híbrido. el mortero de cemento de fosfato de magnesio varió entre un 7,6 y un 8,8% con el uso híbrido de fibras MSF y PP, mientras que la resistencia a la flexión y la tenacidad aumentaron entre un 13,7 y un 23,1 % y entre un 1,6 y un 45,9 %, respectivamente [73], por otro lado en la India, el calentamiento globales difundido por el CO₂ a la atmósfera, cooperando el 65% de cementos de la industria, incorporan el manejo de materiales cementantes adicionales como humo sílice, escoria granulada de alto horno y el incremento opcional al cemento Portland [6] es por ello que esta investigación titulada influencia de la cenizade carbón en diferentes propiedades mecánicas del mortero de albañilería genera un gran aporte en la

actualidad por la investigación exhaustiva que muestra en los resultados categóricos que describe la tabla n° 19 y tabla n° 20 en temas de óxidos de fibra de acero para diseño de mezcla, arrojando un buen resultado para tema de mezclado es por ello si se revisa [8] hace mención de la demanda de producción de cemento ha aumentado y se emite el 8% del dióxido de carbono mundial, el diseño y la aplicación de morteros reforzados con fibras de plástico mediante la comparación de las propiedades de adherencia para una variedad de tipos de plásticos no reciclados, típicamente de bajo valor. el diseño y la aplicación de morteros reforzados con plástico mediante la comparación de las propiedades de adherencia para una variedad de tipos de plásticos no reciclados, típicamente de bajo valor, estando de acuerdo con lo mencionado en la investigación, se refiere también [9] nos habla de las propiedades mecánicas que ofrecen esta mezcla para hallar su durabilidad y microestructura, donde se mostró un elevado nivel de remplazo de LKD al 5% y 10%, concluyendo que si mejora su rendimiento mecánico a un 30% de durabilidad de mortero activado con álcalis en un 50% como muestra óptimo, en términos generales apoya esta investigación ya que se trata de residuos de reciclaje que aportan un aumento a la resistencia requerida.

Se muestra los resultados granulométricos en la figura n°25 y figura n°26 se analiza que la distribución granulométrica entre los parámetros establecidos según la normatécnica peruana 400.012 (2021), el módulo de fineza calculada debe de estar entre el rango de 1.6 a 2.5, es por ello que se utilizó este agregado fino para los ensayos correspondientes, por lo tanto [24] hace mención que los aditivos aglomerante de otra calidad baja la resistencia es por ello están evaluando la ceniza como aditivo primordial ya que su forma es de granos finos que está compuesto por silicatos, aluminio, que para reemplazar el cemento se determinó 2 tipos de

materiales como el 12% de concha de abanico y 36% de arcilla activada, con el objetivo que el mortero cumpla su resistencia optima y realizar la comparación de la resistencia y absorción del mortero patrón por lo cual avala lo investigado ya que se trata de unos materiales de reciclaje que genera un aporte en la rama de la ingeniería es por ello que [10] y colaboradores viene trabajando en el Perú nuevas tecnologías en el campo de la construcción nos han impulsado a desarrollar desde estructuras construidas con adobe como casas y monumentos hasta nuevas edificaciones de concreto y edificaciones existentes ya que se habla de este nuevo material que complementa o sustituya a los materiales de hormigón aportando así nuevas alternativas.

Referente a los resultados que muestra la figura n° 27 el ensayo de Absorción la cual muestra resultados elevados, donde efectivamente genera un buen resultado optimo, según [13] reafirma y está de acuerdo con lo investigado ya que con la elaboración de 525 muestras de mortero patrón de cemento, arena y agua potable para determinar el mejor mortero modificado utilizado en albañilería y revoques; respecto al peso del cemento es sustituido con un 5%, 10% y 15% de cenizas de cáscara de arroz, de las proporciones 1:3.5, 1:4, 1:5, 1:6 con las 462 muestras obtenidas se consiguió las mejores resistencias en sustitución ahorrando un S/ 0.17 por m² de muro en comparación al convencional y 5% de adición en ceniza en base al mortero patrón de un 10%, siendo los parámetros clasificados según la norma E 0.70 de albañilería y la NTP 399.613 en la figura N° 28 en el ensayo de succión, el objetivo es hacer contacto el ladrillo para adherirse con el agua, cuando entren en contacto estos dos con mortero y ladrillo este ensayo es muy importante para determinar la marca del ladrillo InkaForte mostrando un resultado optimo en la resistencia adecuada para ser trabajado en esta

investigación, por lo tanto [12] y colaboradores realizaron un estudio para mejorar las propiedades puzolánicas en una molienda la cual mejora las propiedades puzolánicas, realizando el análisis del ladrillo King Kong, el tipo de cemento y el agregado fino procediéndose a fabricar mortero con relación 1:4 para las dosificaciones de control según la norma técnica peruana en sustituciones con porcentaje de 2%, 4%, y 6%, para realizar la clasificación del tipo de ladrillo y la comparación se realizaron los ensayos respectivos, puesto a ello es viable y favorable tanto para el medio ambiente y de manera económica, pero si se analiza la figura n° 32 y la figura n°33 hace mención al mortero patrón con adición de carbón y fibra de acero un aumento en los porcentajes ya que en estado natural obtiene un 95.00% en mortero con adición de 13% de carbón aumenta hasta un

109.00 % y con fibra de acero en mortero aumenta con adición al 0.70 aumenta un 113.00%, generando así un índice de aumento con estos 2 aditivos aglomerante, cabe recalcar que [14] refiere que si está en acuerdo con la investigación efectuada ya que se trató lo mismo ensayos determinando diferente aditivo como el vidrio. El diseño de un mortero de albañilería sustituyendo el agregado fino por vidrio triturado con porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% con dosificaciones de 1:3.5, 1:4, 1:5, 1:6, realizando un ensayo en 7, 14, 21 y 28 días, la cual se evaluó propiedades de resistencia a la compresión y flexión y fluidez del mortero. Se concluyó el vidrio triturado influye de gran manera en las propiedades del mortero generando un aporte en la construcción.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El residuo cenizo de carbón con temperatura de 850°C es el mejor tiempo de calcinado ya que arroja una alta composición en $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ con un valor puzolánico de 66.78 % con aspecto y textura tipo cementante para ser incluida en diseño de mezcla para mortero de albañilería.

La ceniza de carbón a temperatura 900°C influye positivamente ya que por sus componentes rico en sílice de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ proporcionando un valor estimado de 70.25% el mejor valor de las 4 muestras analizadas químicamente, para ser utilizado en el ámbito de la construcción.

La fibra de acero proporciona un gran aumento a la resistencia en el mortero gracias a sus derivados químicos que este ofrece como elementos de magnesio al 1.56% dando así un aporte como aditivo aglomerante para el diseño.

La ceniza de carbón adicionando un 12% como aditivo aglomerante a los 28 días de curado alcanza un buen promedio de 199.31 kg/cm² generando así una gran resistencia obtenida.

con adición al 0.60 % de fibra de acero alcanzando un promedio de 215.96 kg/cm² a los 28 días de curado.

Se cumple lo requerido con este aditivo cenizo de carbón y fibra de acero se detalla el porcentaje de vacíos a un 28.31% con tipo de ladrillo V, en absorción cumple un aumento de 10.40%, en succión con ladrillos inkaforte alcanzo un porcentaje del 31.36%, generando así resultados de alabeo en 1.7mm, esto conlleva a tener una mejor resistencia requerida.

En cuanto a la resistencia a la compresión del mortero hay un aumento en los porcentajes a estado natural se obtiene un 95.00% y con adición de 13% de carbónaumenta hasta un 109.00 % y con fibra de acero en mortero con adición de 0.70 aumenta un 113.00%, generando así un índice de comparación de aumento con estos 2 aditivos aglomerante para el diseño alcanzando resistencias superiores notables en comparación con el mortero patrón de referencia en todas las dosificaciones

El mortero elaborado con prismas sustituido por el agregado fino con 13% de ceniza de carbón, presentan mejores comportamientos ante las cargas de compresión axial, ya que por medio de los ensayos queda demostrado, que los primas confeccionados con mortero con sustitución presentan mayor resistencia que los primas confeccionados con mortero patrón.

4.2. Recomendaciones

Realizar una exhaustiva clasificación de ceniza de carbón ya que algunas muestras vienen contaminadas esto ayudara en gran parte a eliminar impurezas que impiden la homogenización del material antes de incluir al diseño de mortero a tratar.

Utilizar ceniza de carbón en porcentajes adecuados para así generar un buen diseño de mortero de albañilería, esto nos llevará a un excelente proceso constructivo, siguiendo al pie de la letra con la norma técnica peruana.

Seleccionar el mismo diámetro de fibra de acero ya que al pasar en los procesos químicos para determinar sus óxidos esto conllevará a tener una adecuada resistencia antes de incluir al mortero.

Utilizar solo 13% de ceniza de carbón a temperatura de 900°C ya que con ese tipo de calcinación genera un buen material puzolánico en $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ con un valor de 109.00% a diferencia con mortero patrón.

Utilizar solo 0.70% de adición de fibra de acero esto nos dará un aumento de 113.00% para tener un buen diseño de mezcla en el mortero.

Tener prudencia al realizar este tipo de ensayo ya que el mortero tiene agentes químicos causando deterioro en las manos si no se tiene en cuenta las medidas de seguridad antes de aplicar

Tener en cuenta el tiempo de aplicar ya que el mortero tiende a secarse perdiendo su resistencia inicial.

REFERENCIAS

- [1] J. Orlowsky, J. Harnisch, A. Kunz, K. Fache, A. Faulhaber and T. Büttner, "MORTERO CON RECICLADO CARBÓN FIBRAS COMO BARRERA DE CLORURO ACTIVO PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO," Simposio fib, pp. 685 - 694, 2022.
- [2] H. Li, H. Chen, M. Wei, R. Wang and N. Lei, "Diseño y preparación de materiales absorbentes de ondas electromagnéticas a base de cemento de relaves de mineral de hierro de doble capa que contienen carbón negro y acero fibra," Construction and Building Materials, vol. 364, p. 129972, 2023.
- [3] A. Hassan, S. Galal, A. Hassan and A. Salman, "Utilización de carbón nanotubos y acero fibras para mejorar las propiedades mecánicas del pavimento de hormigón," Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences, vol. 11, no. 1, p. 23148535, 2022.
- [4] J.-G. Park, D.-J. Seo and G.-H. Heo, "Resistencia al impacto y propiedades de rendimiento a la flexión del mortero de cemento híbrido reforzado con fibra que contiene acero y carbón fibras," Applied Sciences (Suiza), vol. 12, p. 9439, 2022.
- [5] T. Li, F. Shi, X. Liu, X. Lian, J. Zhang, Z. Zhu, Y. Hu, D. Wang and T. Bao, "Evolución de las propiedades mecánicas y de la microestructura del mortero reforzado con fibras de ultra alta resistencia con arena del desierto," Advances in Transdisciplinary Engineering, vol. 23, no. 183365, pp. 972 - 978, 2022.
- [6] R. G. Hathi, S. B. Sreenivas and S. D. Rama, "Experimental evaluation of the compressive strength of fiber reinforced geopolymer concrete (FRGPC)," International Journal of Civil Engineering and Technology, vol. 9, no. 12, pp. 1162 - 1173, 2018.
- [7] Y. Patrisia, D. Ley, C. Gunasekara and A. Wardhono, "El papel de la dosificación de

Na 2 O en el mortero de geopolímero de cenizas volantes rico en hierro," Archivos de Ingeniería Civil y Mecánica, vol. 22, no. 4, p. 181, 2022.

- [8] M. Espinal, S. Kane, C. Ryan, A. Phillips and C. Heveran, "Evaluación de las propiedades de unión entre fibras plásticas de bajo valor tratadas con precipitación de carbonato de calcio inducida microbianamente y mortero de cemento," Construcción y Materiales de Construcción, vol. 357, p. 129331, 2022.
- [9] C. Chee Ban, b. Leng Ee, M. Ramli, H. Bin Md Akil and K. Hung Mo, "Propiedades y microestructura del mortero de cenizas volantes y escoria activada con polvo de horno de cal," Construcción y Materiales de Construcción, vol. 347, no. 128518, p. 09500618, 2022.
- [10] J. J. Díaz Alayo and J. S. Rodríguez Reyna, "Mejoramiento de la resistencia de un concreto FC 210 kg/cm², sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de talambo en la ciudad de Chepén - la libertad," 2019.
- [11] D. E. Ibañez Cruz, "Resistencia de mortero sustituyendo al cemento por la combinación de 12% de polvo de concha de coquina y 36% de cenizas de cola de caballo," 2018.
- [12] G. E. Gonzales Esquen, "Elaboración del mortero seco usando ceniza de bagazo de caña para determinar la resistencia a compresión en muros de albañilería," Pimentel, 2020.
- [13] C. S. Ramos Fernández, "DISEÑO DE MORTERO EMPLEANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ," Pimentel, 2019.
- [14] S. Y. Mendoza Díaz, "DISEÑO DE MORTERO PARA ALBAÑILERÍA INCORPORANDO VIDRIO RECICLADO TRITURADO," Pimentel, 2020.
- [15] H. D. Miller, A. Akbarnezhad, S. Mesgari and S. J. Foster, "Efectos del tratamiento con silano sobre la unión entre las fibras de acero y el mortero," Magazine of Concrete Research, vol. 74, pp. 528 - 540, 2022.

- [16] G.-H. Heo, J.-G. Park, D.-J. Seo and S.-G. Koh, "Efectos sobre las propiedades mecánicas y la conductividad eléctrica del mortero de cemento que contiene fibras de carbono y acero," *Journal of the Korea Concrete Institute*, vol. 34, no. 2, pp. 191 - 201, 2022.
- [17] H. Zeng, G. Sang, X. Du, Y. Zhang, X. Cui and L. Zhang, "Investigación sobre la influencia de la fibra fina de acero y la fibra de carbono en las propiedades termomecánicas de morteros de almacenamiento de energía térmica a base de cemento," *Interfaces compuestas*, vol. 29, pp. 713 - 727, 2022.
- [18] M. Monazami and R. Gupta, "Efecto de la edad de curado en la respuesta de extracción de carbono, acero y fibra sintética incrustada en una matriz de mortero cementoso," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 34, no. 10, p. 04022275, 2022.
- [19] M. Pavlíková, L. Zemanová, J. Pokorný, M. Záleská, O. Jankovský, M. Lojka and Z. Pavlík, "Influencia de la mezcla de cenizas de biomasa de madera en las propiedades estructurales, mecánicas, higiénicas y térmicas de los morteros de cal aérea," *Materials*, vol. 12, no. 14, p. 2227, 2019.
- [20] E. Yusslee and B. S., "El potencial de los materiales monoccomponentes activados por álcalis (AAM) como mortero para parches de hormigón," *Informes científicos*, vol. 12, no. 1, p. 15902, 2022.
- [21] V. L. A. Zavaleta, "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 2%, 3% Y 5% DE CENIZA VOLANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2019," 2022.
- [22] J. C. Saldaña Cabanillas, "Resistencia a la compresión y permeabilidadde mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20% por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz," 2018.
- [23] P. L. Silva Reyes, "Resistencia de mortero $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento

en 15% por ceniza de material no maderable de Schimus Molle L," 2018.

- [24] C. A. Lozano Romero, "Resistencia a la compresión y absorción de un mortero sustituyendo el cemento por 36% de arcilla activada de Acopampa-Carhuaz y 12% de concha de abanico," CHIMBOTE, 2018.
- [25] O. N. García Calderón, "Evaluación de propiedades mecánicas en muros de albañilería adicionando limaduras de acero al mortero convencional," Pimentel, 2020.
- [26] J. A. Cruz Díaz, "Influencia de la incorporación del residuo inorgánico "Pulitón" en el diseño de mezcla de mortero de cemento portland tipo I," Pimentel, 2022.
- [27] S. Dai and R. B. Finkelman, "Carbón como una fuente prometedora de elementos críticos: Progreso y perspectivas futuras," Revista internacional de geología del carbón, pp. 155-164, 2018.
- [28] Z. Zhu, L. Danlong, Y. Xiaokang and Z. Haijun, "Effects of particle size on the flotation behavior of coal fly ash," PubMed, pp. 490-497, 2019.
- [29] B. Nurul, W. Haziman, N. Jamaludin and R. Putra, "A Review: The Effect of Grinded Coal Bottom Ash on Concrete," MATEC Web of Conferences, vol. 103, pp. 1-8, 2017.
- [30] J. Alam, K. Y. Virendra, K. Y. Kumar, C.-P. Marina MS, N. Tavker, C. Nisha, K. S. Arun, A. A. Fekri Abdulraque, A. Mansour and A. H. Ali, "Recent advances in methods for the recovery of carbon nanominerals and polyaromatic hydrocarbons from coal fly ash and their emerging applications," Crystals, vol. 11, no. 2, pp. 1-24, 2021.
- [31] R. Kaur and G. D., "Mineralogical comparison of coal fly ash with soil for use in agriculture," Journal of Material Cycles and Waste Management, vol. 18, pp. 186-200, 2016.
- [32] A. Antoni, A. K. Widiyanto, J. L. Wiranegara and D. Hardjito, "Consistency of fly ash

quality for making high volume fly ash concrete," *Jurnal Teknologi*, vol. 79, no. 72, pp. 13-20, 2017.

- [33] P. Nuaklong, A. Wongsas, K. Boonserm, C. Ngohpok, P. Jongvivatsakul, V. Sata, P. Sukontasukkul and P. Chindaprasirt, "Enhancement of mechanical properties of fly ash geopolymer containing fine recycled concrete aggregate with micro carbon fiber," *Journal of Building Engineering*, vol. 41, pp. 102-103, 2021.
- [34] M. .. Howladar and I. Mir Raisul, "A study on physico-chemical properties and uses of coal ash of Barapukuria Coal Fired Thermal Power Plant, Dinajpur, for environmental sustainability," *Energy, Ecology and Environment*, vol. 1, no. 4, pp. 233-247, 2016.
- [35] K. Nakamura, Y. Inoue and T. Komai, "Consideration of strength development by three-dimensional visualization of porosity distribution in coal fly ash concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 35, pp. 101-108, 2021.
- [36] A. E. Huamani Quispe, "Efecto de vidrio reciclado y cenizas volantes de carbón en la estabilización de suelos arcillosos, Las Palmeras - Puente Piedra," Lima, 2020.
- [37] M. Zhang and M. Deng, "Comportamiento a la tracción de materiales compuestos reforzados con textiles hechos de hormigón reforzado con fibras de alta ductilidad y carbón textiles," *Journal of Building Engineering*, vol. 57, p. 104824, 2022.
- [38] C. A. Miranda Centeno and M. E. Rado Moreno, "Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac.," 2019.
- [39] Tasayco Munayco, Marycielo, "Evaluación de las propiedades del concreto reforzado ($f'c=210$ kg/cm²) con fibra de caña de azúcar y desecho del fruto de coco en una edificación, Puente Piedra, Lima 2019," 2020.
- [40] R. M. Coral Regalado, "Estudio de las propiedades del concreto con inclusión de fibras naturales de Agave Sisal usando cemento Portland tipo I," 2019.

- [41] C. Yuan, y. cai, q. gu and d. cantó, "Investigación sobre Mortero de Cemento Modificado de Altas Prestaciones de Edificios Prefabricados Basado en Ensayo Ortogonal," *Revista Internacional de Estructuras y Materiales de Concreto*, vol. 16, no. 50, p. 19760485, 2022.
- [42] A. M. BT and R. Dandautiya, "Características de Durabilidad de Arena de Mar en Mortero de Cemento para la Construcción," *Apuntes de clase en ingeniería civil*, vol. 277, no. 284249, pp. 505 - 512, 2021.
- [43] N. T. E.070, "ALBAÑILERÍA," 2019. [Online]. Available: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>.
- [44] Yusslee, Eddy; S., Beskhyroun, "El potencial de los materiales monocomponentes activados por álcalis (AAM) como mortero para parches de hormigón," *Informes científicos*, vol. 12, no. 1, p. 20452322, 2022.
- [45] A. Abdala and A. Salih Mohamed, "Modelos sustitutos para predecir la resistencia a la compresión a largo plazo del mortero a base de cemento modificado con cenizas volantes," *Archivos de métodos computacionales en ingeniería*, vol. 29, no. 6, pp. 4187 - 4212, 2022.
- [46] L. Bostanci, "Efecto de un bajo contenido de inclusión de caucho residual en la estructura porosa y propiedades de aislamiento térmico de morteros híbridos de escoria," *Investigación en Ciencias Ambientales y Contaminación*, vol. 29, no. 48, pp. 73382 - 73400, 2022.
- [47] M. A. Haque, B. Chen and S. Li, "Comportamientos y mecanismos de resistencia al agua de los morteros de cemento de fosfato de magnesio que contienen cenizas volantes y humo de sílice.," *Revista de producción más limpia*, vol. 369, p. 133347, 2022.
- [48] S. Yu, J. Sanjayán and H. Du, "Efectos de las características del mortero de cemento en la impresión 3D de hormigón en lecho de áridos," *Fabricación aditiva*,

vol. 58, p. 103024, 2022.

- [49] K. Aghaee and K. H. Jayat, "Beneficios y desventajas del uso de múltiples estrategias de mitigación de la contracción en el desempeño del mortero reforzado con fibra," *Compuestos de cemento y hormigón*, vol. 133, p. 104714, 2022.
- [50] C. K. Loke, B. Lehane, F. Aslani, S. Majhi and A. Mukherjee, "Evaluación No Destructiva de Mortero con Cemento Mezclado con Escoria de Alto Horno Granulado Molido Usando Velocidad de Pulso Ultrasónico," *Materiales*, vol. 15, no. 19, p. 6957, 2022.
- [51] J. David Osorio, «¿CÓMO SE EVALÚA LA CALIDAD DE UN MORTERO?,» 360 EN CONCRETO, 2022.
- [52] J. Díaz-Basteris, B. Menéndez, J. Reyes and J. C. Sacramento Rivero, "Método de Selección de Morteros de Restauración Utilizando Criterios de Sostenibilidad y Compatibilidad," *Geociencias (Suiza)*, vol. 12, p. 362, 2022.
- [53] Aghaee, Kamran; Jayat, Kamal H., "Beneficios y desventajas del uso de múltiples estrategias de mitigación de la contracción en el desempeño del mortero reforzado con fibra," *Compuestos de cemento y hormigón*, vol. 133, p. 104714, 2022.
- [54] A. Kan, M. Haq and T. Naqvi, "Hacia la mejora de las propiedades del hormigón mezclado con sílice," *Apuntes de clase en ingeniería civil*, vol. 269, no. 284689, pp. 707 - 717, 2022.
- [55] J. Sidhu and P. Kumar, "Concreto hidrofóbico: una revisión," *Apuntes de clase en ingeniería civil*, vol. 269, no. 284689, pp. 291 - 302, 2022.
- [56] S. Carbajal Baldarrago, "Cemento y tipos," 2016.
- [57] IECA, "COMPONENTES Y PROPIEDADES DEL CEMENTO," 2017. [Online]. Available: <https://www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento/>.
- [58] Nasert, "Tipos de cementos Portland," 2022. [Online]. Available:

<https://www.nasert.com/tipos-de-cementos-portland>.

- [59] G. Belito Huamani and F. Paucar Chanca, "Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto," 2018.
- [60] M. Tasayco Munayco, "Evaluación de las propiedades del concreto reforzado ($f'c=210$ kg/cm²) con fibra de caña de azúcar y desecho del fruto de coco en una edificación, Puente Piedra, Lima 2019," 2020.
- [61] F. M. Evaristo Alberto, "Resistencia de concreto $f_c=210$ kg/cm² con adición de ceniza de viruta de madera- Huaraz - 2017," 2018.
- [62] B. A. Mollo Escalante and J. L. Rosas Lipa, "Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm²," 2019.
- [63] E. Ayuque Gomez, "Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica," 2019.
- [64] D. D. Castro Gallardo and J. J. Alfaro Pérez, "Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del concreto de resistencias $F'C= 210, 280, 350$ kg/cm² sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo," 2019.
- [65] M. V. Mariluz Pajuelo and J. J. Ulloa Ponce, "Uso de las cenizas volantes de carbón excedentes de la central termoeléctrica Ilo21 – moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura," 2018.
- [66] E. Rimay Vasquez, "Diseño de concreto fibroreforzado de $f'c=250$ kg/cm² con fibra vegetal en la ciudad de Jaen," 2017.
- [67] R. J. Yapuchura Platero, "Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna.," 2019.
- [68] P. Li, W. Lu, X. An, L. Zhou, X. Han, S. Du and C. Wang, "Estudio experimental y

modelo analítico de la estructura porosa de morteros modificados con látex epoxi,"
Informes científicos, vol. 12, no. 1, p. 5822, 2022.

[69] Noticia, "El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal," 29 6 2020.

[Online]. Available: <https://www.servosis.com/noticias/el-modulo-de-young-o-modulo-de-elasticidad-longitudinal-38>.

[70] S. Fernando, C. Gunasekara, D. W. Ley, N. MCM, S. Setunge and R. Dissanayake, "Desarrollo de ladrillos activados con álcali a base de cenizas volantes combinadas con cenizas de cáscara de arroz: una alternativa sostenible al ladrillo de cemento Portland," Apuntes de clase en ingeniería civil, vol. 266, no. 284369, pp. 643 - 653, 2021.

[71] N. d. E. Reglamento, "NORMA E.070 - ALBAÑILERÍA," 2017. [Online]. Available: <https://ingenieriacivilysureglamento.blogspot.com/2017/>.

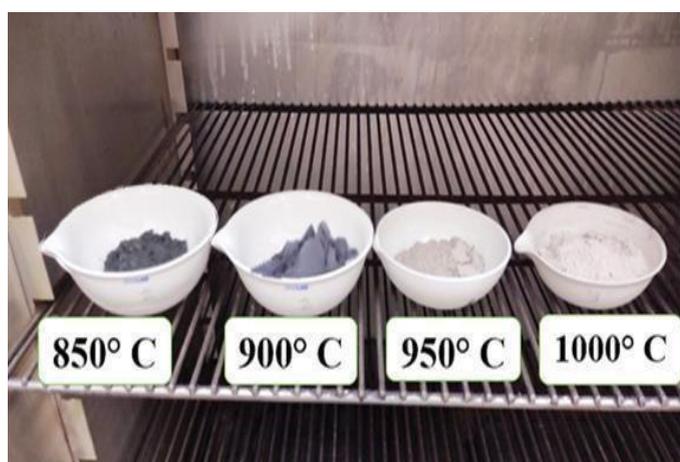
[72] R. Hernández Sampieri, «Metodología de la investigación,» Sexta edición, Mexico, 2018.

[73] H. Feng, Q. Shao, X. Yao, L. Li and C. Yuan, "Investigación del efecto híbrido de microfibras de acero y mortero de cemento de fosfato de magnesio reforzado con fibras de polipropileno," Revista Internacional de Estructuras y Materiales de Concreto, vol. 16, no. 1, p. 35, 2022.

ANEXOS

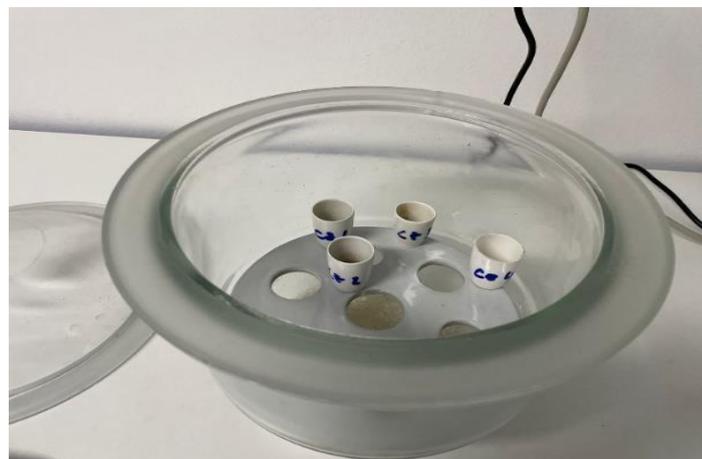
Anexo 1: Ensayos físicos - químicos de la ceniza de carbón

Secamiento de muestras de ceniza y pesado





Proceso de óxido de calcio



Anexo 2: Estudio Químico en Determinación Analíticas en Calizas

INFORME DE ENSAYO N° 635 – 2022 RIVELAB

Solicitud de servicio: 100522CNZ

Tesista:	Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel.
Título de tesis:	Influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.
Procedencia de la muestra:	Muestra proporcionada por el cliente.
Propósito de servicio:	Análisis físicos químicos.
Código de muestra:	Ceniza de carbón.
Cantidad de muestra:	01 bolsa sellada herméticamente con 200g de muestra.
Lugar de toma de muestra:	pueblo joven Cruz del Médano – Morrope – Lambayeque.
Ensayo específico:	Determinación Analíticas en Calizas

FUNDAMENTO TEORICO

Es importante conocer su composición como paso inicial de una serie de operaciones que se realizan a nivel industrial, desde la simple extracción, hasta su uso como material de agregados del cemento y derivados. Para realizar un análisis completo y de manera mas rápida, es importante partir de una misma cantidad de muestra, ($W_2 - W_1$), para simplificar la secuencia de las determinaciones posteriores.

1.DETERMINACION DE LA DENSIDAD. METODO POR PICNOMETRIA:

El presente método permite determinar la gravedad específica de la caliza, cal viva o cal hidratada (cal apagada), así como de cualquier material sólido geométrico o amorfo.

MATERIALES E INSTRUMENTOS:

- Picnómetro de 10 mL
- Mortero y malla # 200.
- Balanza analítica de sensibilidad 0,1 mg.

PROCEDIMIENTO:

1. Pesar un picnómetro de 10 mL previamente limpio y seco en balanza analítica (W_1)
2. Llenar el picnómetro con agua destilada hasta el enrase. Pesar nuevamente (W_2).
3. Pasar unos 50 g del sólido pulverizado por malla 200 (debe pasar al menos el 98%)
4. Adicionar cuidadosamente al picnómetro vacío anterior un peso apropiado de material pulverizado.
5. Rellenar cuidadosamente con agua destilada hasta el enrase asegurando que el sólido esté en la parte inferior. Pesar nuevamente en balanza analítica. (W_3)
6. Determinar la gravedad específica utilizando la relación (1).
7. Determinar la densidad del sólido utilizando la relación (2).

CALCULOS:

$$\text{Gravedad Específica (s.g.)} = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \quad (1)$$

$$\text{Densidad (g / mL)} = \text{s.g.} * (D_{H_2O}) \quad (2)$$

Donde:

P_3 = peso del picnómetro con sólido y agua, en g.

P_2 = peso del picnómetro con agua hasta el enrase, en g.

P_1 = peso del picnómetro vacío, en g

s.g. = gravedad específica

D_{H_2O} = densidad del agua a 20°C = 0,9982 g/mL

2.DETERMINACION DE LA SILICE. METODO STANDARD DEL SiO₂

El presente método presenta 2 partes bien marcadas:

- Determinar el material insoluble (incluye el SiO₂), realizando un doble ataque hasta sequedad con HCl cc, para obtener SiO₂ en forma insoluble, incluyendo además sílica libre, feldespato, etc.
- Realizar la volatilización del residuo insoluble con ácido fluorhídrico, para determinar el %SiO₂ por diferencia de pesos.

A. DETERMINACION DE INSOLUBLE TOTALES INCLUYENDO SiO₂
MATERIALES Y REACTIVOS:

- Crisol de porcelana refractaria.
- Vaso de precipitación 100 mL
- Plancha de calentamiento.
- Desecador
- Balanza analítica sensibilidad 0,1 mg
- Mufla eléctrica.
- Ácido Clorhídrico cc y diluido (1:1) y 1N
- Papel filtro sin cenizas.

PROCEDIMIENTO:

- Tomar un crisol limpio y seco y pesar en balanza analítica (W_1).
- Depositar aproximadamente 0,5 g en el crisol y pesar exactamente en balanza analítica (W_2).
- Llevar a calcinación en mufla a 950 °C durante mínimo 15 min hasta completa descomposición.
- Transferir a un vaso de 100 mL con ayuda de 10 mL de agua destilada.
- Adicionar 10 mL de HCl cc y digerir con calentamiento suave hasta completa disolución.
- Evaporar a sequedad. Dejar enfriar.
- Adicionar 20 mL de HCl 1:1 y colocar en baño maría durante 10 min.
- Filtrar en papel sin cenizas realizando lavados con pequeños volúmenes de HCl 1N caliente.
- Realizar 02 lavados con agua caliente. Conservar el papel conteniendo el residuo.
- Evaporar el filtrado hasta sequedad y adicionar 2 mL de HCl cc y 20 mL de agua destilada.
- Calentar y realizar una segunda filtración.
- Guardar los filtrados** para determinar Fe, Al, Ca y Mg.
- Colocar los 02 papeles filtro en el mismo crisol y llevar calcinación a 1000 °C por 30 min.
- Enfriar en desecador y pesar en balanza analítica (W_3). El incremento de peso es materia insoluble incluyendo el SiO₂
- Calcular la materia insoluble total según:

$$\% \text{ Materia Insoluble} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} * 100$$

$$W_2 - W_1$$

B. DETERMINACION DE LA SILICE SiO₂ INSOLUBLE

1. Adicionar al residuo calcinado anterior: 5 mL de agua destilada, 5 mL de HF y 2 gotas de H₂SO₄ cc.
2. Evaporar a sequedad en plancha y luego en mufla a 1000 °C durante 2 ó 3 min.
3. Enfriar en desecador y pesar en balanza analítica (W₄).
4. La diferencia entre esta masa (W₄ - W₁) y la materia insoluble total (W₃ - W₁), es la masa de sílice SiO₂
5. Calcular la sílice insoluble según:
$$\% \text{ SiO}_2 = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} * 100$$

3. DETERMINACION DE OXIDOS COMBINADOS (Al₂O₃ y Fe₂O₃)

Los óxidos combinados están dados por aquellos metales que forman precipitados con el NH₄OH, los cuales al ser calcinados forman sus respectivos óxidos, es decir óxidos de hierro y aluminio, así como trazas de penta óxidos de fósforo (P₂O₅), dióxido de titanio (TiO₂), y óxido de manganeso (Mn₃O₄), los cuales son a menudo despreciados.

PROCEDIMIENTO:

1. Tomar el filtrado obtenido en insolubles totales y adicionar 10 mL de HCl cc y diluir en una fiola hasta 250 mL con agua destilada.
2. Colocar en un vaso de 400 mL y adicionar 4 gotas de anaranjado de metilo.
3. Calentar a ebullición y adicionar gota a gota NH₄OH (1:1) hasta que tome el color amarillo.
4. Hervir la solución con el precipitado durante 1 min.
5. Enfriar y dejar que el precipitado se asiente, (máximo 5 min.) y filtrar.
6. **Guardar el filtrado** para determinar calcio y magnesio.
7. Lavar el precipitado 02 veces con solución caliente de NH₄Cl al 2%.
8. Colocar el precipitado en un crisol previamente pesado (W_c)
9. Llevar a calcinación en mufla a 1050 °C. Enfriar en desecador.
10. Pesar en balanza analítica (W_f). El incremento de peso representa la alúmina y al óxido de hierro.
11. Calcular los óxidos combinados totales según:
$$\% \text{ Óxidos Combinados} = \frac{W_f - W_c}{W_2 - W_1} * 100$$

4. DETERMINACION DEL Fe₂O₃. METODO STANDARDIZADO

Implica diluir primero los óxidos combinados con HCl cc, para luego reducir los iones férricos a ferrosos usando al SnCl₂ como agente reductor, el cual deberá ser también eliminado de la solución con HgCl₂ para finalmente ser titulado con una solución Standard de KMnO₄ 0,050 N.

PROCEDIMIENTO:

1. Tomar el crisol conteniendo a los óxidos combinados totales y adicionar 10 mL de HCl cc.
2. Transferir a un vaso de 400 mL y calentar a ebullición hasta disolución total del Fe.
3. Agregar gota a gota y en caliente SnCl₂ hasta desaparición del color amarillo más 1 gota.
4. Enfriar y adicionar de una sola vez 10 mL de solución saturada de HgCl₂, el color debe ser blanco sedoso y en pequeña cantidad. Si no aparece precipitado es porque la reducción no ha sido completa. Evitar exceso de SnCl₂ porque produciría precipitado pardo que indica mercurio elemental por lo que tendríamos que repetir el análisis.
5. Agitar y diluir hasta 300 mL con agua destilada.
6. Transferir a un matraz de 1 L y añadir 10 mL de reactivo de Zimmerman – Reinhard.
7. Titular con solución Standard de KMnO₄ 0,0500 N hasta aparición de un color rosado persistente.
8. Calcular el óxido de hierro según:

$$\% \text{ Fe}_2\text{O}_3 = \frac{0.399 * \text{mL de KMnO}_4 * N_{\text{KMnO}_4}}{W_2 - W}$$

5. DETERMINACION DE ALUMINA (Al₂O₃) POR DIFERENCIA.

Se basa en la determinación previa de los óxidos combinados y del Fe, para luego obtener la cantidad de alúmina por diferencia de pesos. El aluminio presente se reporta como % Al₂O₃ respecto a la muestra original. Así tenemos:

$$\begin{aligned} W_{\text{óxidos comb.}} &= W_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + W_{\text{Al}_2\text{O}_3} \\ W_{\text{Al}_2\text{O}_3} &= W_{\text{OC}} - W_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \end{aligned}$$

Entonces:

$$\% \text{ Al}_2\text{O}_3 = \frac{W_{\text{OC}} - W_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{W_2 - W_1} * 100$$

6. DETERMINACION DE LA CAL VIVA (CaO). METODO VOLUMETRICO

El método requiere primero disolver el calcio presente utilizando un ácido inorgánico fuerte en caliente para asegurar la disolución, para posteriormente precipitarlo con oxalato de amonio, siendo luego este nuevamente disuelto y valorado con una solución Standard de KMnO₄.

PROCEDIMIENTO:

1. Colocar el filtrado guardado de la determinación óxidos combinados, en un vaso de 250 mL.
2. Acidular ligeramente con HCl y calentar hasta ebullición.
3. Agregar poco a poco oxalato de amonio (NH₄)₂C₂O₄ al 5% hasta precipitación completa.
4. Dejar reposar en caliente por algunas horas.
5. Filtrar recibiendo el filtrado en un vaso de 600 mL. Lavar el precipitado varias veces.
6. **Guardar el filtrado** para determinar óxido de magnesio.
7. Colocar el papel filtro conteniendo al precipitado en vaso de 400 mL.
8. Agregar 20 mL de H₂SO₄ (1:4) y 200 mL de agua destilada. Calentar a ebullición durante 5 min.
9. Titular en caliente con una solución Standard de KMnO₄ 0,0500 N, hasta coloración rosa permanente.
10. Determinar el % CaCO₃ ó % CaO presente según:

$$\% \text{ CaCO}_3 = \frac{5 * \text{mL KMnO}_4 * N_{\text{KMnO}_4}}{W_2 - W_1}$$

$$\% \text{ CaO} = \frac{2.8 * \text{mL KMnO}_4 * N_{\text{KMnO}_4}}{W_2 - W_1}$$

7. DETERMINACION DEL OXIDO DE MAGNESIO. METODO DEL PIROFOSFATO.

Para su determinación tenemos que precipitarlo con una solución amoniacal bajo la forma de fosfato de amonio y magnesio hexahidratado, para luego transformarlo por calcinación a pirofosfato, puesto que es más estequiométrica que la sal hidratada.

MATERIALES Y REACTIVOS:

- Filtrado de la determinación de CaO.
- Solución de NH₄OH 1:9
- Varilla de agitación
- Solución de Fosfato amónico al 10 %
- Vaso Precipitación de 250 mL

PROCEDIMIENTO:

1. Colocar el filtrado guardado de la determinación de CaO, en un vaso de 250 mL.
2. Calentar a ebullición por 10 min, para eliminar el posible exceso de amonio. Enfriar.
3. Adicionar 3 gotas de fenolftaleína y 25 mL de solución de fosfato amónico al 10%.
4. Agregar poco a poco 30 mL de NH₄OH (1:9), hasta medio alcalino en constante agitación.
5. Completada la precipitación agregar todo el NH₄OH si todavía hubiera. Dejar reposar toda la noche.
6. Filtrar y lavar varias veces el precipitado con NH₄OH (1: 9). Descartar el filtrado.
7. Colocar el papel filtro con el precipitado en crisol de porcelana previamente pesado (W_c).
8. Secar primero en plancha y luego a calcinación durante 2 horas en mufla que esta al rojo brillante.
9. Enfriar y pesar el residuo (W_{cf}), el cual debe ser de color blanco.
10. Calcular el magnesio que está bajo la forma Mg₂P₂O₇.
11. Reportar el MgO, a partir del Mg₂P₂O₇ obtenido, utilizando:

$$\begin{aligned}W_{Mg_2P_2O_7} &= (W_{cf} - W_c) W_{MgO} \\ &= W_{Mg_2P_2O_7} * 0,362 \\ \% MgO &= \frac{W_{Mg_2P_2O_7} * 0.362}{W_2 - W_1} * 100\end{aligned}$$

8. DETERMINACION DE LA CALIDAD DE LA CAL

Es de sumo interés conocer exactamente las características de una cal, no solamente por su aporte de basicidad, sino porque es clave conocer su capacidad para hidratarse en agua. Resulta evidente entonces que para realizar una operación de manera más eficiente necesitamos utilizar una cal con la más alta reactividad al agua.

Cabe resaltar asimismo que normalmente el óxido de calcio total esta dado por la suma de:

- a. **Calcio crudo:** Es el CaO contenido en el CaCO₃, llamado también como CaO crudo. Es el Ca que no logró llegar a su estado de disociación y cuya basicidad que aporta es menor que pH 9
- b. **Calcio quemado:** Es el CaO formado por una calcinación por encima de la temperatura adecuada necesaria para la descomposición del CaCO₃, por lo que se enlaza a otras impurezas, (SiO₂ y Al), formando una escoria que no tiene tendencia a hidratarse cuando se le pone en contacto con agua.
- c. **Calcio Reactivo:** Es el CaO reactivo, cal libre, cal disponible, cal útil, etc. Es el que aporta el máximo de basicidad por encima de pH 12,5, y es capaz de hidratarse fácilmente aun con la humedad relativa ambiental.

Existen técnicas tanto volumétricas como gravimétricas para cuantificar el contenido de CaO total, así como el CaO libre, por lo tanto el contenido de cal quemada es deducible fácilmente por diferencia.

9. DETERMINACION DEL CaO LIBRE O APROVECHABLE. SEGÚN NORMA ASTM C 25-88.

La muestra analizada es hidratada y dispersada con agua destilada, para después solubilizarla por reacción con una solución azucarada formando sacarato de calcio. Estando bajo esta forma entonces podemos determinarlo por titulación con una solución de ácido estandarizado, en presencia del indicador fenolftaleína.

REACTIVOS:

- Solución estándar de HCl 0,1782 N.
- Solución de NaOH 0,1 N
- Fenolftaleína al 4%: Disolver 4 g de fenolftaleína en 100 mL de alcohol al 95%.
- Solución de Sacarosa:
Para cada muestra: Disolver 20 g de azúcar con 40 mL H₂O destilada libre de CO₂ en vaso de 250 mL.
Agregar 3 gotas de fenolftaleína y neutralizar con NaOH 0,1 N hasta color ligeramente grosella.
Si se preparara para varias muestras, tener en cuenta que sólo se puede almacenar 2 días.

PROCEDIMIENTO PARA CAL VIVA:

1. Tomar un matraz Erlenmeyer de 250 mL y adicionar 10 mL de agua destilada libre de CO₂.
2. Colocar en el matraz 0,5 g de muestra previamente molida y pasada bajo 100 mallas ASTM y tapar el matraz inmediatamente.
3. Retirar el tapón y colocar el matraz en plancha de calentamiento e inmediatamente agregar 50 mL de agua hirviendo libre de CO₂.
4. Agitar y hervir por 1 minutos para completar la hidratación.
5. Retirar el matraz, colocar el tapón y enfriar hasta temperatura ambiente.
6. Agregar 50 mL de solución de azucarada de caña neutra.
7. Tapar el matraz y agitar. Dejar reposar 15 min. (no debe ser menor a 10, ni mayor a 20 min).
8. Agitar a intervalos de 5 minutos, manteniendo siempre el matraz tapado.
9. Destapar y agregar 5 gotas de fenolftaleína al 4%.
10. Lavar el tapón hacia el interior del matraz, con agua destilada libre de CO₂.
11. Titular rápidamente con solución estándar de HCl 0,1782 N, hasta que ocurra la primera decoloración del color grosella inicial, ignorando si regresa nuevamente el color.
12. Leer el gasto y determinar el % CaO aprovechable o libre.

PROCEDIMIENTO PARA CAL APAGADA:

Es el mismo procedimiento que el utilizado para cal viva, solamente teniendo en cuenta:

- Utilizar agua fría libre de CO₂.
- Omitir los pasos de ebullición (paso 4) y enfriamiento (**paso 5**).

CALCULOS:

Para calcular el CaO tenemos:
$$\% \text{ CaO} = \frac{2.8 \cdot \text{NHCl} \cdot \text{mL gastado de HCl}}{\text{g de muestra}}$$

Para calcular el Ca(OH)₂ tenemos:
$$\% \text{ Ca(OH)}_2 = \frac{3.7 \cdot \text{NHCl} \cdot \text{mL gastado de HCl}}{\text{g de muestra}}$$

Anexo 3: Resultados Químicos en ceniza de carbón a temperatura de 850°C, 900°C, 950°C y 1000°C.

INFORME DE ENSAYO N°635-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 17 de mayo de 2022

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	100522CNZ
TESISTA	:	Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel
TITULO DE LA TESIS	:	Influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero dealbañilería.
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el
PROPOSITO DEL SERVICIO PRODUCTO	:	cliente Análisis físicoquímicos
DECLARADO	:	Ceniza de carbón
CODIGO DE MUESTRA	:	CNZ-01
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	Pueblo Joven Cruz del Médano, Morrope - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 10-05-2022
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	11/05/2022
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	17/05/2022

ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	2.14
PERDIDA POR CALCINACION	%	3.80
SiO₂	%	47.68
Al₂O₃	%	14.95
Fe₂O₃	%	4.15
CaO	%	11.61
MgO		1.20
SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃	---	66.78

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)
Fe ₂ O ₃	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al ₂ O ₃	Gravimetría
SiO ₂	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

INFORME DE ENSAYO N°113-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 17 de mayo de 2022

Pág. 1 de 1

DE SERVICIO	: 100522CNZ
TESISTA	: Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel
TITULO DE LA TESIS	: Influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	: Análisis físico-químicos
PRODUCTO DECLARADO	: Ceniza de carbón
CODIGO DE MUESTRA	: CNZ-02
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	: Pueblo Joven Cruz del Médano, Morrope - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: Laboratorio-Trujillo / 10-05-2022
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	: 11/05/2022
FECHA DE TÉRMINO DE LOS ENSAYOS	: 17/05/2022

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	1.59
PERDIDA POR CALCINACIÓN	%	3.0
SiO₂	%	50.33
Al₂O₃	%	16.12
Fe₂O₃	%	3.80
CaO	%	12.10
MgO		1.13
SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃	---	70.25

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
<i>HUMEDAD</i>	<i>NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)</i>
<i>Fe₂O₃</i>	<i>Cálculos a partir de óxidos combinados</i>
<i>Al₂O₃</i>	<i>Gravimetría</i>
<i>SiO₂</i>	<i>Gravimetría</i>
<i>CaO y MgO</i>	<i>Volumetría</i>



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

INFORME DE ENSAYO N°637-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 17 de mayo de 2022

Pág.1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	100522CNZ
TESISTA	:	Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel
TITULO DE LA TESIS	:	Influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físicoquímicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Ceniza de carbón
CODIGO DE MUESTRA	:	CNZ-03
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	Pueblo Joven Cruz del Médano, Morrope - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 10-05-2022
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	11/05/2022
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	17/05/2022

ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	1.61
PERDIDA POR CALCINACION	%	2.05
SiO ₂	%	40.18
Al ₂ O ₃	%	14.20
Fe ₂ O ₃	%	4.59
CaO	%	15.77
MgO		1.25
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	---	58.97

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)
Fe ₂ O ₃	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al ₂ O ₃	Gravimetría
SiO ₂	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

INFORME DE ENSAYO N°638-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 17 de mayo de 2022

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	100522CNZ
TESISTA	:	Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel
TITULO DE LA TESIS	:	Influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físicoquímicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Ceniza de carbón
CODIGO DE MUESTRA	:	CNZ-04
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	Pueblo Joven Cruz del Médano, Morrope - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 10-05-2022
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	11/05/2022
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	17/05/2022

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	1.55
PERDIDA POR CALCINACION	%	1.89
SiO ₂	%	41.27
Al ₂ O ₃	%	15.38
Fe ₂ O ₃	%	4.01
CaO	%	14.63
MgO		1.39
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	---	60.66

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)
Fe ₂ O ₃	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al ₂ O ₃	Gravimetría
SiO ₂	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

Anexo 4: Interpretación de resultados

INFORME DE ENSAYO N° 635 – 2022 RIVELAB

Solicitud de servicio: 100522CNZ

Tesista: Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel.

Título de tesis: Influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.

Procedencia de la muestra: Muestra proporcionada por el cliente.

Propósito de servicio: Análisis físicos químicos.

Código de muestra: Ceniza de carbón.

Cantidad de muestra: 04

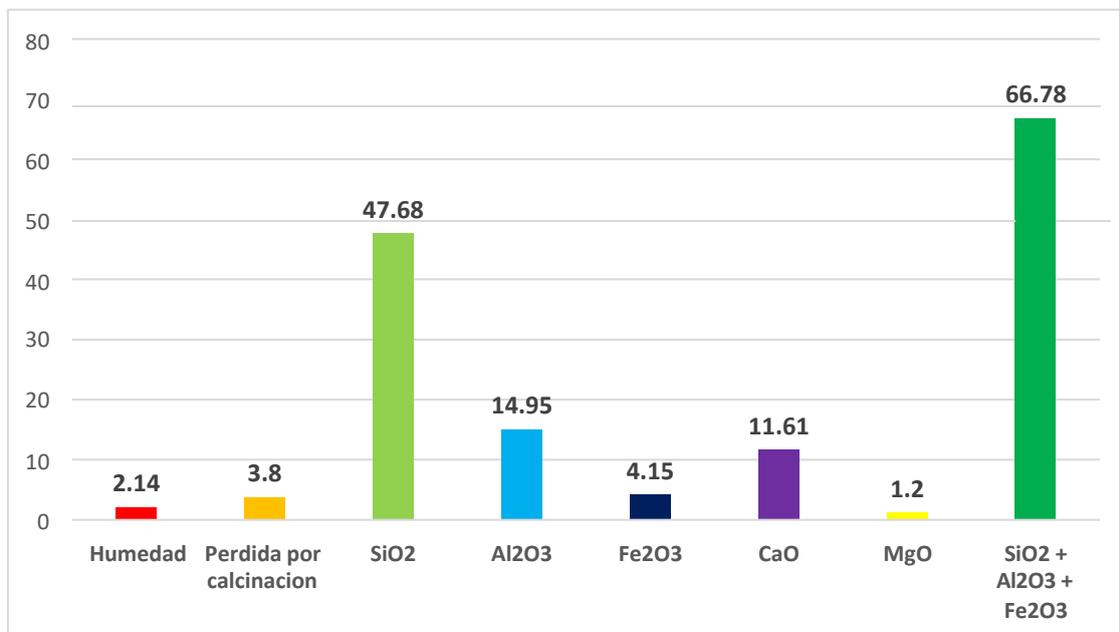
Temperaturas que Oscilan: 850°C, 900°C, 950°C y 1000°C

Determinaciones: $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$

Interpretación de tablas

Tabla n° 1. Análisis fisicoquímico de la ceniza de carbón a 850° C del distrito Morrope - Lambayeque 2022

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	&	2.14
Perdida por calcinación	%	3.8
SiO₂	%	47.68
Al₂O₃	%	14.95
Fe₂O₃	%	4.15
CaO	%	11.61
MgO		1.2
SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃	---	66.78

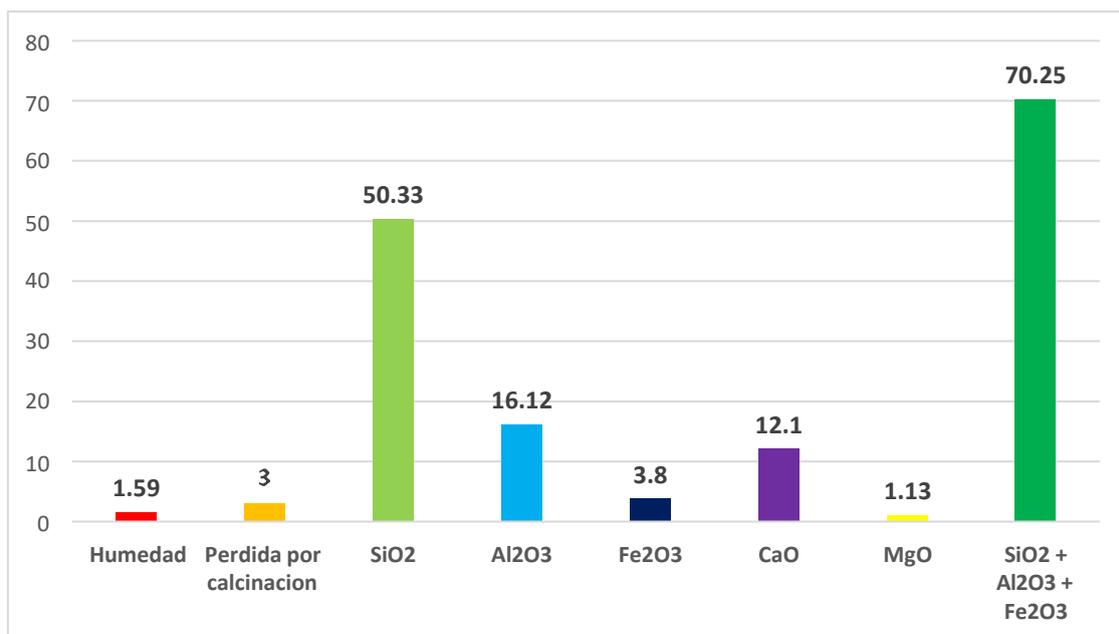


Fuente: Muestra CNZ-01 en el Laboratorio Rivelab, 2022

Interpretación: Según el análisis fisicoquímico de la ceniza de carbón a partir de 850° C arrojó la composición de la misma donde 2.14 contiene humedad, 3.8% pérdida de calcinación, 47.96% involucra óxido de silicio (SiO₂), 14.95% contiene óxido de aluminio (Al₂O₃), 4.15% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 11.61% engloba Cal quemada (CaO), 1.2 implica óxido de magnesio y comprende 66.78 de óxidos combinados.

Tabla n°2. Análisis fisicoquímico de la ceniza de carbón a 900°C del distrito Morrope - Lambayeque 2022

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	&	1.59
Perdida por calcinación	%	3
SiO₂	%	50.33
Al₂O₃	%	16.12
Fe₂O₃	%	3.8
CaO	%	12.1
MgO		1.13
SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃	---	70.25

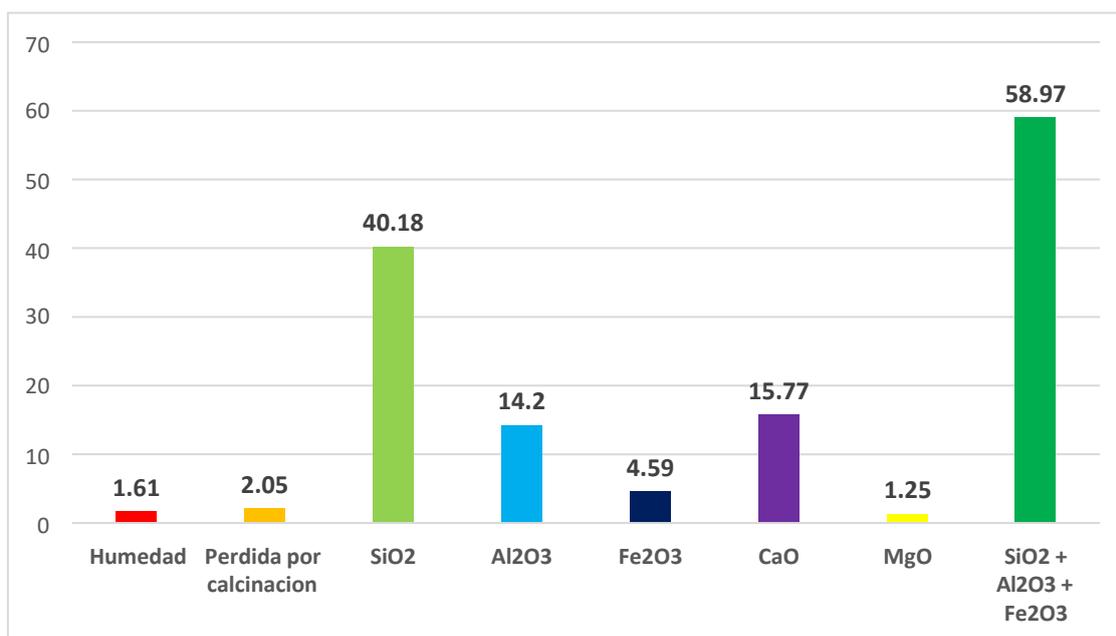


Fuente: Muestra CNZ-02 en el Laboratorio Rivelab, 2022

Interpretación: Según el análisis físico químico de la ceniza de carbón a partir de 900° C arrojo la composición de la misma donde 1.59 contiene humedad, 3% perdida de calcinación, 50.33% involucra oxido de silicio (SiO₂), 16.12% contiene oxido de aluminio (Al₂O₃), 3.8% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 12.1% contiene Cal quemada (CaO), 1.13 implica oxido de magnesio y comprende 70.25 de óxidos combinados.

Tabla n°3. Análisis fisicoquímico de la ceniza de carbón a 950°C del distrito Morrope - Lambayeque 2022

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	&	1.61
Perdida por calcinación	%	2.05
SiO₂	%	40.18
Al₂O₃	%	14.2
Fe₂O₃	%	4.59
CaO	%	15.77
MgO		1.25
SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃	---	58.97

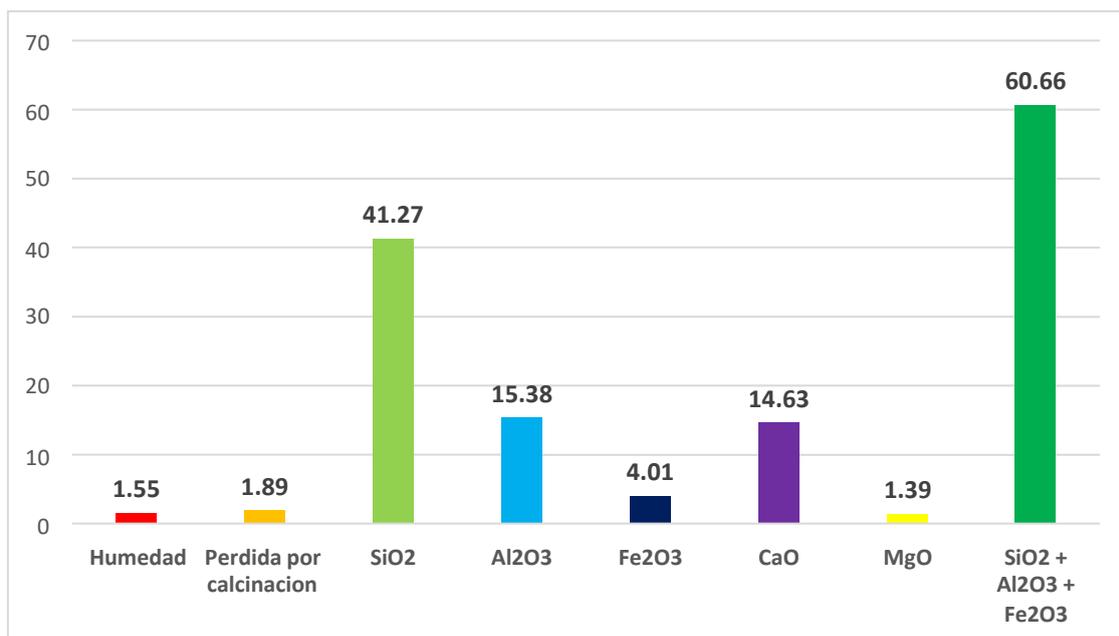


Fuente: Muestra CNZ-03 en el Laboratorio Rivelab, 2022

Interpretación: Según el análisis físico químico de la ceniza de carbón a partir de 950° C arrojó la composición de la misma donde 1.61 contiene humedad, 2.05% pérdida de calcinación, 40.18% involucra oxido de silicio (SiO₂), 14.2% contiene oxido de aluminio (Al₂O₃), 4.59% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 15.77% contiene Cal quemada (CaO), 1.25 implica oxido de magnesio y comprende 58.97 de óxidos combinados.

Tabla n°4. Análisis fisicoquímico de la ceniza de carbón a 1000° C del distrito Morrope - Lambayeque 2022

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad	&	1.55
Perdida por calcinación	%	1.89
SiO₂	%	41.27
Al₂O₃	%	15.38
Fe₂O₃	%	4.01
CaO	%	14.63
MgO		1.39
SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃	---	60.66



Fuente: Muestra CNZ-04 en el Laboratorio Rivelab, 2022

Interpretación: Según el análisis físico químico de la ceniza de carbón a partir de 1000° C arrojo la composición de la misma donde 1.55 contiene humedad, 1.89% perdida de calcinación, 41.27% contiene oxido de silicio (SiO₂), 15.38% contiene oxido de aluminio (Al₂O₃), 4.01% contiene óxido de hierro (Fe₂O₃), 14.63% contiene Cal quemada (CaO), 1.39 contiene oxido de magnesio y contiene 60.66 de óxidos combinados.

Anexo 5: Estudio Físico y Químico de la fibra de acero

INFORME DE ENSAYO N°639-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 17 de mayo de

2022

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	100522CNZ
TESISTA	:	Bach. Castillo Guevara Harlin Gabriel
TITULO DE LA TESIS	:	Influencia de la ceniza de carbón y fibras de acero en las propiedades mecánicas del mortero de albañilería.
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físicoquímicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Cenizadecarbón
CODIGO DE MUESTRA	:	Fibra de acero
CANTIDADDE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 500 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	Pueblo Joven Cruz del Médano, Morrope - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 10-05-2022
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	11/05/2022
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	17/05/2022

ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

Tamaño presentado en los ensayos químicos a diferentes diámetros en milímetros según la norma ASTM A 706M

Fibras de acero en diámetros en milímetros		
Diámetro (m.m)	Sección(cm2)	Peso(kg/m)
6mm	0.283	0.222
8mm	0.503	0.395
10mm	0.785	0.617
12mm	1.131	0.888
16mm	2.011	1.578
20mm	3.142	2.466
25mm	4.409	3.853
32mm	8.042	6.313
40mm	12.566	9.865

Ensayos Químicos fibras de acero	
Norma ASTM A 706M	
Elemento	% máximo
Carbono	0.33
Magnesio	1.56
Fósforo	0.043
Azufre	0.053
Silicio	0.55

Propiedades que mostro resultados en la fibra de acero		
Nombre de fibra de acero	% de carbono	Resistencia a temperatura
Extra suave	0.1 a 0.2	35
Suave	0.2 a 0.3	45
Semisuave	0.3 a 04	55
Semiduro	0.4 a 0.5	65
Duro	0.5 a 0.6	75
Extraduro	0.6 a 0.7	85



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA
 Ingeniero Químico
 R. CIP. 130519

Anexo 6: Certificados de calibración por INACAL



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Informe de Calibración

LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 1 de 5

Expediente	1045739
Solicitante	LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C.
Dirección	Av. Isabel de Bobadilla N° 524 Urb. Monserrate IV Etapa - Trujillo
Instrumento de Medición	BALANZA
Marca	FAITHFUL
Modelo	FA2104N
Número de Serie	1012011035
Intervalo de Indicaciones	0 g a 210 g
División de escala real (d)	0,0001 g
División de verificación de escala (e)	1 mg
Procedencia	NO INDICA
Tipo	ELECTRONICA
Clasificación	NO AUTOMATICA
Fecha de Calibración	2022-03-23

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este informe de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.

Informes sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por DE LA CRUZ GARCIA Leonardo FAU 20600283015 soft Fecha: 2022-03-29 10:42:58



Firmado digitalmente por TAIPE ARAUJO Donny Nimer FAU 20600283015 soft Fecha: 2022-03-29 08:16:52

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Informe de Calibración

LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 2 de 5

Método de Calibración

Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009 " Instrumento de pesar de funcionamiento no automático"

Lugar de Calibración

Laboratorio Rivero S.A.C (área de ensayos)

Av. Isabel de Bobadilla N° 524, Urb. Monserrate - Trujillo

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	23,6 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	70 %	72 %
Presión Atmosférica	1 006 mbar	1 006 mbar

Patrones de referencia

Trazabilidad metroológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología (INACAL - PERÚ)	Pesas LM-04-001 Clase de exactitud: E2	INACAL DM/ LM-C-062-2021 Del: 2021-03-03 al 2021-03-04



Informe de Calibración

LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 3 de 5

Resultados de Medición

IDENTIFICACION DE LA BALANZA	BA01
UBICACION DE LA BALANZA	Laboratorio Rivero S.A.C (área de ensayos) Av. Isabel de Bobadilla N° 524, Urb. Monserrate - Trujillo

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NOTIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NOTIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE		

ENSAYO E REPETIBILIDAD

CARGA = 100,0000 g		CARGA = 200,0002 g	
I (g)	E (mg)	I (g)	E (mg)
99,9996	-0,4	199,9993	-0,9
99,9997	-0,3	199,9996	-0,6
99,9996	-0,4	199,9997	-0,5
99,9996	-0,4	199,9995	-0,7
99,9996	-0,4	199,9995	-0,7
99,9997	-0,3	200,0000	-0,2
99,9996	-0,4	199,9996	-0,6
99,9996	-0,4	199,9994	-0,8
99,9996	-0,4	199,9999	-0,3
99,9995	-0,5	199,9993	-0,9
CARGA (g)	Emax - Emin (mg)	e.m.p. (mg)	
100,0000	0,2	2,0	
200,0002	0,7	3,0	

ENSAYO DE PESAJE

CARGA (g)	CARGA CRECIENTE (↓)			CARGA DECRECIENTE (↑)			e.m.p. ± (mg)
	I (g)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0010	0,0009	-0,1 (*)					
0,0100	0,0101	0,1	0,2	0,0084	-1,6	-1,5	1,0
20,0000	20,0000	0,0	0,1	19,9986	-1,4	-1,3	1,0
40,0000	40,0004	0,4	0,5	39,9988	-1,2	-1,1	1,0
50,0000	50,0003	0,3	0,4	49,9990	-1,0	-0,9	1,0
80,0000	80,0004	0,4	0,5	79,9989	-1,1	-1,0	2,0
100,0000	100,0003	0,3	0,4	99,9995	-0,5	-0,4	2,0
150,0000	150,0010	1,0	1,1	149,9998	-0,2	-0,1	2,0
180,0000	180,0008	0,8	0,9	180,0003	0,3	0,4	2,0
200,0002	200,0002	0,0	0,1	200,0001	-0,1	0,0	3,0
210,0002	210,0001	-0,1	0,0	210,0001	-0,1	0,0	3,0



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

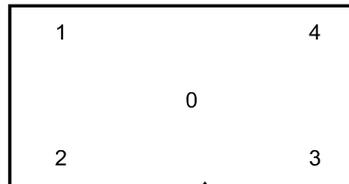
Informe de Calibración

LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 4 de 5

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

POSICION	DETERMINACION DE Eo			DETERMINACION DEL ERROR CORREGIDO Ec				e.m.p. ± (mg)
	CARGA (g)	I (g)	Eo (mg)	CARGA (g)	I (g)	E (mg)	Ec (mg)	
0	0,0010	0,0009	-0,1	70,0000	69,9996	-0,4	-0,3	2,0
1	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	69,9995	-0,5	-0,5	2,0
2	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	69,9994	-0,6	-0,6	2,0
3	0,0010	0,0009	-0,1	70,0000	69,9999	-0,1	0,0	2,0
4	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	70,0002	0,2	0,2	2,0

e.m.p. Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de Funcionamiento

No Automático de clase de exactitud I

- I Lectura de la balanza (g)
- E Error encontrado
- Eo Error en cero (*)
- Ec Error corregido (E - Eo)
- ΔL Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura corregida	=	$R - 4,156 \times 10^{-6} \times R$
Incertidumbre expandida	=	$2 \sqrt{2,960 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 4,766 \times 10^{-12} \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Informe de Calibración

LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 5 de 5

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Anexo 7: Ensayos de las propiedades mecánicas del mortero de albañilería

Análisis granulométrico



Unidades de albañilería



Elaboración de muretes



Ensayo de fluidez



Prisma ensayado a resistencia a compresión



Anexo 8: Ensayo de laboratorio de las propiedades mecánicas del mortero de albañilería y Certificados

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Chiclayo 08 de julio del 2022

Quien suscribe

REPRESENTANTE LEGAL

GASTELO CHIRINOS GERMAN OSCAR – GERENTE GENERAL

CALL. FRANCISCO CABRERA 1201 – CHICLAYO – LAMBAYEQUE

Asunto: Realización de ensayos de mecánica del concreto en el laboratorio, FERMATI
CONSTRUCTURA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela profesional de ingeniería civil, de la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN, para informar que el tesista Castillo Guevara Harlin Gabriel con código universitario **2151810013**, identificado con número de DNI 71919071, con el nombre del proyecto de investigación **“INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA”**, ha hecho sus estudios de laboratorio de mecánica del concreto, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC 20561114502** bajo la supervisión del técnico encargado del laboratorio.

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle mis sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente.



FERMATI CONSTRUCTORA Y
SERVICIOS GENERALES SAC
German Gastelo Chirinos
GERENTE GENERAL





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-023-2022

Página 1 de 5

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/06/01
Solicitante	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC
Dirección	CAL FRANCISCO CABRERA NRO. 1277 CERCADO CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	HORNO
Identificación	NO INDICA
Marca	PYS EQUIPOS EIRE
Modelo	STHX-2A
Serie	157103
Capacidad	136 LITROS
Ventilación	NATURAL
Práctico	DIGITAL
Procedencia	CHINA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	CAL FRANCISCO CABRERA NRO. 1277 CERCADO CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/06/01
Método/Procedimiento de calibración	- SNM - 7C-018 2da Ed. 2009 - Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL. - ASTM D 2216, MFC E 106 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no puede ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOUGROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Loto 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 490 8887 / + 51 901 1680 / Cel: +51 928 198 799 / Cel: +51 995 151 637
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-028-2023

Página 1 de 3

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2023/01/26

Solicitante: FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

Dirección: CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición: BALANZA

Identificación: NQ INDICA

Intervalo de indicación: 30000 g

División de escala / Resolución: 1 g

División de verificación (e): 1 g

Tipo de indicación: Digital

Marca / Fabricante: TSCA/E

Modelo: QH-W-30

N° de serie: 02402047011

Procedencia: CHINA

Ubicación / Lugar de calibración: Laboratorio de suelos
CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Fecha de calibración: 2023/01/26

Método/Procedimiento de calibración:
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III" (PC-001) del SNM-INDECOP, 1era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP-003-2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSO GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSO GROUP S.A.C.



[Handwritten signature and stamp]

ARSO GROUP S.A.C.
Aso. Vía: Las Flores de San Diego Mac Lane 01, San Martín de Porres, Lima - Perú
Tel: +51 311 1680 / Cel: +51 928 191 793 / Cor: +51 921 151 437
www.arsogroup.com
www.arsogroup.com



[Handwritten signature]
Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

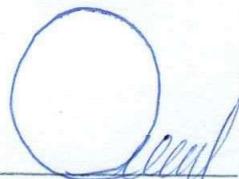
Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	3780	3490	8.3
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	3934	3510	12.1
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	3802	3430	10.8
		Promedio (%)		10.4

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesis : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA: NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Peso		Dimenciones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
01	3560.0	3532.0	23.8	12.8	303.9	18.4
02	3540.0	3510.0	24.0	12.95	310.9	19.3
03	3512.0	3484.0	23.9	12.75	304.6	18.4
Desviación estandar (σ)						0.51497
Coefficiente de variación (V%)						0.02753
Succión promedio (gr)						18.70

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBANILERIA. % de vacios
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: "Ladrillos Lark"

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (cm) (e)	ANCHO (cm) (l)	ALTO PROM (cm) (h)	D PROM (cm) (l)	VOL. LADRILLO (cm ³)	VOL. VACIOS (cm ³)	PORCENTAJE DE VACIOS (%)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.56	12.89	8.90	2.43	2702.83	745.00	27.56
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.86	12.80	8.85	2.42	2702.86	730.70	27.03
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.45	12.69	9.08	2.50	2703.02	802.58	29.69
04	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.86	12.62	8.98	2.48	2705.00	783.20	28.95
PROMEDIO (%)								28.31

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 05 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 01)

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

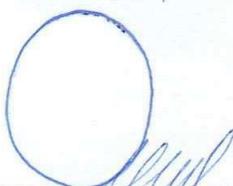
REFERENCIA: NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabrican: **LADRILLOS LARK**

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	238.00	130.00	88.50
02		240.00	128.50	89.20
03		236.00	127.60	89.10
04		240.00	127.00	92.00
05		240.09	128.10	91.00
PROMEDIO (mm)		238.82	128.24	89.96
C.V (%)		0.76%	0.88%	1.64%
V.D (%)		-0.076%	-1.278%	0.067%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 05 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
 REFEREN : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
N°				
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	297	58430	181
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	305	61210	185
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	294	61420	192
04	Ladrillo de king kong 30% vacios	299	64520	199

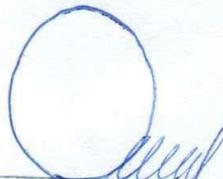
Promedio (P)	189
Desviación estandar (σ)	7.97
Coefficiente de variación (V%)	0.04
F'b (kg/cm2)	181

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia NTP 334.051

Edad del Muestreo	N° de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm ²)	f'c= Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	TOTAL PROM
3 Dias	P-01 (R/C-0.80)	1350	5.0	5.0	25.00	54.00	54.13
	P-01 (R/C-0.80)	1430	5.0	5.0	25.00	57.20	
	P-01 (R/C-0.80)	1280	5.0	5.0	25.00	51.20	
14Dias	P-01 (R/C-0.80)	3300	5.0	5.0	25.00	132.00	101.33
	P-01 (R/C-0.80)	1870	5.0	5.0	25.00	74.80	
	P-01 (R/C-0.80)	2430	5.0	5.0	25.00	97.20	
21 Dias	P-01 (R/C-0.80)	2090	5.0	5.0	25.00	83.60	133.60
	P-01 (R/C-0.80)	3780	5.0	5.0	25.00	151.20	
	P-01 (R/C-0.80)	4150	5.0	5.0	25.00	166.00	
28 Dias	P-01 (R/C-0.80)	3270	5.0	5.0	25.00	130.80	138.40
	P-01 (R/C-0.80)	3200	5.0	5.0	25.00	128.00	
	P-01 (R/C-0.80)	3910	5.0	5.0	25.00	156.40	
3 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	2210	5.0	5.0	25.00	88.40	92.53
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	2320	5.0	5.0	25.00	92.80	
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	2410	5.0	5.0	25.00	96.40	
14 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	3610	5.0	5.0	25.00	144.40	155.47
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	3840	5.0	5.0	25.00	153.60	
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	4210	5.0	5.0	25.00	168.40	
21 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	4520	5.0	5.0	25.00	180.80	185.47
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	4610	5.0	5.0	25.00	184.40	
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	4780	5.0	5.0	25.00	191.20	
28 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	4840	5.0	5.0	25.00	193.60	194.67
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	4750	5.0	5.0	25.00	190.00	
	P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	5010	5.0	5.0	25.00	200.40	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado
 Referencia NTP 334.051

Edad del Muestreo (Días de curado)	Nº de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm ²)	f'c= Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	TOTAL PROM (Kg/cm ²)
3 Dias	P-01 (R/C-0.80)	1630	5.0	5.0	25.00	65.20	70.80
	P-01 (R/C-0.80)	1930	5.0	5.0	25.00	77.20	
	P-01 (R/C-0.80)	1750	5.0	5.0	25.00	70.00	
7 Dias	P-01 (R/C-0.80)	2740	5.0	5.0	25.00	109.60	104.93
	P-01 (R/C-0.80)	2860	5.0	5.0	25.00	114.40	
	P-01 (R/C-0.80)	2270	5.0	5.0	25.00	90.80	
14 Dias	P-01 (R/C-0.80)	3260	5.0	4.9	24.50	133.06	110.89
	P-01 (R/C-0.80)	2360	5.0	5.0	25.00	94.40	
	P-01 (R/C-0.80)	2500	4.9	4.9	23.77	105.20	
28 Dias	P-01 (R/C-0.80)	3580	5.0	5.0	25.00	143.20	144.18
	P-01 (R/C-0.80)	3290	5.0	4.9	24.26	135.64	
	P-01 (R/C-0.80)	3690	4.9	4.9	24.01	153.69	
3 Dias	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	2670	5.0	5.0	25.00	106.80	99.09
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	2450	5.0	5.0	25.00	98.00	
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	2312	5.0	5.0	25.00	92.48	
7 Dias	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	2410	4.9	4.9	24.01	100.37	106.62
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	2530	5.0	5.0	25.00	101.20	
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	2840	4.9	4.9	24.01	118.28	
14 Dias	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	4012	5.0	5.0	25.00	160.48	161.65
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	4132	5.0	5.0	25.00	165.28	
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	3980	5.0	5.0	25.00	159.20	
28 Dias	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	4560	5.0	5.0	25.00	182.40	191.12
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	4680	5.0	5.0	25.00	187.20	
	P-02(R/C-0.80+0.20% de Fibra)	4890	4.8	5.0	24.00	203.75	
3 Dias	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	2015	5.0	5.0	25.00	80.60	93.00
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	2450	5.0	5.0	25.00	98.00	
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	2510	5.0	5.0	25.00	100.40	
7 Dias	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	3560	5.0	5.0	25.00	142.40	149.64
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	3640	4.9	5.0	24.50	148.57	
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	3870	5.0	4.9	24.50	157.96	
14 Dias	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	4010	5.0	5.0	25.00	160.40	167.60
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	4150	5.0	5.0	25.00	166.00	
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	4410	5.0	5.0	25.00	176.40	
28 Dias	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	5010	4.9	4.9	23.77	210.81	209.81
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	4980	4.9	5.0	24.25	205.36	
	P-03(R/C-0.80+0.40% de Fibra)	5120	4.9	4.9	24.01	213.24	
3 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	2810	5.0	5.0	25.00	112.40	117.33
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	2980	5.0	5.0	25.00	119.20	
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	3010	5.0	5.0	25.00	120.40	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	4010	5.0	5.0	25.00	160.40	161.47
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	3980	5.0	5.0	25.00	159.20	
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	4120	5.0	5.0	25.00	164.80	
14 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	4750	4.9	4.9	24.01	197.83	181.49
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	4260	4.9	4.9	24.01	177.43	
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	3980	4.8	4.9	23.52	169.22	
28 Dias	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	4970	4.9	4.9	24.01	207.00	215.96
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	5170	4.9	4.9	24.01	215.33	
	P-04(R/C-0.80+0.60% de Fibra)	5360	4.9	4.9	23.77	225.54	
3 Dias	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	1710	5.0	5.0	25.00	68.40	71.33
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	1690	5.0	5.0	25.00	67.60	
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	1950	5.0	5.0	25.00	78.00	
7 Dias	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	2860	5.0	5.0	25.00	114.40	121.56
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	3012	4.9	5.0	24.50	122.94	
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	3120	5.0	4.9	24.50	127.35	
14 Dias	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	3620	5.0	5.0	25.00	144.80	149.20
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	3810	5.0	5.0	25.00	152.40	
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	3760	5.0	5.0	25.00	150.40	
28 Dias	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	4310	4.9	4.9	23.77	181.36	177.99
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	4460	4.9	5.0	24.25	183.92	
	P-05(R/C-0.80+0.80% de Fibra)	4050	4.9	4.9	24.01	168.68	

OBSERVACIONES :
 - Muestreo realizados por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

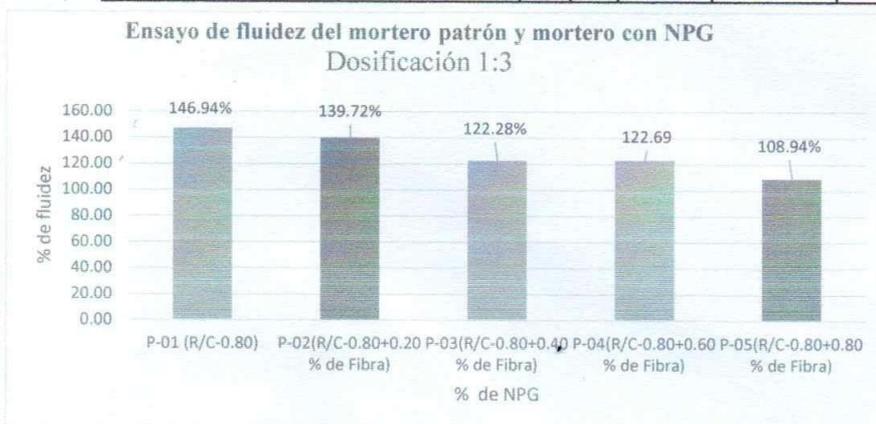
INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland
 Referencia : NTP 334-057

N° de pruebas	Diametro de Inicio en mm	Promedio de los diametros	% De Fluidez
P-01 (R/C-0.80)	90	222.25	146.94
P-02(R/C-0.80+0.20 % de Fibra)	90	215.75	139.72
P-03(R/C-0.80+0.40 % de Fibra)	90	200.05	122.28
P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	90	200.43	122.69
P-05(R/C-0.80+0.80 % de Fibra)	90	188.05	108.94

Comparación de los resultados				
% Fluidez (mesa de Flujo)	Consistencia	Tipo de Estructura	Condicion e s de Colocación	Sistema de colocación
80-100	Dura (seca)	Reparaciones, recubrimiento de tuneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos	Seccion sujetas a vibración	Proyección neumática, con vibradores de formaleta
100-120	Media (plástica)	Pega de mamposteria, baldosas y	Sin vibración	Manual con paletas
120-150	Fluida (húmeda)	Rellenos de mamposteria estructural, morteros autonivelantes para pisos	Sin vibración	Manual, bombeo, inyección

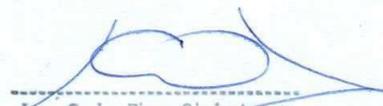


OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEG LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia NTP 334.051

N° de Pruebas	Relación Agua cemento R/C	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (L)
P-01 (R/C-0.80)	0.8	1.000	3.057	0.805
P-02(R/C-0.80+0.20 % de Fibra)	0.8	1.000	3.057	0.805
P-03(R/C-0.80+0.40 % de Fibra)	0.8	1.000	3.057	0.805
P-04(R/C-0.80+0.60 % de Fibra)	0.8	1.000	3.057	0.805
P-05(R/C-0.80+0.80 % de Fibra)	0.8	1.000	3.057	0.805



German Oscar Gastelo Chinnos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

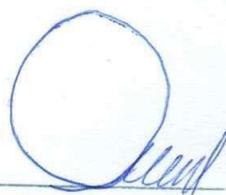
Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia NTP 334.051

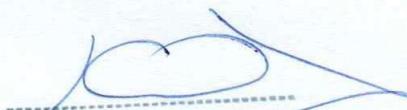
Edad del Muestreo	N° de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm ²)	f _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	TOTAL PROM
3 Dias	P-01 (R/C-0.80)	1350	5.0	5.0	25.00	54.00	54.13
	P-01 (R/C-0.80)	1430	5.0	5.0	25.00	57.20	
	P-01 (R/C-0.80)	1280	5.0	5.0	25.00	51.20	
14Dias	P-01 (R/C-0.80)	3300	5.0	5.0	25.00	132.00	101.33
	P-01 (R/C-0.80)	1870	5.0	5.0	25.00	74.80	
	P-01 (R/C-0.80)	2430	5.0	5.0	25.00	97.20	
21 Dias	P-01 (R/C-0.80)	2090	5.0	5.0	25.00	83.60	133.60
	P-01 (R/C-0.80)	3780	5.0	5.0	25.00	151.20	
	P-01 (R/C-0.80)	4150	5.0	5.0	25.00	166.00	
28 Dias	P-01 (R/C-0.80)	3270	5.0	5.0	25.00	130.80	138.40
	P-01 (R/C-0.80)	3200	5.0	5.0	25.00	128.00	
	P-01 (R/C-0.80)	3910	5.0	5.0	25.00	156.40	
3 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	2590	5.0	5.0	25.00	103.60	85.73
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	1860	5.0	5.0	25.00	74.40	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	1980	5.0	5.0	25.00	79.20	
14 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3300	5.0	5.0	25.00	132.00	140.13
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3200	5.0	5.0	25.00	128.00	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4010	5.0	5.0	25.00	160.40	
21 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4330	5.0	5.0	25.00	173.20	161.47
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3780	5.0	5.0	25.00	151.20	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4000	5.0	5.0	25.00	160.00	
28 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4840	5.0	5.0	25.00	193.60	179.87
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3840	5.0	5.0	25.00	153.60	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4810	5.0	5.0	25.00	192.40	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado
 Referencia NTP 334.051

Edad del Muestreo (Días de curado)	Nº de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm ²)	F _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	TOTAL PROM (Kg/cm ²)
3 Dias	P-01 (R/C-0.80)	1630	5.0	5.0	25.00	65.20	70.80
	P-01 (R/C-0.80)	1930	5.0	5.0	25.00	77.20	
	P-01 (R/C-0.80)	1750	5.0	5.0	25.00	70.00	
7 Dias	P-01 (R/C-0.80)	2740	5.0	5.0	25.00	109.60	104.93
	P-01 (R/C-0.80)	2860	5.0	5.0	25.00	114.40	
	P-01 (R/C-0.80)	2270	5.0	5.0	25.00	90.80	
14 Dias	P-01 (R/C-0.80)	3260	5.0	4.9	24.50	133.06	110.89
	P-01 (R/C-0.80)	2360	5.0	5.0	25.00	94.40	
	P-01 (R/C-0.80)	2500	4.9	4.9	23.77	105.20	
28 Dias	P-01 (R/C-0.80)	3580	5.0	5.0	25.00	143.20	144.18
	P-01 (R/C-0.80)	3290	5.0	4.9	24.26	135.64	
	P-01 (R/C-0.80)	3690	4.9	4.9	24.01	153.69	
3 Dias	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	2550	5.0	5.0	25.00	102.00	90.53
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	2360	5.0	5.0	25.00	94.40	
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	1880	5.0	5.0	25.00	75.20	
7 Dias	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	2270	4.9	4.9	24.01	94.54	108.87
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	2470	5.0	5.0	25.00	98.80	
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	3200	4.9	4.9	24.01	133.28	
14 Dias	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	2680	5.0	5.0	25.00	107.20	121.20
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	3910	5.0	5.0	25.00	156.40	
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	2500	5.0	5.0	25.00	100.00	
28 Dias	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	4320	5.0	5.0	25.00	172.80	172.78
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	4180	5.0	5.0	25.00	167.20	
	P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	4280	4.8	5.0	24.00	178.33	
3 Dias	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	1830	5.0	5.0	25.00	73.20	75.20
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	1600	5.0	5.0	25.00	64.00	
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	2210	5.0	5.0	25.00	88.40	
7 Dias	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	3350	5.0	5.0	25.00	134.00	123.31
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	3000	4.9	5.0	24.50	122.45	
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	2780	5.0	4.9	24.50	113.47	
14 Dias	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	3660	5.0	5.0	25.00	146.40	158.27
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	3840	5.0	5.0	25.00	153.60	
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	4370	5.0	5.0	25.00	174.80	
28 Dias	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	4750	4.9	4.9	23.77	199.87	191.09
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	4520	4.9	5.0	24.25	186.39	
	P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	4490	4.9	4.9	24.01	187.01	
3 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	1720	5.0	5.0	25.00	68.80	93.73
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	2720	5.0	5.0	25.00	108.80	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	2590	5.0	5.0	25.00	103.60	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3760	5.0	5.0	25.00	150.40	146.80
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3390	5.0	5.0	25.00	135.60	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3860	5.0	5.0	25.00	154.40	
14 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4350	4.9	4.9	24.01	181.17	152.26
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3310	4.9	4.9	24.01	137.86	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	3240	4.8	4.9	23.52	137.76	
28 Dias	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	5290	4.9	4.9	24.01	220.32	199.31
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4520	4.9	4.9	24.01	188.25	
	P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	4500	4.9	4.9	23.77	189.35	
3 Dias	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	1650	5.0	5.0	25.00	66.00	77.67
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	1865	5.0	5.0	25.00	74.60	
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	2310	5.0	5.0	25.00	92.40	
7 Dias	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	3450	5.0	5.0	25.00	138.00	130.35
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	3250	4.9	5.0	24.50	132.65	
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	2950	5.0	4.9	24.50	120.41	
14 Dias	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	3560	5.0	5.0	25.00	142.40	150.67
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	3790	5.0	5.0	25.00	151.60	
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	3950	5.0	5.0	25.00	158.00	
28 Dias	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	4265	4.9	4.9	23.77	179.47	178.20
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	4360	4.9	5.0	24.25	179.79	
	P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	4210	4.9	4.9	24.01	175.34	

OBSERVACIONES :
 - Muestreo realizados por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

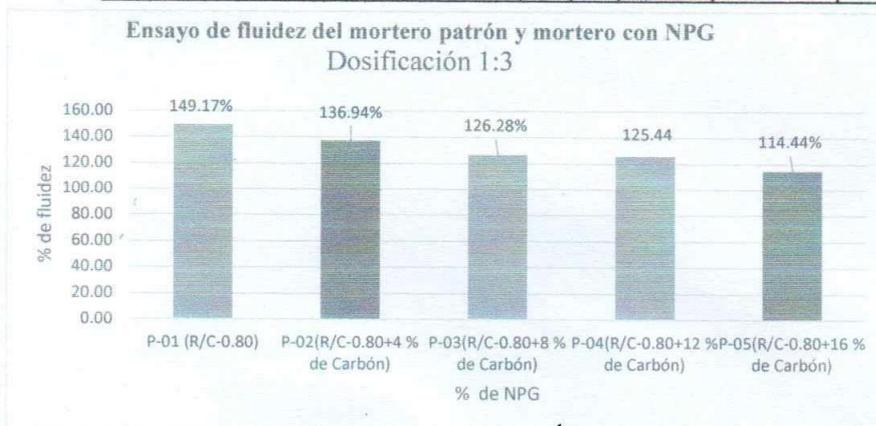
INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland
 Referencia : NTP 334-057

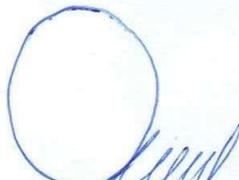
Nº de pruebas	Diametro de Inicio en mm	Promedio de los diámetros	% De Fluidez
P-01 (R/C-0.80)	90	224.25	149.17
P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	90	213.25	136.94
P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	90	203.65	126.28
P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	90	202.90	125.44
P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	90	193.00	114.44

% Fluidez (mesa de Flujo)	Consistencia	Tipo de Estructura	Condicione s de Colocación	Sistema de colocación
80-100	Dura (seca)	Reparaciones, recubrimiento de tuneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos	Seccion sujetas a vibración	Proyección neumática, con vibradores de formaleta
100-120	Media (plástica)	Pega de mamposteria, baldosas y Rellenos de mamposteria estructural, morteros autonivelantes para pisos	Sin vibración	Manual con paletas
120-150	Fluida (húmeda)		Sin vibración	Manual, bombeo, inyección



OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chiznos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Tesista : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

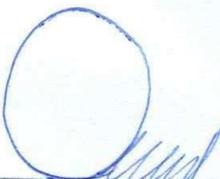
Ensayo CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia NTP 334.051

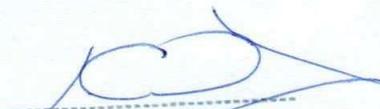
N° de Pruebas	Relación Agua cemento R/C	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (L)
P-01 (R/C-0.80)	0.8	1.000	3.057	0.800
P-02(R/C-0.80+4 % de Carbón)	0.8	1.000	3.057	0.800
P-03(R/C-0.80+8 % de Carbón)	0.8	1.000	3.057	0.800
P-04(R/C-0.80+12 % de Carbón)	0.8	1.000	3.057	0.800
P-05(R/C-0.80+16 % de Carbón)	0.8	1.000	3.057	0.800

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA
Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

1.- GRANULOMETRIA: N.T.P. 400.012

Muestra : Cantera La Victoria-Pátapo.
 Peso Hum. : 500.2 Peso Seco : 500
 Modulo de Fineza: 2.693 Cont. Hum. : 0.89

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
3/8"	0	0.0	0.0	100.0
Nº4	18.6	3.7	3.7	96.3
Nº8	65.2	13.0	16.8	83.2
Nº16	90.1	18.0	34.8	65.2
Nº30	94.6	18.9	53.7	46.3
Nº50	101.2	20.2	73.9	26.1
Nº100	62.1	12.4	86.4	13.6
FONDO	68.2	13.6	100.0	0.0

2.- PESO UNITARIO : N.T.P. 400.017

SUELTO	A	B
- Peso de la muestra húmeda	8460	8466
- Volumen del molde		0.00553
- Peso unitario suelto húmedo		1529
- PESO UNIT. SUELTO SECO		1516
COMPACTADO $\frac{((A+B)/2)/V}{1000} / (1+(C.H./100))$		
- Peso de la muestra húmeda	9458	9456
- Volumen del molde		0.0055345
- Peso unitario suelto húmedo		1709
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		1694

3.- PEOS ESPECIFICO Y ABSORCIÓN : N.T.P. 400.021 Arena

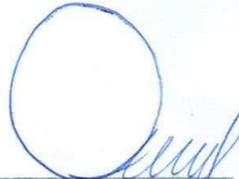
A.- Datos de la arena				
1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0	500.0	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	984.1	984.1	
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	677.2	677.2	
4.- Peso del Agua.	g	306.9	306.9	306.9
5.- Peso del Frasco	g	177.2	177.2	
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	g	672.0	672.0	
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	494.8	494.8	494.8
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0	500.0	500.0
B.- Resultados				
A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	$7/(8-4)$	g/cm ³	2.563	2.563
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	$7/(7-4)$	g/cm ³	2.590	2.590
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	$7/((8-4)-(8-7))$	g/cm ³	2.634	2.634
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	$((1-7)/7)*100$	%	1.05	1.05
				Promedio
				2.563
				2.590
				2.634
				1.05

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD : N.T.P. 339.185

Arena $\frac{(A+B)/2}{1+(C.H./100)}$		
1.- Peso de la muestr. húmeda	330	330
2.- Peso de la muestra seca	327.08	327.08
3.- Cont. Humedad	0.89	0.89
4.- Promedio		0.89

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
01	Mortero patrón (P-01 R/C-0.80)	15/03/2023	12/04/2023	28	31.0	12.5	2.480	299	25560	1.04	89
02		15/03/2023	12/04/2023	28	31.0	12.6	2.460	301	28450	1.04	98
03		15/03/2023	12/04/2023	28	31.1	12.4	2.508	295	27860	1.04	98
										Promedio F'm (kg/cm2)	95

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
01	Mortero con adición al 13% de Carbón	15/03/2023	12/04/2023	28	31.1	12.5	2.488	298	31260	1.04	109
02		15/03/2023	12/04/2023	28	31.1	12.5	2.484	299	31980	1.04	111
03		15/03/2023	12/04/2023	28	31.0	12.6	2.466	299	30860	1.04	107
										Promedio F'm (kg/cm2)	109

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm ²)
01	Mortero con adición 0.70% de Fibra	15/03/2023	12/04/2023	28	31.1	12.6	2.469	301	32410	1.04	112
02		15/03/2023	12/04/2023	28	31.1	12.5	2.480	299	32870	1.04	114
03		15/03/2023	12/04/2023	28	31.1	12.6	2.478	299	32740	1.04	114
										Promedio F'm (kg/cm2)	113

DONDE:
h : altura del prisma.
e : espesor del prisma.

OBSERVACIONES:
- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

CÓDIGO : NTP 399.621: 2004
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l	h	t	Ab	P	V'm	V'm
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	N (kg)	(Mpa)	(Kg/cm2)
01	Mortero patrón (P-01 R/C-0.80)	08/10/2022	05/10/2022	28	640.0	650.0	12.7	8192	6454	0.79	8.03
02		08/10/2022	05/10/2022	28	625.0	645.0	12.9	8192	5582	0.68	6.95
03		08/10/2022	05/10/2022	28	640.0	635.0	12.8	8160	7578	0.93	9.47
01	Mortero con adición al 13% de Carbón	08/10/2022	05/10/2022	28	652.0	657.0	12.8	8378	10110	1.21	12.31
02		08/10/2022	05/10/2022	28	655.0	660.0	12.8	8416	9262	1.10	11.22
03		08/10/2022	05/10/2022	28	640.0	650.0	12.7	8192	8103	0.99	10.09
01	Mortero con adición 0.70% de Fibra	08/10/2022	05/10/2022	28	650.0	645.0	12.8	8288	9999	1.21	12.30
02		08/10/2022	05/10/2022	28	640.0	650.0	12.8	8256	11698	1.42	14.45
03		08/10/2022	05/10/2022	28	635.0	635.0	12.9	8192	12333	1.51	15.35

DONDE :

h : altura del prisma.
e : espesor del prisma.

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : BACH.CASTILLO GUEVARA HARLIN GABRIEL
Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CARBÓN Y FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA
Lugar : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 13 de Marzo del 2023

CÓDIGO : NCh167 : 2001
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	L	A	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo de compresión a la adherencia (kg/cm ²)	TOTAL PROMEDIO (kg/cm ²)
					(cm)	(cm)				
01	Mortero patrón (P-01 R/C-0.80)	15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	1900	6.6	5.29
02		15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	1300	4.5	
03		15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	1370	4.8	
01	Mortero con adición al 13% de Carbón	15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	1710	5.9	6.45
02		15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	1440	5.0	
03		15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	2420	8.4	
01	Mortero con adición 0.70% de Fibra	15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	1840	6.4	8.65
02		15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	2760	9.6	
03		15/03/2023	12/04/2023	28	12.0	12.0	288	2870	10.0	

DONDE :

h : altura del prisma.
e : espesor del prisma.

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chímpos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351