

# Influencia de la adición de Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Morteros de reparación de fisuras y grietas, Lima 2022

*por* Kevin Kenlly Cacho Quispe



ing. Merino Martinez Marcelo

---

**Fecha de entrega:** 10-oct-2023 11:04a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2191496938

**Nombre del archivo:** Tesis\_-\_Br.\_Grados\_Quezada\_Cacho\_Quispe.docx (9.23M)

**Total de palabras:** 13647

**Total de caracteres:** 67227

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

Influencia de la adición de Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de  
Morteros de reparación de fisuras y grietas, Lima 2022

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de la construcción, Ingeniería urbana,  
Ingeniería estructural

**Sub Línea de investigación:** Gestión de proyectos de construcción

**Autores:**

Grados Quezada, Carlos Jair

Cacho Quispe, Kevin Kenly

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Durand Orellana, Rocío del Pilar

**Secretario:** Panduro Alvarado, Elka

**Vocal:** Chuquilin Delgado, María Florencia

**Asesor:**

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

**Trujillo – Perú**

**2023**

**Fecha de sustentación: 2023/10/13**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

Influencia de la adición de Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de  
Morteros de reparación de fisuras y grietas, Lima 2022

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de la construcción, Ingeniería urbana,  
Ingeniería estructural

**Sub Línea de investigación:** Gestión de proyectos de construcción

**Autores:**

Grados Quezada, Carlos Jair

Cacho Quispe, Kevin Kenly

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Durand Orellana, Rocío del Pilar

**Secretario:** Panduro Alvarado, Elka

**Vocal:** Chuquilin Delgado, María Florencia

**Asesor:**

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

**Trujillo – Perú**

**2023**

**Fecha de sustentación: 2023/10/13**

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi madre María Violeta Quispe Salazar y a mi padre Luis Timoteo Cacho de la Torre, pues sin ellos nada de esto hubiera sido posible, su apoyo constante durante toda esta travesía ha sido crucial para llegar a este momento.

Y a toda mi familia, que es lo más valioso que Dios me ha dado.

**Br. Cacho Quispe Kevin Kenlly**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Alicia Quezada Mallqui y Flavio Grados Torres y a mi familia en general, por su apoyo y amor en los momentos malos y en los menos malos, gracias por ayudarme en toda esta travesía y disfruten conmigo este gran paso en mi vida académica, me han enseñado a ser la persona que soy, mis principios, mis metas y todo mi empeño.

**Br. Grados Quezada Carlos Jair**

## <sup>2</sup> AGRADECIMIENTO

**A:**

Mi alma máter, la Universidad Privada Antenor Orrego, por acogerme durante toda mi preparación y formación académica.

<sup>1</sup>  
**A MI ASESOR ING. MERINO MARTÍNEZ MARCELO EDMUNDO**

Por su orientación constante durante todo el transcurso de esta tesis, por su apoyo y guía.

Y, por último, a Dios, por su guía y amor durante toda nuestra vida.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de la incorporación de la fibra de vidrio, en distintos porcentajes, del mortero utilizado para la reparación de fisuras y grietas.

En esta investigación realizamos diferentes ensayos comparando nuestras nuevas mezclas con aditivos de fibra de vidrio versus un mortero patrón, sin adición de estas fibras. La fibra de vidrio que se usó la adicionamos en las dosis de 100 gramos y 300 gramos de fibra por metro cúbico de mortero. Obtuvimos 3 diseños de mezcla, teniendo como objetivo la resistencia a la compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Para llegar al objetivo de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se utilizó una dosificación de 0.52 agua/cemento, 7.30 bolsas de cemento (42.5 kg en cada bolsa), y 1401.6 kg de agregado fino por  $\text{m}^3$  de mortero.

Primero empezamos con los ensayos al mortero fresco, los cuales fueron el ensayo de temperatura y de asentamiento, para el primero nos guiamos del ASTM C1064, y nuestros resultados fueron de 23.7, 24.5 y 28.20 °C para las dosis de 0, 100 y 300  $\text{g/m}^3$  respectivamente. Para el asentamiento tuvimos un promedio de 97.37, 84.67 y 78.32 para las mismas dosis ya mencionadas.

Se realizó gran énfasis en el ensayo de contracción plástica guiándonos de la ASTM C1579, donde hallamos un total de 16 fisuras, disminuyendo inversamente proporcional a la adición de fibra de vidrio como aditivo.

Del análisis en estado endurecido pudimos notar la mejora en los resultados de los ensayos de compresión y flexión en cuanto aumentaba el porcentaje de fibra de vidrio en la mezcla, guiándonos de las normas ASTM C109 y ASTM C293, respectivamente.

Finalmente, se llegó a la conclusión que con la adición de la fibra de vidrio de 300  $\text{g/m}^3$  se obtuvo mejores resultados en el mortero en estado fresco, gracias a su comportamiento frente a la fisuración, y el mortero en estado endurecido, por el leve aumento en su resistencia a la compresión y flexión.

Pudimos concluir que la dosificación que mejor comportamiento tuvimos fue la de 300 g/m<sup>3</sup> de fibra de vidrio, porque utilizando esta cantidad la contracción plástica se redujo en un 47% y 16% con respecto al mortero patrón, la resistencia a la compresión aumentó en un 4% con respecto al mortero patrón y presentaba una correcta manejabilidad para su instalación

**Palabras clave :** Fibra de vidrio, suturas, grietas, contracción plástica, mortero, compresión.

## ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the influence of the incorporation of fiberglass, in different percentages, in the mortar used to repair fissures and cracks.

In this investigation we carried out different tests comparing our new mixtures with fiberglass additives versus a standard mortar, without the addition of these fibers. The fiberglass that was used was added in doses of 100 grams and 300 grams of fiber per cubic meter of mortar. We obtained 3 mix designs, targeting a compressive strength of 210 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days. To reach the resistance objective  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, a dosage of 0.52 water/cement was used, 7.30 bags of cement (42.5 kg in each bag), and 1401.6 kg of fine aggregate per m<sup>3</sup> of mortar.

First we started with the tests on the fresh mortar, which were the temperature and settlement tests, for the first we were guided by ASTM C1064, and our results were 23.7, 24.5 and 28.20 °C for the doses of 0, 100 and 300 g/m<sup>3</sup> respectively. For the settlement we had an average of 97.37, 84.67 and 78.32 for the same doses already mentioned.

Great emphasis was placed on the plastic contraction test, guided by ASTM C1579, where we found a total of 16 cracks, decreasing inversely proportional to the addition of fiberglass as an additive.

From the analysis in the hardened state, we were able to notice the improvement in the results of the compression and flexion tests as soon as the percentage of fiberglass in the mixture increased, guided by the ASTM C109 and ASTM C293 standards, respectively.

Finally, it was concluded that with the addition of 300 g/m<sup>3</sup> fiberglass, better results were obtained in the mortar in the fresh state, thanks to its behavior against cracking, and in the mortar in the hardened state, due to the slight increase in its resistance to compression and bending.

We were able to conclude that the dosage with the best performance was 300 g/m<sup>3</sup> of fiberglass, because using this amount the plastic shrinkage was reduced by 47% and 16% compared to the standard mortar, the compressive strength increased by 4% with respect to the standard mortar and presented a correct manageability for its installation

**Keywords:** Fiberglass, sutures, cracks, plastic contraction, mortar, compression.

## PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando fiel cumplimiento a los requerimientos y normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos proporcionados por la Facultad de Ingeniería de nuestra casa de estudios “Universidad Privada Antenor Orrego”, en mira a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil, ponemos a disposición la presente tesis titulada:

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MORTEROS DE REPARACIÓN DE FISURAS Y GRIETAS, LIMA 2022

El contenido de la presente tesis fue desarrollado en base a los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación académica, apoyándonos en libros, revistas y otras investigaciones de características similares, así como el asesoramiento del Ing. Marcelo Edmundo Merino Martínez.

Atentamente,

Br. Grados Quezada Carlos Jair  
Br. Cacho Quispe Kevin Kenlly

Trujillo, 6 de enero del 2023

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	vi
PRESENTACIÓN.....	viii
ÍNDICE .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Justificación del estudio.....	2
II. MARCO DE REFERENCIA .....	4
2.1. Antecedentes del Estudio .....	4
2.2. Marco teórico .....	7
2.3. Marco Conceptual.....	11
2.4. Sistema de Hipótesis .....	11
III. METODOLOGÍA EMPLEADA .....	13
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	13
3.2. Población y muestra de estudio .....	13
3.3. Diseño de investigación.....	14
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	14
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos .....	14

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	19
4.1. Propuesta de investigación.....	19
4.2. Análisis e interpretación de resultados .....	19
4.3. Docimasia de hipótesis .....	61
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	62
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES .....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXOS .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación del cemento portland según las propiedades físicas</i> .....	7
Tabla 2. <i>Granulometría del agregado fino</i> .....	8
Tabla 3. <i>Operacionalización de variable</i> .....	12
Tabla 4. <i>Operacionalización de la variable</i> .....	12
Tabla 5. <i>Cuadro de muestras</i> .....	13
Tabla 6. <i>Tabla de granulometría de agregados</i> .....	23
Tabla 7. <i>Contenido de humedad de dos muestras</i> .....	25
Tabla 8. <i>Capacidad del recipiente</i> .....	26
Tabla 9. <i>Requisitos para los recipientes</i> .....	26
Tabla 10. <i>Peso unitario suelto</i> .....	28
Tabla 11. <i>Peso unitario compactado</i> .....	28
Tabla 12. <i>Datos para hallar la densidad y absorción del agregado fino</i> .....	31
Tabla 13. <i>Resumen de la densidad y absorción del agregado fino</i> .....	33
Tabla 14. <i>Proporciones de la mezcla</i> .....	38
Tabla 15. <i>Cantidad de materiales por elaboración de probeta (kg)</i> .....	38
Tabla 16. <i>Temperatura de cada mezcla</i> .....	40
Tabla 17. <i>Asentamiento de las mezclas</i> .....	43
Tabla 18. <i>Variación de los asentamientos</i> .....	44
Tabla 19. <i>Contracción plástica</i> .....	47
Tabla 20. <i>Reducción de ancho y longitud de fisuras</i> .....	48
Tabla 21. <i>Resistencia a la compresión</i> .....	53
Tabla 22. <i>Resistencia en función del tiempo</i> .....	55
Tabla 23. <i>Resistencia a la flexión</i> .....	60
Tabla 24. <i>Propiedades del agregado</i> .....	62
Tabla 25. <i>Tabla resumen</i> .....	64
Ecuación 1. <i>Ensayo de análisis granulométrico</i> .....	15
Ecuación 2. <i>Contenido de humedad</i> .....	15
Ecuación 3. <i>Peso unitario suelto y compactado</i> .....	15
Ecuación 4. <i>Densidad relativa seca al horno</i> .....	16
Ecuación 5. <i>Densidad relativa saturado superficialmente seca</i> .....	16
Ecuación 6. <i>Densidad relativa aparente</i> .....	16
Ecuación 7. <i>Densidad de la masa secada al horno</i> .....	17

Ecuación 8. <i>Densidad saturada superficialmente seca</i> .....	17
Ecuación 9. <i>Densidad aparente</i> .....	17
Ecuación 10. <i>Absorción</i> .....	17
Ecuación 11. <i>Densidad Relativa (OD)</i> .....	32
Ecuación 12. <i>Densidad relativa</i> .....	32
Ecuación 13. <i>Densidad relativa aparente (SSD)</i> .....	32
Ecuación 14. <i>Absorción (%)</i> .....	33
Ecuación 15 <i>Relación agua – cemento</i> .....	36
Ecuación 16. <i>Volumen del cemento</i> .....	36
Ecuación 17. <i>Volumen del agregado</i> .....	37
Ecuación 18. <i>Masa de la arena</i> .....	37
Ecuación 19. <i>Masa unitaria suelta de la arena</i> .....	38
Ecuación 20. <i>CRR</i> .....	48
Ecuación 21. <i>Resistencia a la compresión</i> .....	53
Ecuación 22. <i>Módulo de ruptura</i> .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. <i>Ubicación de la cantera Bauner S.A.</i> .....	19
Figura 2. <i>Extracción del agregado</i> .....	20
Figura 3. <i>Agregado en laboratorio</i> .....	21
Figura 4. <i>Peso de la muestra</i> .....	22
Figura 5. <i>Agregado en los tamices</i> .....	23
Figura 6. <i>Secado de la muestra</i> .....	25
Figura 7. <i>Agua + muestra</i> .....	27
Figura 8. <i>Muestra en proceso de saturación</i> .....	29
Figura 9. <i>Arena en condición saturada superficialmente seca</i> .....	30
Figura 10. <i>Picnómetro más arena más agua</i> .....	30
Figura 11. <i>Desairado de la muestra a través del agitado manual</i> .....	31
Figura 12. <i>Preparación del diseño de mezcla</i> .....	39
Figura 13. <i>Mortero en estado fresco</i> .....	40
Figura 14. <i>Llenado de mezcla</i> .....	42
Figura 15. <i>Medición del asentamiento</i> .....	43
Figura 16. <i>Mezcla en el panel rectangular</i> .....	46
Figura 17. <i>Evolución de las fisuras</i> .....	46
Figura 18. <i>Moldes cúbicos de 50 x 50 x 50 mm.</i> .....	51
Figura 19. <i>Probetas cúbicas</i> .....	52
Figura 20. <i>Ensayo de resistencia a compresión</i> .....	53
Figura 21. <i>Conformación de viguetas</i> .....	58
Figura 22. <i>Ensayo de resistencia a la flexión</i> .....	59
Gráfico 1. <i>Curva granulométrica</i> .....	24
Gráfico 2. <i>Determinación del contenido de cemento mortero seco</i> .....	34
Gráfico 3. <i>Determinación de la relación agua - cemento</i> .....	35
Gráfico 4. <i>Temperatura de cada mezcla</i> .....	41
Gráfico 5. <i>Asentamiento de las mezclas</i> .....	44
Gráfico 6. <i>Variación del asentamiento</i> .....	45
Gráfico 7. <i>Ancho de fisura</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gráfico 8. <i>Reducción de ancho de fisuras</i> .....	49
Gráfico 9. <i>Longitud de fisura</i> .....	49
Gráfico 10. <i>Reducción de longitud de fisuras</i> .....	50

Gráfico 11. Resistencia a la compresión .....	54
Gráfico 12. Resistencia a la compresión .....	55
Gráfico 13. Resistencia a la compresión en el tiempo a los 3 días .....	56
Gráfico 14. Resistencia a la compresión en el tiempo a los 7 días .....	56
Gráfico 15. Resistencia a la compresión en el tiempo a los 28 días .....	57
Gráfico 16. Resistencia a la flexión vs dosis de fibra de vidrio .....	60
Gráfico 17. Resistencia a la flexión .....	61

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de Investigación

La problemática es basada en la realidad del sector de construcción debido al envejecimiento de las edificaciones, es por ello que urge la necesidad de buscar alternativas de reparación en la estructura del concreto. Por lo general, el mortero tiene variedad de causas para el posible deterioro, pero la más común de ellas es la contracción.

Debido a esto, el uso de morteros como generalmente se ha utilizado durante años, ha demostrado ser contraproducente debido a los procesos de falla que desarrollan a lo largo del tiempo; esta incompatibilidad se debe principalmente, a su elevada resistencia mecánica que es generada por la formación de gran cantidad de sales solubles por la migración de iones alcalinos, cuya cristalización y aumento de volumen, es causada por tensiones y al mismo tiempo la retención excesiva de agua debido a la baja permeabilidad de estos morteros.

Según Martínez (2010) la aparición de fisuras suele aparecer de una manera acelerada, inmediatamente después de haber vertido el concreto, o después de varios días, semanas o hasta incluso meses debido al comportamiento a largo plazo de la contracción.

Alejandre (2002) denota que las fibras como refuerzo para el mortero es un hábito que antiguamente utilizaban y por lo general utilizaban fibras de origen vegetal, las cuales en la actualidad han sido sustituidas por las de origen sintético. No obstante, la función que realizan las fibras como refuerzo deben incluirse puesto que proporciona un aumento a la resistencia mecánica a flexión y tracción y la disminución de las fisuras por retracción.

Es por ello que es fundamental implementación de fibras de refuerzo como las fibras de vidrio, con la finalidad de mejorar las propiedades del mortero, asegurando el comportamiento adecuado en la infraestructura.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. *Objetivo General:*

Determinar la influencia de la adición de fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de morteros de reparación de fisuras y grietas.

### 1.2.2. *Objetivos Específicos:*

- Analizar los agregados a utilizar mediante los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario y, densidad y absorción del agregado que cumplan con las NTP vigentes.
- Determinar el diseño de mezcla y las propiedades mecánicas mediante la incorporación de 1% y 3% de fibra de vidrio según la NTP.
- Obtener la variación de las propiedades mecánicas mediante una tabla comparativa de resultados a 0%, 1% y 3% de adición de fibra de vidrio.

## 1.3. Justificación del estudio

Sika (2014) denota la importancia de poner en práctica nuevas técnicas de reparación en las diversas estructuras e incluir materiales óptimos y necesarios que den soluciones para la reparación de estas, ya que las construcciones suelen deteriorarse por diversos factores como por ejemplo las condiciones del entorno a los que esté expuestos o por fallas en el diseño.

En 1967 el Dr. Majundar, del Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido, patentó la investigación de los vidrios que contenían Circonio, logrando convertir en fibra alguno de ellos y a través de ello demostrar la óptima resistencia que presentan estas fibras ante el ataque alcalino en un medio agresivo como el que suponía el refuerzo de los cementos Portland. Tras 4 años de investigaciones constante al refuerzo duradero para los cementos se logró y la patente de esta investigación fue solicitada por el National Research Development Corporation (NRDC).

Actualmente, la reparación de fisuras en las estructuras de mortero es cada vez más precaria y con mayor frecuencia a lo largo de la industria de la construcción. Es por ello que con esta investigación buscamos contribuir con un

sustento que demuestre que la adición de fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de morteros produce impactos positivos en la industria de la construcción.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del Estudio

#### 2.2.1. Internacionales

Bustos A. (2018) con la tesis que lleva por nombre "Morteros con propiedades mejoradas de ductilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto" tiene como propósito de coadyuvar al conocimiento de la conducta de los morteros de cemento y de cal hidráulica con adición de fibras. Es por ello que se evaluó como influye la integración de diversas cantidades de fibras de vidrio, carbono y basalto en las propiedades de los morteros con un énfasis especial en el análisis de la capacidad de absorción de energía de dichos materiales. Por consiguiente, sobre las propiedades de los morteros se evaluó la influencia de distintas proporciones de fibras para establecer el porcentaje óptimo que facilita los mejores resultados, luego se determinaron las resistencias mecánicas de los morteros con fibras seleccionadas, además de ello se ejecutaron ensayos adicionales sobre dichos morteros. Los resultados de los análisis muestran una perceptible mejora en el comportamiento mecánico de los morteros cuando se adicionan fibras ya que se ha dado a demostrar el comportamiento bueno con fibras a largo plazo. De manera complementaria se estudió el comportamiento a cortante de muros de fábrica reforzados a través de revestimiento de mortero con fibras y con los resultados obtenidos se logró demostrar la viabilidad de estos morteros como refuerzo, mejorando así la resistencia al corte, incrementando la capacidad de deformación, y así evitar la rotura frágil y por lo tanto también evitar el desprendimiento de fragmentos.

Viera P. y Morillo D. y Parion J. (2021) mediante el estudio "Influence of natural and synthetic fibers on the permeability of cement mortars - sand, and, cement, lime and sand" determina que influencia de las fibras sintéticas de polipropileno y naturales de cabuya en la permeabilidad de morteros. Por consiguiente, se hizo el ensayo de velocidad de absorción capilar de agua (ASTM C 1585-04) y de profundidad de penetración de agua bajo presión (UNE-EN 12390-8), ante esto se hicieron morteros de (cemento y arena) y morteros de (cemento, cal y arena) adicionando fibras de polipropileno y cabuya de 12 mm, en sus

respectivos porcentajes del volumen de mortero. Ante los ensayos ejecutados se estableció que las fibras de polipropileno y cabuya aumentan la profundidad de penetración de agua bajo presión, incluso si el mortero tiene cal. Los morteros de cal despliegan al absorber agua a una mayor velocidad en la etapa inicial, y en la etapa secundaria su velocidad de absorción es menor en comparación a los morteros de (cemento y arena). También se realizó el ensayo de resistencia a la compresión simple a los 28 días. Todos los morteros llegaron a tener la resistencia mayor a 5.2 MPa establecida por la norma NTE INEN 2518, para morteros tipo N. Los morteros con 0.3% fibras de cabuya, obtuvieron la mejor resistencia, los morteros de (cemento y arena) con 7.905 MPa y los morteros de (cemento, cal y arena) con 7.517 MPa.

### **2.2.2. Nacionales**

López y Morriel (2022) mediante el estudio "Propuesta de adición de perlitas de poliestireno en unidades de albañilería y mortero para incrementar la durabilidad en muros no portantes frente a las heladas en la ciudad de Cusco" tiene como finalidad desarrollar el problema del deterioro de los muros de albañilería que frecuentemente se presenta por la exposición prolongada a la humedad que es manifestado a través de los daños radicales en las unidades de albañilería sin recubrimiento, los cuales pueden ser el agrietamiento y la pulverización. Es por ello que el desarrollo de la tesis se ejecutó a través de 4 fases, en la primera se realizó los diseños de las mezclas de mortero de junta y revestimiento con las proporciones de 5%, 7%, 10% y 30%, 40% y 50% sustituyendo el agregado fino por perlas de poliestireno expandido, respectivamente. Luego se estableció la durabilidad de los morteros mediante la resistencia a compresión de cada muestra supeditada a heladicidad. En consecuencia, para la tercera fase se enfocaron en establecer los morteros con el porcentaje adecuado y, para la cuarta fase se propuso un desarrollo constructivo para obtener rendimientos semejantes a los que actualmente existen en la obra, ante esto, se realizó un análisis de costo – beneficio, el cual hace énfasis en la comparación de la aplicación del mortero modificado y la aplicación de la aplicación del mortero convencional en un muro de albañilería. Ante los estudios de todas las fases se obtuvo que los prismas de mortero y ladrillo modificado, incrementó su resistencia en un 4% ya que los resultados indicaron una

disminución en la resistencia a la compresión en los prismas convencionales mientras que hubo un aumento en prismas con mortero modificado.

### **2.2.3. Locales**

Trujillo A. (2018) en su tesis denominada "Influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades de un mortero de reparación en estado fresco y endurecido" su objetivo principal es analizar la influencia de la incorporación de la fibra de polipropileno en un mortero para ser empleado con fines de reparación estructural de superficies horizontales. Para realizar dicho proyecto se hicieron ensayos comparativos entre un mortero patrón, sin adición de fibras y morteros con distintas dosis de fibras adicionadas; para realizar el ensayo de morteros en estado fresco se basó en la temperatura y el asentamiento dando mayor vehemencia a la evaluación de fisuras por contracción plástica; asimismo, para la fibra adicionada se aplicó la Sika-Cem Fiber 1 con las diferentes dosis de fibra por metro cúbico de mortero respectivamente. De los resultados analizados respecto al mortero patrón se observó que, a más cantidad de fibra adicionada en el mortero fresco, menos es la fisuración y retraso breve de la aparición de la primera fisura; de igual modo, respecto al mortero endurecido se determinó que la adición de fibras de polipropileno no se modificó en forma significativa por la inclusión de fibras. En resumen, la conclusión de todo el análisis realizado es la óptima relación de costo-beneficio ya que con el uso de la fibra se obtuvo mejores resultados en el mortero en estado fresco, debido a su buen comportamiento frente a la fisuración, y el mortero en estado endurecido, por el ligero incremento en su resistencia a la flexión.

Ayala P. (2019) mediante el estudio "Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo de arcilla con morteros mejorados de fibras de polipropileno, Sikafiber Pe y Drymix de 12 mm" se obtuvo como finalidad principal el precisar la variación de la resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de arcilla con mortero mejorados en distintos porcentajes de fibras de polipropileno Sikafiber PE y Drymix de 12 mm en diferentes porcentajes para ambos tipos de fibras. Para desarrollar este análisis se elaboró 10 pilas por cada tipo de mortero considerado el primer tipo de mortero sin adición, el segundo, tercero y cuarto tipos de mortero tuvieron adición de 0.5%, 1% y 1.5% de fibra Sikafiber PE respectivamente, el quinto, sexto y séptimo tipos

de mortero tuvieron adición de 0.5%, 1% y 1.5% de fibra Drymix de 12 mm. Con esto se determinó sobre la resistencia a la compresión por el cual se elaboró 70 pilas de albañilería utilizando ladrillos industriales y mortero con dosificación 1:4.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Mortero

El mortero está constituido por una mezcla de aglomerantes como el cemento portland, también por aditivos que al endurecerse presentan propiedades como físicas, mecánicas y químicas, también está compuesto por materiales de relleno como el agregado fino al cual se le añade la máxima cantidad de agua para obtener una mezcla trabajable, sin segregación del agregado y adhesiva. El mortero tiene la finalidad de adherir y modificar las imperfecciones por los componentes adecuados que tiene la mezcla.

#### 2.2.1.1. Componentes del Mortero

**Cemento Portland.** Es el material esencial en la mezcla del mortero, es llamado conglomerante hidráulico por el proceso que conlleva, ya que fragua, conserva y fortalece por la reacción química con el agua, conserva su estabilidad incluso bajo el agua. Según la NTP 334.082 (2008) clasifica el cemento portland según las propiedades físicas respectivamente:

**Tabla 1**

*Clasificación del cemento portland según las propiedades físicas*

TIPO GU	Cemento portland para construcciones generales. Son utilizados cuando no se solicita propiedades especiales.
TIPO HE	De alta resistencia inicial.
TIPO MS	De moderada resistencia a los sulfatos.
TIPO HS	De alta resistencia a los sulfatos
TIPO MH	De moderado calor de hidratación.
TIPO LH	De bajo calor de hidratación.

*Nota:* Fuente obtenida de la Norma Técnica Peruana NTP 334.082 (2008)

**Aditivos.** Los aditivos, por efecto, aportan para modificar las propiedades de tal manera que existan cambios inalterables y específicos, sea en estado fresco o en estado endurecido. Para ello, los aditivos serán añadidos en pequeñas proporciones, inmediatamente antes o durante la mezcla según lo indican las especificaciones de la NTP 334.088.

**Agua.** El agua debe ser un componente libre de sustancias que perjudiquen o alteren las propiedades del mortero; asimismo, es un componente que, ante la mezcla con cemento, experimenta diversas reacciones químicas que le otorgan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido con los agregados.

**Agregados.** Es un englobe de los materiales naturales o artificiales que cumplan con garantizar una adherencia suficientemente apta y que no afecte el proceso endurecido del cemento hidráulico. También es necesario que no contenga alto contenido de sal ya que perjudica a la mezcla convirtiéndola en salitrosa. Según la NTP 400.037 (2008) el agregado fino debe pasar por el proceso de granulometría dentro de los límites especificados según la Tabla N° 05 de la norma mencionada:

**Tabla 2**

*Granulometría del agregado fino*

TAMIZ	% QUE PASA
9,5 mm (3/8 pulg.)	100
4, 75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 $\mu$ m (No. 30)	25 a 60
300 $\mu$ m (No. 50)	05 a 30
150 $\mu$ m (No.100)	0 a 10

*Nota:* Fuente obtenida de la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2014)

## <sup>2</sup>**2.2.2. Propiedades del Mortero**

### **2.2.2.1. Mortero Endurecido**

**Resistencia a la flexión.** Es una característica sumamente importante, especialmente en estructuras de concreto simple ya que a través de ello se presentan esfuerzos de tracción. La tracción es un factor importante en el agrietamiento del concreto a causa de la disminución de temperatura.

**Resistencia a la compresión.** Existe una variedad de factores que actualmente perjudican a la resistencia a la compresión del mortero endurecido pero algunos factores son debido al tipo de agregados basándose en la textura de la superficie, tamaño o gradación, <sup>2</sup> al tipo de cemento ya que la resistencia a la compresión cambia en el tiempo y al tipo de duración del curado porque el procedimiento debe seguir los parámetros según lo indica la Norma ASTM C109.

### **2.2.2.2. Mortero Fresco**

**Consistencia.** Propiedad cuya característica principal es la de brindar la mejor relación agua-agregados-cemento para la trabajabilidad de la mezcla de concreto y/o mortero, así mismo también se puede utilizar un aditivo plastificante para reducir el porcentaje de agua ellos sin afectar la consistencia óptima de la mezcla a emplear.

**Temperatura.** La temperatura se basa en el aporte calorífico de cada componente que comprende la mezcla del mortero fresco, asimismo el calor liberado y el calor absorbido.

**Contracción plástica.** Mediante el mortero fresco se denotará la contracción plástica que es todos los cambios volumétricos generados.

## **2.2.3. Mortero reforzado con fibras**

El propósito de reforzar el mortero con fibras se debe a la función de intensificar la resistencia al impacto aumentando la consistencia a través de la sección agrietada y disminuyendo la contracción por fraguado.

<sup>2</sup>**Las fibras.** Según la norma ASTM C-1116 las fibras son "filamentos finos y alargados en forma de haz, malla o trenza, de algún material natural o manufacturado que pueda ser distribuido a través de una mezcla de hormigón

fresco". Por lo general existen diversos tipos de fibras con disponibilidad para el uso frecuente de manera experimental y comercial, dentro de la diversidad se encuentran las categorías básicas existentes como las fibras sintéticas, naturales, fibras de acero, de vidrio y fibras naturales.

Normalmente, las fibras se adicionan en bajas porciones y se añaden al concreto durante el proceso de mezcla puesto que se ha demostrado un aumento considerable en la resistencia al agrietamiento y la reducción de la abertura de las fisuras. Para el proceso de la mezcla se debe seguir los parámetros fundados que monitorean el desempeño del material compuesto como la resistencia de adherencia y las propiedades físicas de la fibra.

#### **2.2.4. Fibra de Vidrio**

La fibra de vidrio es una mezcla de distintas composiciones mediante el método directo el cual se basa en fundir el vidrio a altas temperaturas en un crisol de rodio y platino, es de naturaleza inorgánica, sumamente ligero, resistente y aislante térmico.

Entre las diversas propiedades de la fibra de vidrio que existen tenemos a la resistencia mecánica, la incombustibilidad, la compatibilidad con matrices orgánicas y la baja conductividad térmica.

**Resistencia mecánica.** Mediante estudios se analizó que la resistencia mecánica de la fibra de vidrio tiene mejor resistencia específica que el acero.

**Incombustibilidad.** En vista que la fibra de vidrio es un material mineral, no propaga el fuego ni emite productos tóxicos cuando están expuestos al calor.

**Compatibilidad con matrices orgánicas.** La fibra de vidrio tiene una alta compatibilidad con materiales orgánicos con muchas resinas sintéticas y algunas matrices minerales como por ejemplo el cemento.

**Conductividad térmica.** La fibra de vidrio tiene una baja conductividad térmica por lo que es favorable en el ámbito de proyectos de construcción.

### 2.3. Marco Conceptual

**Granulometría.** Se basa en el tamaño y cantidad y tamaño agregados a utilizar ya que son de suma importancia debido a utilizar la dosificación necesaria, también para el buen uso de trabajabilidad, porosidad y contracción del concreto.

**Mortero.** Es material pastoso con la consistencia adecuada que sirve para cubrir tabiques, muros o techos de una edificación. En la actualidad, la mezcla del mortero solo está compuesta en cemento portland, arena, aditivos y agua.

**Trabajabilidad.** La practicidad con la que es manejada una mezcla con una mínima pérdida de homogeneidad.

**Fibra de vidrio.** Es de naturaleza inorgánica, sumamente ligero, resistente y aislante térmico, asimismo, es una mezcla de distintas composiciones mediante el método de fundir el vidrio a altas temperaturas.

**Salitrosa.** Proceso que son el tiempo presenta salitre, generalmente aparece en paredes, suelos o muros que provocan problemas en la infraestructura y problemas de salud en los habitantes.

**Mortero fresco.** Es llamado al mortero que no ha fraguado totalmente por lo que tiene mayor manejabilidad.

**Mortero endurecido.** Es llamado al mortero con las porciones adecuadas que aseguran la resistencia de la mezcla.

**Fisuras.** Es una abertura o grieta generalmente dada por humedad, impacto, desgaste producido a lo largo del tiempo.

**Fraguado.** Es un proceso de endurecimiento consistente del concreto y, asimismo, de pérdida de plasticidad.

### 2.4. Sistema de Hipótesis

<sup>2</sup> La adición de fibra de vidrio mejorará las propiedades mecánicas del mortero utilizado para reparación de fisuras y grietas.

### 2.3.1. Variables. Operacionalización de la variable

**Variable Independiente:** Adición de fibra de vidrio

**Tabla 3**

*Operacionalización de variable*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Adición de fibra de vidrio	Elemento utilizado como un aditivo el cual generara aumento favorable en las propiedades mecánicas del mortero.	(%) porcentaje	Recopilación de datos mediante especificaciones técnicas

**Variable Dependiente.** Propiedades mecánicas de mortero en reparación de fisuras y grietas.

**Tabla 4**

*Operacionalización de la variable*

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Propiedades mecánicas de mortero en reparación de fisuras y grietas	Propiedades que indican el tipo de uso que se puede dar al mortero, el cual está sujeto directamente a las características de los agregados que componen el mortero	Estado endurecido	Ensayo para la resistencia a la compresión Ensayo para la resistencia a la flexión
		Estado fresco	Ensayo de temperatura Ensayo de asentamiento Ensayo de reducción de fisuras

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

*De acuerdo a la orientación o finalidad.* Aplicada

*De acuerdo a la técnica de contrastación.* Experimental

#### 3.2. Población y muestra de estudio

##### 2.4.1. Población

La población que se considerará igual a la muestra debido a la finalidad que tiene el proyecto de tesis.

##### 2.4.2. Muestra

Basándonos en lo indicado por la ACI – 318-14 y ASTM C1579-13 en la cual indica la cantidad mínima de probetas que se deben utilizar para el control de calidad del concreto y/o mortero y apoyándonos en nuestra bibliografía en la cual tenemos una desviación estándar de  $f'c=27.1 \text{ kg/cm}^2$  y un nivel de confiabilidad del 95% tenemos como muestras la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Cuadro de muestras*

MUESTRA DE ENSAYO									
MORTERO ADICIONADO CON FIBRA DE VIDRIO									
Ensayos	0%			1%			3%		
	3	7	28	3	7	28	3	7	28
2 Contracción plástica	1			1			1		
Resistencia a la compresión	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Resistencia a la flexión	11	11	11	11	11	11	11	11	11
<b>TOTAL =</b>						<b>201 muestras</b>			

### 3.3. Diseño de investigación

Es un diseño de tipo experimental en el cual se deberá someter a la variable en investigación varias pruebas en diferentes ensayos y error, teniendo en cuenta los parámetro de las normas NTP, ACI y E.070. Con ello se deberá analizar los resultados los cuales son medidos y expresados en números, e indicar si la hipótesis planteada es válida.

Se tendrá de dos tipos, campo y gabinete, debido a que la obtención de información se realizará directamente desde los datos obtenidos en el laboratorio para así poder determinar el aumento de adherencia del mortero y lograr un opimo diseño.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

Para este tipo de proyecto se usan:

- Temperatura  
Termómetro
- Fisuras.  
Fisurómetro
- Ensayo de resistencia a la compresión  
Balanza electrónica  
Molde de especímenes  
Máquina de ensayo
- Ensayo de resistencia a la flexión  
Máquina de ensayo

### 3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

#### 3.5.1. Recopilación de datos.

La presente investigación necesitará de una recopilación de datos para poder desarrollar los objetivos como los antecedentes de investigación realizadas en el tema, ensayos estandarizados de acuerdo a las normas técnicas necesarias y de los instrumentos o aparatos de medición. Con lo antes descrito podremos

ejecutar y reforzar, ya sea de ventanas y desventajas, del mortero para las siguientes construcciones propuestas.

Para efectuar el procesamiento y análisis de los datos es necesario llevar a cabo cálculos y ensayos de todos los datos obtenidos.

### 3.5.2. Ensayo de análisis granulométrico

En dicho ensayo nos basaremos en la siguiente ecuación de la NTP 400.012 del 2013:

#### Ecuación 1

$$M_f = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50, 100}{100}$$

### 3.5.3. Contenido de humedad

Se calculará el contenido de humedad mediante la ecuación según la NTP 339.185 del 2013.

#### Ecuación 2

$$P = \frac{100 \times (W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad

W = Peso de la muestra húmeda

D = Peso de la muestra seca

### 3.5.4. Peso unitario suelto y compactado

Se calculará el peso unitario suelto y compactado mediante la ecuación según la NTP 400.017 del 2013.

#### Ecuación 3

$$M = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado

G = Peso del recipiente de medida más el agregado

T = Peso del recipiente de medida

V = Volumen de la medida

### **3.5.5. Densidad y absorción del agregado fino.**

Se calcularán las densidades según las ecuaciones de la NTP 400.022, existen dos tipos de procedimiento, el gravimétrico y el volumétrico, para este Proyecto se usaremos el procedimiento gravimétrico.

#### **3.5.5.1. Densidad relativa**

- Densidad relativa seca al horno

##### **Ecuación 4**

$$Densidad (OD) = \frac{A}{B + S - C}$$

- Densidad relativa saturado superficialmente seca

##### **Ecuación 5**

$$Densidad\ relativa\ (SSD) = \frac{S}{B + S - C}$$

- Densidad relativa aparente

##### **Ecuación 6**

$$Densidad\ relativa\ aparente = \frac{A}{B + A - C}$$

### 3.5.5.2. Densidad

- Densidad de la masa secada al horno

#### Ecuación 7

$$\text{Densidad (OD)} = 997.5 \times \left( \frac{A}{B + S - C} \right)$$

- Densidad saturada superficialmente seca

#### Ecuación 8

$$\text{Densidad (SSD)} = 997.5 \times \left( \frac{S}{B + S - C} \right)$$

- Densidad aparente

#### Ecuación 9

$$\text{Densidad aparente (SSD)} = 997.5 \times \left( \frac{A}{B + A - C} \right)$$

### 3.5.5.3. Absorción

#### Ecuación 10

$$\text{Absorción} = 100 \times \left( \frac{S - A}{A} \right)$$

Donde:

A = Masa de la muestra seca al horno.

B = Masa del picnómetro lleno de agua hasta la marca de calibración.

C = Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración.

S = Masa de la muestra de saturado superficialmente seca

### 3.5.6. Adición de fibra de vidrio en el diseño de mezcla del mortero.

De acuerdo a los resultados generados de ensayos físicos realizados a los agregados (granulometría, pesos unitarios y específicos, porcentaje de absorción y humedad), se establece el diseño de la mezcla de mortero con adición de fibra de vidrio que tenga los parámetros mínimos acuerde con la normatividad peruana. Las concentraciones que se evalúan son de 0%, 1% y 3% y 10% de fibra de vidrio para mortero de junta y de 0%, 1% y 3% de fibra de vidrio para mortero de revestimiento en función al volumen del agregado. Se considera la muestra de 0% como la muestra patrón.

#### Ensayo de mortero en estado fresco

- **Ensayo de temperatura.** Este método de ensayo nos ayuda a precisar la temperatura del mortero fresco, para ello, nos basaremos en la norma ASTM C1064 con las variables de muestra de slump respectivamente.
- **Ensayo de asentamiento.** Este método de ensayo nos ayuda a monitorear la consistencia de la muestra del mortero en estado fresco bajo un estricto control de la composición del mortero fresco, ante esto, nos basaremos en la norma ASTM C143.

**Ensayo de fisuras por contracción plástica (ASTM C1579-13).** El presente ensayo determina las probabilidades que tiene el mortero de fisurarse, esto mediante la anotación de un esquema de tiempo vs longitud la cual inicia con la presencia de fisuras y la longitud que logran alcanzar las fisuras en un determinado periodo de tiempo

#### Ensayo de mortero en estado endurecido:

- **Resistencia a la compresión.** Nos basaremos a lo indicado por ASTM C109, donde nos indica el método, el procedimiento y los resultados permisibles que se obtenga en el presente ensayo.
- **Resistencia a la flexión.** Nos basaremos a lo indicado por ASTM C293, donde nos indica el método, el procedimiento y el procesamiento de resultados que se obtenga en el presente ensayo.

## **IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Propuesta de investigación**

En esta investigación se cogieron como puntos de referencia las normas técnicas reconocidas a nivel nacional e internacional con el propósito que el presente proyecto tenga una base sólida para investigaciones o aplicaciones futuras. Para el diseño de mezclas se utilizó el ACI y para los procesos de ensayos físicos y mecánicos, la NTP y ASTM.

### **4.2. Análisis e interpretación de resultados**

#### **4.2.1. Selección de materiales**

**Agregado fino y grueso.** Para el presente proyecto recolectamos el agregado, el cual lo obtuvimos de la cantera Bauner S.A., ubicada a 400 m. de la carretera Panamericana Norte – Trujillo.

#### **Figura 1**

*Ubicación de la cantera Bauner S.A.*



*Nota:* Se muestra la ubicación de la Cantera Bauner de rojo mediante Google Maps

**Cemento.** Para este Proyecto, elegimos utilizar cemento Portland tipo I, de marca Pacasmayo.

**Fibra de Vidrio.** Se compró en total 2 kg. de fibra de vidrio para este Proyecto.

#### **4.2.2. Análisis granulométrico**

Como se mencionó anteriormente, este material ha sido recolectado de la cantera Bauner, por lo tanto, fue transportado desde Huanchaco hasta el laboratorio de la UPAO en Trujillo, manteniendo que tanto el agregado no tenga contacto con ninguna clase de humedad, y colocándolo 24 horas en el horno.

#### **Figura 2**

*Extracción del agregado*



Para este procedimiento empezamos seleccionando los tamaños adecuado de tamices para obtener la información requerida cumpliendo las especificaciones de la NTP 400.012, estos tamices son: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

Luego procedemos con el secado de las muestras de agregados a una temperatura de 110°C.

**Figura 3**

*Agregado en laboratorio*



Al retirar <sup>1</sup> el agregado del horno se procede a pesarlo y colocarlo en la tabla de granulometría de agregados que se mostrará a continuación, luego colocamos el agregado a los tamices y procedemos a agitarlos.

**Figura 4**

*Peso de la muestra*



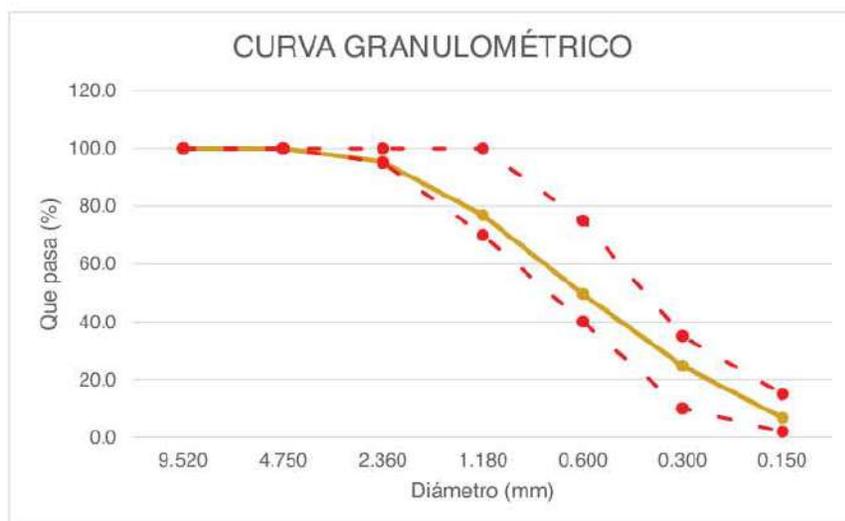
Colocamos los tamices de mayor a menor por orden de abertura de mayor , se coloca la tapa al final, y la muestra en el tamiz superior. A continuación, agitamos los tamices manualmente por 2 minutos.

**Figura 5***Agregado en los tamices*

Procedemos a colocar cada tamiz en un lugar firme y apuntamos el peso de cada grupo y se muestra a continuación:

**Tabla 6***Tabla de granulometría de agregados*

MALLA		PESO	%	% RETENIDO	% QUE PASA	GRADACIÓN
PULG.	(mm.)	RETENIDO (GR)	RETENIDO	ACUMULADO	ACUMULADO	"C"
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0	100
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	100
N° 8	2.360	23.5	4.7	4.7	95.3	95 - 100
N° 16	1.180	92.0	18.4	23.1	76.9	70 - 100
N° 30	0.600	137.0	27.4	50.4	49.6	40 - 75
N° 50	0.300	124.5	24.9	75.3	24.7	10 - 35
N° 100	0.150	89.5	17.9	93.3	6.7	2 - 15
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>	<b>93.3</b>			

**Gráfico 1***Curva granulométrica*

Gracias a este Análisis podemos deducir que el material que se escogió se halla dentro de las propiedades requeridas en la NTP 400.012 del 2013. También, debemos considerar la E.070 Albañilería, la cual especifica que el módulo de fineza (MF) para albañilería debe estar entre los rangos de 1.6 – 2.5. Para esta muestra se pudo determinar que el módulo de fineza es de 2.47; por lo tanto, podemos concluir que este material es adecuado para nuestro proyecto.

#### **1** 4.2.3. Contenido de Humedad

Al empezar con **este ensayo** debemos utilizar una balanza con precisión del 0.1%, procedemos a pesar la muestra y la colocamos en un recipiente.

Utilizamos un horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para que nuestra muestra seque por completo por un periodo de 24 horas, luego procedemos a sacarla y dejarla enfriar para no causarle daño a la balanza. Finalmente la pesamos para poder hallar el contenido de humedad, evitando la pérdida de las partículas.

**Figura 6***Secado de la muestra*

Utilizando la ecuación 2 que se mencionó anteriormente, la cual fue sustraída de la NTP 339.185 del 2013, podemos hallar el contenido de humedad.

**Tabla 7***Contenido de humedad de dos muestras*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2
Peso del Contenedor (g)	38.90	40.90
Peso del Suelo Húmedo + Contenedor (g)	102.50	99.10
Peso del Suelo Húmedo (g), (W)	63.60	58.20
Peso del Suelo Seco + Contenedor (g)	101.90	98.10
Peso del Suelo Seco (g), (D)	63.00	57.20
Peso del Agua (g)	0.60	1.00
Contenido de Humedad (%), (P)	0.95	1.75
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.35</b>	

#### 4.2.4. Peso unitario suelto y compactado

El peso unitario es una propiedad física que está representada por la masa de un cuerpo por unidad de volumen, el peso puede variar debido a la cantidad de agua que exista, tenemos 3 tipos, los cuales son: Saturado, seco y húmedo. Este ensayo nos demanda obtener el peso unitario suelto y compactado del agregado a utilizar.

Para empezar, debemos elegir el recipiente conveniente para nuestro ensayo, teniendo en cuenta la NTP 400.017:

**Tabla 8**

*Capacidad del recipiente*

T NOMINAL MAX. DEL AGREGADO		CAPACIDAD DEL RECIPIENTE	
mm	pulg.	m <sup>3</sup>	p <sup>3</sup>
12.5	1/2	0.0028 (2.8)	1/10
25.0	1	0.0093 (9.3)	1/3
37.5	1 1/2	0.0140 (14)	1/2
75.0	3	0.0280 (28)	1
100.0	4	0.0700 (70)	2 1/2
125.0	5	0.1000 (100)	3 1/2

**Tabla 9**

*Requisitos para los recipientes*

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE	ESPESOR DEL METAL, MIN		
	BASE	SOBRE 38 mm DE PARED	RESTO DE PARED
menor que 11 L	5,0 mm	2,5 mm	2,5 mm
11 a 42 L inc	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
de 42 a 80 L inc	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
de 80 a 133 L inc	13,0 mm	7,6 mm	5,0 mm
menos que 0.4 p <sup>3</sup>	0,20 pulg	0,10 pulg	0,10 pulg
de 0.4 a 1.4 p <sup>3</sup>	0,20 pulg	0,20 pulg	0,12 pulg

de 1.5 a 2.8 p <sup>3</sup>	0,40 pulg	0,25 pulg	0,15 pulg
de 2.8 a 4.0 p <sup>3</sup>	0,50 pulg	0,30 pulg	0,20 pulg

Para calibrar nuestro recipiente lo llenamos por completo de agua para poder pesarlo, y todos estos pesos anotarlos en una tabla. Para determinar nuestro factor de calibración dividimos  $1000 \text{ kg/m}^3$  entre el peso del agua.

Primero, hallamos nuestro peso unitario suelto, para esto solo colocamos el agregado en nuestro recipiente hasta el borde y con nuestra barra compactadora mantuvimos uniforme nuestra superficie, después se pesó el recipiente más el agregado y lo colocamos en la tabla.

### Figura 7

*Agua + muestra*



Y para hallar nuestro peso unitario compactado, empezamos llenando de  $1/3$  a  $1/3$  la cantidad de nuestro agregado, y cada vez que llenamos  $1/3$  del recipiente procedemos a compactarlo con nuestra barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos de forma uniforme la superficie.

Se pesó el recipiente más el agregado compactado y también lo anotamos en una tabla.

**Tabla 10**

*Peso unitario suelto*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>
PESO DE RECIPIENTE gr (T)	3438.00	3438.00
PESO RECIPIENTE + MUESTRA gr (G)	7782.52	7824.20
PESO DE LA MUESTRA gr	4344.52	4386.20
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	2816.00	2816.00
PESO UNITARIO gr/cm <sup>3</sup>	1.54	1.56
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup> (M)	1542.80	1557.60
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>	1550.20	

**Tabla 11**

*Peso unitario compactado*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>
PESO DE RECIPIENTE gr (T)	3438.00	3438.00
PESO RECIPIENTE + MUESTRA gr (G)	8218.16	8241.53
PESO DE LA MUESTRA gr	4780.16	4803.53
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	2816.00	2816.00
PESO UNITARIO gr/cm <sup>3</sup>	1.70	1.71
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup> (M)	1697.50	1705.80
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	1701.65	

Analizando estos resultados, podemos deducir que nuestros agregados cumplen con las características mínimas que piden, su peso unitario suelto es de  $1550.20 \text{ kg/m}^3$  y el peso unitario compactado es de  $1701.65 \text{ kg/cm}^3$ .

#### 4.2.5. Densidad y absorción del agregado fino

Para comenzar con este método, primero preparamos la muestra, así podremos obtener los resultados más óptimos posibles.

Tomamos 300 gramos de nuestra muestra y la sumergimos en agua durante 24 horas. Al siguiente día colocamos la muestra en un recipiente y la dejamos secar; cuando los granos de nuestra muestra estaban sueltos pudimos comprobar que había secado de forma uniforme.

#### Figura 8

*Muestra en proceso de saturación*



Al finalizar, introducimos nuestra muestra en un molde cónico y lo comprimimos 25 veces dejando que el pisón cayera desde una altura de 1 cm, luego nivelamos y al quitar el molde, nuestra muestra cayó, por lo tanto, ya estaba totalmente seca, pesamos esta muestra y anotamos. Esto quiere decir que se ha alcanzado una condición saturada con superficie seca.

**Figura 9**

*Arena en condición saturada superficialmente seca*



Luego pesamos el picnómetro vacío y envasamos nuestra muestra en el picnómetro y lo llenamos con agua a 20°C hasta más o menos 250 cm<sup>3</sup>, giramos el picnómetro eliminando todas las burbujas de aire que se crean. Pesamos el picnómetro con la muestra y anotamos.

**Figura 10**

*Picnómetro más arena más agua*



**Figura 11**

*Desairado de la muestra a través del agitado manual*



Guardamos nuestra muestra en un recipiente y las dejamos en el horno por 24 horas, al término de éste pesamos las muestras y anotamos.

**Tabla 12**

*Datos para hallar la densidad y absorción del agregado fino*

DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2
PESO DEL PICNÓMETRO VACÍO gr	139	139
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA gr (B)	635	635
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA gr (C)	821	826.2
PESO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA gr (S)	300	300
PESO DEL RECIPIENTE gr	364	362
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA gr	662	658.5
PESO DE LA MUESTRA SECA (A) gr	298	296.5

Y a realizar los cálculos correspondientes:

**Ecuación 11**

$$\text{Densidad Relativa (OD)} = \frac{A}{B + S - C}$$

Teniendo:

$$OD = \frac{298}{635 + 300 - 821}$$

$$OD = 2.614$$

**Ecuación 12**

$$\text{Densidad relativa (SSD)} = \frac{S}{B + S - C}$$

Teniendo:

$$SSD = \frac{300}{635 + 300 - 821}$$

$$SSD = 2.632$$

**Ecuación 13**

$$\text{Densidad relativa aparente (SSD)} = \frac{A}{B + A - C}$$

Teniendo:

$$SSD = \frac{298}{635 + 298 - 821}$$

$$SSD = 2.661$$

**Ecuación 14.**

$$\text{Absorción (\%)} = 100 \times \left( \frac{S - A}{A} \right)$$

Teniendo:

$$\text{Absorción} = 100 \times \left( \frac{300 - 298}{298} \right)$$

$$\text{Absorción} = 0.67\%$$

En base a <sup>1</sup> la NTP 400.022, todas las densidades se multiplicaron por 977.5 kg/cm<sup>3</sup> y tener en cuenta que este valor es la densidad del agua a 23°C.

**Tabla 13**

<sup>1</sup> *Resumen de la densidad y absorción del agregado fino*

DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	PROMEDIO
DENSIDAD RELATIVA (m. seca al horno seco)	2.614	2.725	2.670
DENSIDAD RELATIVA (m. saturada superficialmente seca)	2.632	2.757	2.694
DENSIDAD RELATIVA APARENTE	2.661	2.816	2.738
DENSIDAD (m. seca al horno seco) kg/m <sup>3</sup>	2607.5	2718.4	2662.94
DENSIDAD (m. saturada superficialmente seca) kg/m <sup>3</sup>	2625.0	2750.5	2687.73
DENSIDAD APARENTE kg/m <sup>3</sup>	2654.1	2808.7	2731.39
ABSORCIÓN (%)	0.67%	1.18%	0.93%

**4.2.6. Densidad del concreto**

Para hallar este dato, nos basamos en la NTP 334.005, usamos para este proyecto cemento Portland Tipo I y las especificaciones de éste nos indican que su densidad es de 3.15 g/cm<sup>3</sup>.

#### 4.2.7. Diseño de mezcla

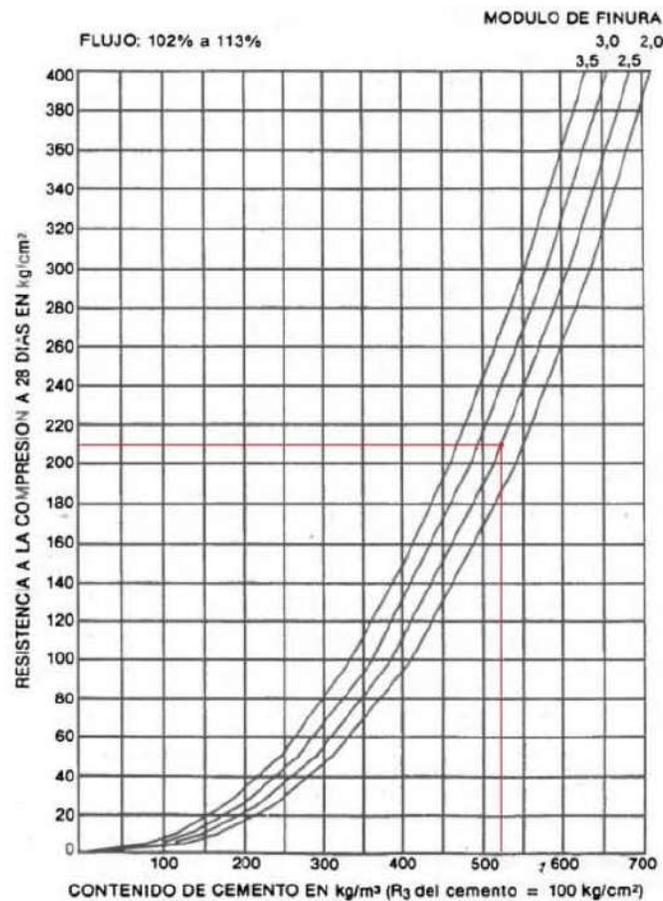
Para este trabajo de investigación trabajamos con un diseño de mezcla para una resistencia  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  según el método ACI y un módulo de fineza de 2.47.

En el siguiente gráfico obtenemos el contenido de cemento que necesitamos para nuestro diseño obtenemos:

- Cemento = 525 kg por  $\text{m}^3$  de mortero

#### Gráfico 2

*Determinación del contenido de cemento mortero seco*

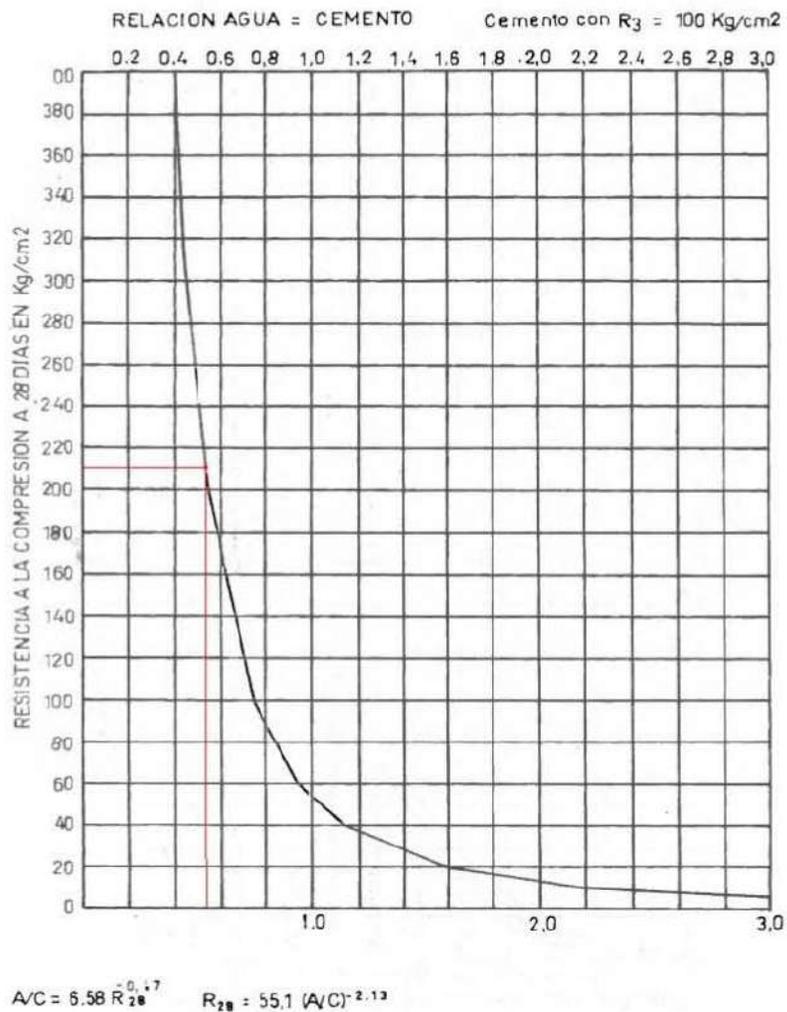


*Nota:* Obtenido del ingeniero Rodrigo Salamanca en el Laboratorio de Ensayos e Investigaciones de la Universidad Nacional de Bogotá

Después de hallar la cuantía del cemento, continuamos calculando la cantidad de agua que necesitaremos por m<sup>3</sup> de mortero que cumpla con la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, en el siguiente gráfico podemos observar la relación agua-cemento, después de hallar ésta y el contenido de cemento que hallamos en el paso anterior, definimos lo que necesitamos en cantidad de agua.

### Gráfico 3

#### Determinación de la relación agua - cemento



*Nota:* Obtenido del ingeniero Rodrigo Salamanca en el Laboratorio de Ensayos e Investigaciones de la Universidad Nacional de Bogotá

Con la ayuda de la tabla anterior, definimos que:

Relación agua – cemento = 0.52

Procedemos a hallar la cantidad de agua:

### **Ecuación 15**

$$A/C = 0.52$$

Teniendo:

$$A = 0.52 \times 525$$

<i>A = 273 litros de agua por m<sup>3</sup> de mortero</i>
--

Después hallamos lo que necesitamos del contenido de agregado fino para nuestra mezcla, sabiendo lo siguiente:

Datos:

- Densidad del cemento:  $3.15 \text{ g/cm}^3 = 3150 \text{ kg/m}^3$
- Peso específico del agregado saturado y superficialmente seco:  $2.68 \text{ g/cm}^3$
- Peso unitario suelto de la arena:  $1.55 \text{ g/cm}^3$
- Volumen de aire incluido:  $3.5\% = 0.035$ .

Hallamos el volumen del cemento con la siguiente ecuación:

### **Ecuación 16**

$$V_e = \frac{525 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m}^3}$$

Teniendo:

$$V_e = 0.17 \text{ m}^3 \text{ por m}^3 \text{ de mortero}$$

Hallamos el volumen del agua de la siguiente formula:

$$V_{\text{agua}} = 272 \text{ litros} = 0.272 \text{ m}^3$$

Hallamos el volumen del agregado de la siguiente manera:

### Ecuación 17

$$V_{\text{arena}} = 1 - (V_e + V_{\text{agua}} + V_{\text{aire}})$$

$$V_{\text{arena}} = 1 - 0.17 - 0.272 - 0.035$$

Teniendo:

$$V_{\text{arena}} = 0.523 \text{ m}^3 \text{ por m}^3 \text{ de mortero}$$

Luego con la siguiente formula se encuentra <sup>1</sup> la masa de la arena que necesitaríamos:

### Ecuación 18

$$\text{Masa}_{\text{arena}} = V_{\text{arena}} \times \text{Densidad}_{\text{arena}}$$

$$\text{Masa}_{\text{arena}} = 0.523 \times 2680$$

Teniendo:

$$\text{Masa}_{\text{arena}} = 1401.6 \text{ kg por m}^3 \text{ de mortero}$$

Y, por último, tenemos que para una masa unitaria suelta de la arena de 1.55 g/cm<sup>3</sup>:

**Ecuación 19**

$$\frac{1401.6}{1550.2} = 0.904 \text{ m}^3 \text{ por m}^3 \text{ de mortero}$$

<sup>1</sup> Luego las proporciones de nuestra mezcla serían:

**Tabla 14**

*Proporciones de la mezcla*

CANTIDAD		
Agua	272 litros	
Cemento	525 kg.	Por m <sup>3</sup> de mortero
Agregado	1401.6 kg	

*Fuente: Elaboración Propia*

**4.2.8. Adición de fibra de vidrio en el diseño de mezcla del mortero**

Al tener nuestras proporciones para el diseño de mezcla de nuestro mortero, procedemos a adicionarle la fibra de vidrio en los porcentajes ya definidos, y establecer la cantidad de material que se necesitará para cada ensayo en estado endurecido y plástico que se realizarán.

**Tabla 15**

<sup>2</sup> *Cantidad de materiales por elaboración de probeta (kg)*

ELEMENTO	PESO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROBETA	VIGUETA	PANEL
		CÚBICA 50x50x50 mm (Kg)	160x40x40 mm (Kg)	RECTANGULAR 560x360x110 mm (Kg)
Agua	272	0.034	0.070	6.032
Cemento	525	0.066	0.134	11.642
Agregado	1401.6	0.175	0.359	31.082
Fibra de Vidrio	0	0.000000	0.000000	0.000000

0.1	0.000013	0.000026	0.002218
0.3	0.000038	0.000077	0.006653
<b>TOTAL</b>	<b>0.275</b>	<b>0.563</b>	<b>48.765</b>

**Figura 12**

*Preparación del diseño de mezcla*



**1**  
**4.2.9. Ensayo de temperatura**

Para este método nos basaremos en la norma ASTM C1064 y en la NTP 339.184.

Como éste es un ensayo del mortero en estado fresco, no necesitamos ningún molde, solo un recipiente, el cuál primero humidecemos, dejamos secar un poco y vertemos nuestra mezcla en éste.

### Figura 13

*Mortero en estado fresco*



Colocamos el dispositivo de medición de temperatura en nuestra mezcla de concreto fresco, verificando que como mínimo esté sumergido unos 75 mm. también tuvimos bastante cuidado en que la temperatura del ambiente no afecta la medición.

Dejamos introducido el dispositivo en nuestra mezcla de concreto fresco por 3 minutos y anotamos; repetimos estos pasos en la mezcla que tiene 0% fibra de vidrio, 1% y 3%.

### Tabla 16

*Temperatura de cada mezcla*

N° MUESTRA	DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	TEMPERATURA (°C)
M1V0	0	23.70
M2V1	100	24.50
M3V3	300	28.20

**Gráfico 4**

*Temperatura de cada mezcla*



#### **4.2.10. Ensayo de asentamiento**

Para este ensayo nos basaremos en la norma ASTM C143; para este ensayo de mortero en estado fresco tuvimos que tener en consideración el molde a utilizar, debido a que en la norma estaban las especificaciones:

Empezamos humedeciendo el molde y nos aseguramos de que esté firmemente en su sitio colocando nuestros pies sobre los soportes al empezar el llenado y en la limpieza. Luego llenamos nuestro molde con la muestra de nuestra

mezcla aproximadamente  $\frac{1}{3}$  del volumen de nuestro molde, es decir a una altura aproximada de 70 mm., asegurándonos de distribuir la mezcla uniformemente; con la varilla apisonadora empezamos a **asentar la muestra con 25 golpes en cada capa como la norma nos lo indica, la segunda capa es a una altura de 160 mm.**

Para **la última capa** se tiene que llenar el molde excediéndonos del volumen de éste y después comenzamos a varillar, al acabar aún nos faltaba rellenar un poco más, de modo que agregamos más de nuestra mezcla hasta que nuestro molde se llenó completamente y enrasamos.

### Figura 14

*Llenado de mezcla*



**1** Limpiamos lo que sobró para tener una mejor área de trabajo, colocamos las **manos en las manijas** y retiramos **nuestros pies**. Procedemos a **levantar el molde** en 5 segundos teniendo mucho cuidado de no tocar la mezcla.

Colocamos el molde de forma invertida junto a nuestra mezcla y ubicamos nuestra varilla de **forma horizontal** apoyada sobre éste para poder obtener nuestros datos. **1** Medimos **la distancia de la varilla al centro del cono** y **anotamos**. Repetimos **estos** pasos 3 veces para poder obtener un promedio.

**Figura 15***Medición del asentamiento***Tabla 17***Asentamiento de las mezclas*

N° MUESTRA		DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	ASENTAMIENTO			
TIPO	N°		Pulg.	Prom.	mm	Prom.
M1 V0	1	0	4.00		101.60	
	2	0	3.75	3.75	95.25	97.37
	3	0	3.75		95.25	
M2 V1	1	100	3.50		88.90	
	2	100	3.25	3.25	82.55	84.67
	3	100	3.25		82.55	

	1	300	3.00		76.20	
M3 V3	2	300	3.00	3.00	76.20	78.32
	3	300	3.25		82.55	

**Tabla 18**

*Variación de los asentamientos*

Nº MUESTRA	DOSIS (g/m3)	ASENTAMIENTO		VARIACIÓN DEL ASENTAMIENTO (%)	REDUCCIÓN DEL ASENTAMIENTO (%)
		Pulg.	mm		
M1 V0	0	3.75	95.25	100%	0%
M2 V1	100	3.25	82.55	87%	13%
M3 V3	300	3.00	76.20	80%	20%

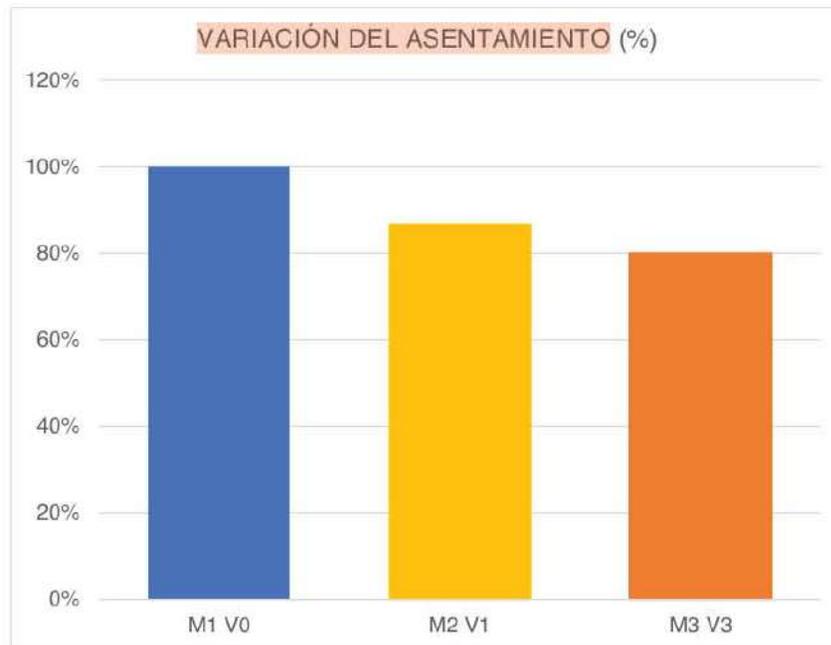
**Gráfico 5**

*Asentamiento de las mezclas*



### 1 Gráfico 6

#### Variación del asentamiento



### 1.2.11. Ensayo de fisuras por contracción plástica

Nos basaremos en la norma ASTM C1579, en resumen, es anotar el momento que van apareciendo las fisuras y cómo van evolucionando. Se inicio al seleccionar recipiente, para este ensayo, siguiendo lo que dice la norma y se escoge un panel rectangular de 360 x 560 x 110 mm.

Al ya tener seleccionado nuestro panel, continuamos con el llenado de la mezcla y compactarlo con la varilla, aporreando los lados de ésta 15 veces; nos aseguramos de llenar homogéneamente y registrar la temperatura del concreto y la temperatura del ambiente; también se registra las horas.

**Figura 16**

*Mezcla en el panel rectangular*

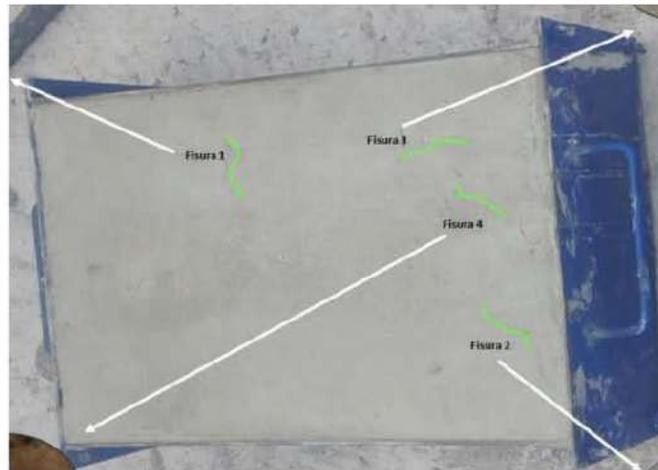


A continuación, llevamos el registro y control cuando aparece y va evolucionando cada grieta, para cada revisión es en un intervalo de 15 minutos. Medimos la longitud con una regla y el ancho con fisurómetro de cada fisura que va saliendo; evitamos los bordes del panel para evitar posibles errores por efecto del borde.

Se va verificando constantemente hasta que no se muestren más o los que ya existen no evolucionen.

**Figura 17**

*Evolución de las fisuras*



**Tabla 19**

*Contracción plástica*

MUESTRA		RESULTADOS			
TIPO	DOSIS DE FIBRA	ANCHO (mm.)	ANCHO PROMEDIO (mm.)	LONGITUD (mm.)	LONGITUD PROMEDIO (mm.)
M1 V0	0	0.45	0.44	3.82	3.77
		0.60		3.91	
		0.62		3.79	
		0.53		3.78	
		0.27		3.65	
		0.31		3.80	
		0.29		3.61	
M2 V1	100	0.35	0.37	3.29	3.31
		0.41		3.33	
		0.38		3.31	
		0.32		3.32	
		0.38		3.28	
M3 V3	300	0.25	0.23	3.21	3.16
		0.28		3.15	
		0.19		3.16	
		0.21		3.13	

Para encontrar <sup>1</sup> la reducción del ancho y de la longitud de las grietas (the crack reduction ratio), será usada la siguiente ecuación:

### Ecuación 20

$$CRR = \left( 1 - \frac{\text{Ancho medio de la grieta del mortero reforzado con fibra de vidrio}}{\text{Ancho medio de la grieta del mortero patrón}} \right) \times 100\%$$

**Tabla 20**

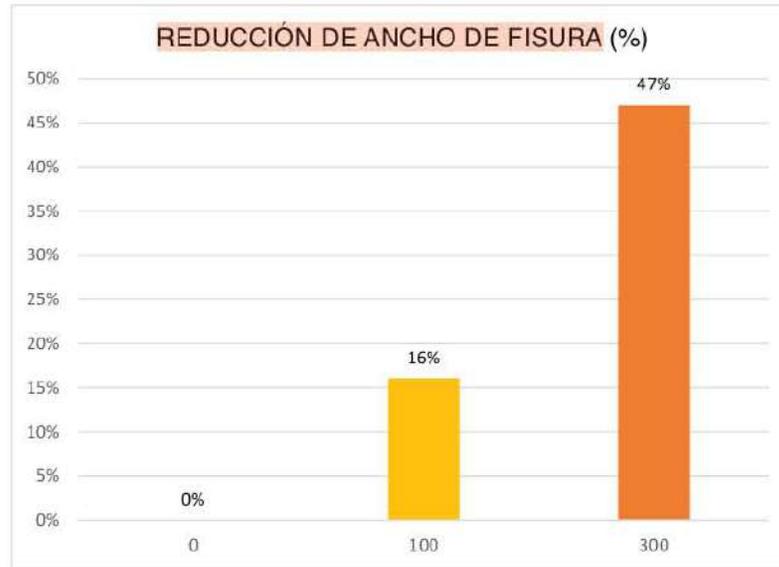
*Reducción de ancho y longitud de fisuras*

MUESTRA			RESULTADOS			
TIPO	DOSIS DE FIBRA	Nº DE FISURAS	ANCHO PROMEDIO (mm.)	REDUCCIÓN DE ANCHO (%)	LONGITUD PROMEDIO (mm.)	REDUCCIÓN DE LONGITUD (%)
M1 V0	0	7	0.44	0%	3.77	0%
M2 V1	100	5	0.37	16%	3.31	12%
M3 V3	300	4	0.23	47%	3.16	16%

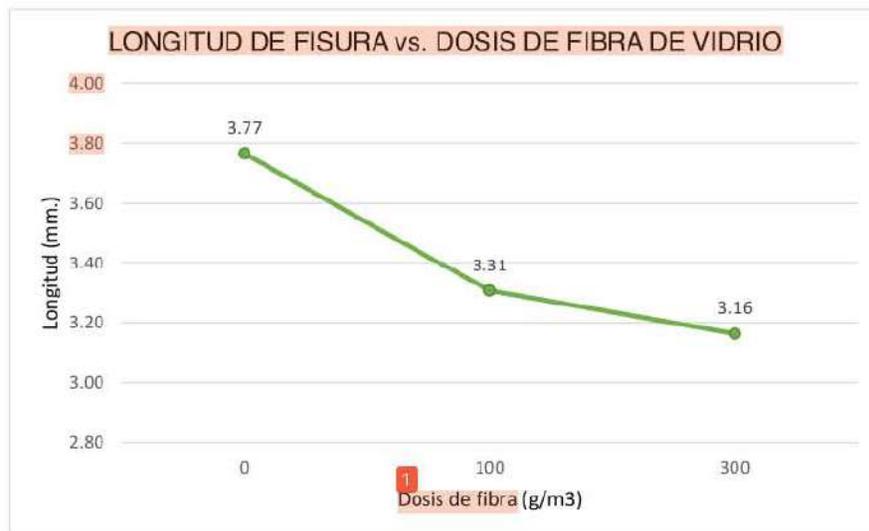
### <sup>1</sup> Gráfico 7

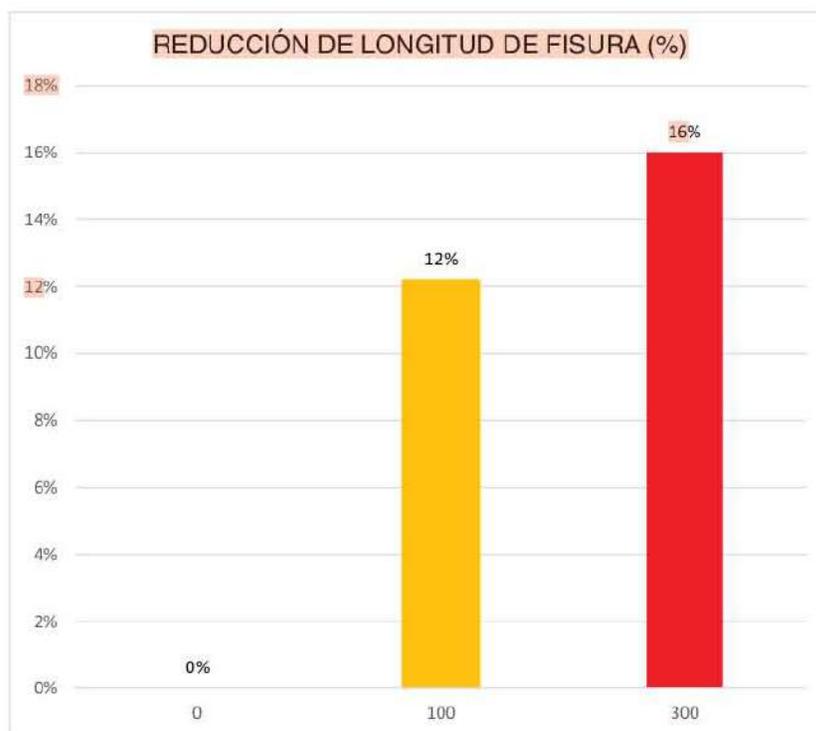
Ancho de Fisura



**Gráfico 7***Reducción de ancho de fisuras*

Se puede observar que mientras se adiciona a la muestra más porcentaje de fibra de vidrio, va a ver una reducción más notable del ancho de fisuras.

**Gráfico 8***Longitud de fisura*

**Gráfico 9****Reducción de longitud de fisuras**

Se puede observar que mientras se adiciona a la muestra más porcentaje de fibra de vidrio, va a ver una reducción más notable de la longitud de fisuras.

**4.2.12. Resistencia a la compresión**

Para este ensayo nos basamos a lo indicado por ASTM C109, para empezar, preparamos los moldes de los especímenes con un desencofrante, siguiendo con las especificaciones de la norma éstos deben de ser de 50 x 50 x 50 mm., en este caso nosotros usamos aceite como desencofrante, aplicamos un recubrimiento fino a las caras interior del molde escogido; y aproximadamente esta capa de mortero fue de 25 mm. en todas las muestras.

**Figura 18**

*Moldes cúbicos de 50 x 50 x 50 mm.*



Luego apisonamos el mortero en cada muestra cúbica 32 veces en 4 rodadas aproximadamente 10 segundos cada una, cada vuelta fue de 8 golpes sobre la superficie de nuestra mezcla. Pasamos la parte plana de la espátula sobre la longitud del molde para poner en nivelación el mortero y colocamos los cubos de nuestra mezcla en un gabinete húmedo por 3 días exponiendo las superficies exteriores al aire húmedo.

Al pasar los 3 días sumergimos los especímenes en tanques de almacenaje llenos de agua saturada de cal, y procedemos a dejarlas allí hasta que se cumpla los tiempos programados para cada grupo de cubitos.

Colocamos con cuidado cada uno de los especímenes en nuestra máquina de ensayo debajo del centro del apoyo superior del bloque y aplicamos la carga directo a las caras de éstos.

### Figura 19

*Probetas cúbicas*



**Figura 20**

*Ensayo de resistencia a compresión*



Finalmente, para calcular la resistencia a la compresión usamos la fórmula que se muestra a continuación:

**Ecuación 21**

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

F<sub>m</sub> = Resistencia a la compresión (MPa o lb/pulg<sup>2</sup>)

P = Carga total máxima (N o lb)

A = Área de la superficie cargada (mm<sup>2</sup> o pulg<sup>2</sup>)

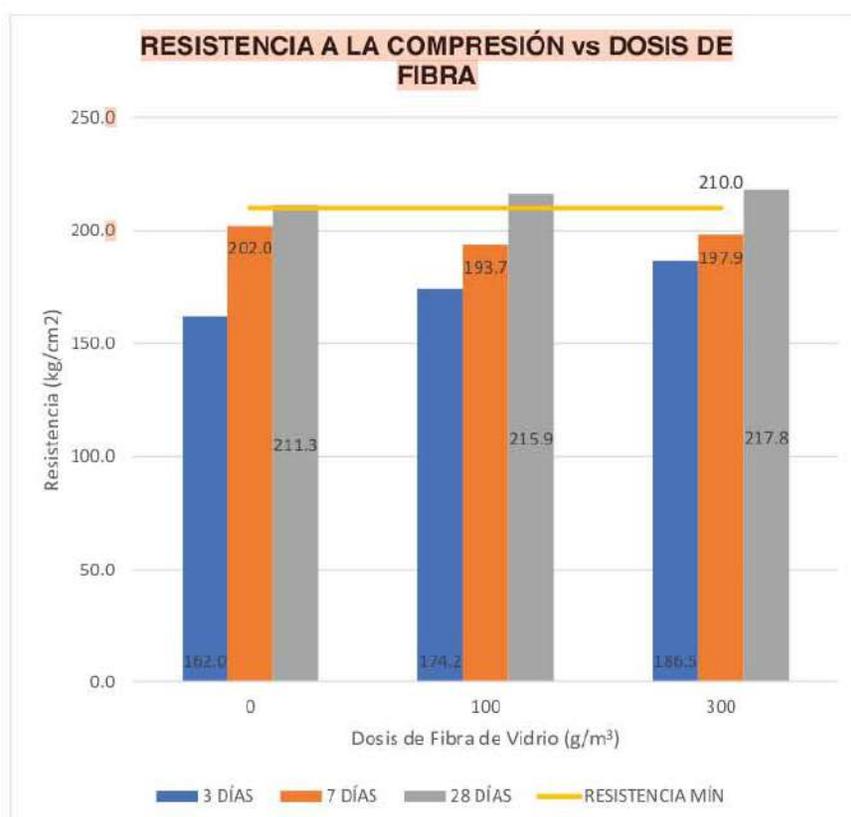
Tabla 21

Resistencia a la compresión

MUESTRA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		
TIPO	DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS
M1 V0	0	162.0	202.0	211.3
M2 V1	100	174.2	193.7	215.9
M3 V3	300	186.5	197.9	217.8

Gráfico 10

Resistencia a la compresión



**Gráfico 11**

*Resistencia a la compresión*



Se puede ver en la anterior tabla y gráfica que la evolución de la resistencia no es de modo uniforme por lo tanto se realiza una comparación con respecto al tiempo.

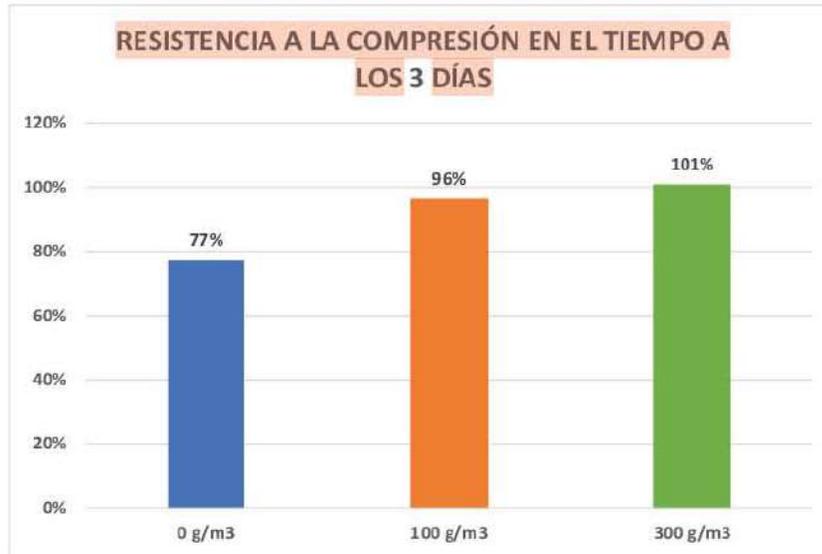
**Tabla 22**

*Resistencia en función del tiempo*

<b>RESISTENCIA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO</b>						
<b>Probetas cúbicas diseñadas para <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>						
<b>EDAD</b>	<b>0 g/m<sup>3</sup></b>		<b>100 g/m<sup>3</sup></b>		<b>300 g/m<sup>3</sup></b>	
	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
3 días	162.0	77%	202.0	96%	211.3	101%
7 días	174.2	83%	193.7	92%	215.9	103%
28 días	186.5	89%	197.9	94%	217.8	104%

**1**  
**Gráfico 12**

*Resistencia a la compresión en el tiempo a los 3 días*



**1**  
**Gráfico 13**

*Resistencia a la compresión en el tiempo a los 7 días*



**Gráfico 14**

**1**  
*Resistencia a la compresión en el tiempo a los 28 días*



#### **4.2.13. Resistencia a la flexión**

Para este ensayo nos basamos a lo indicado por ASTM C293, primero preparamos nuestras muestras que, siguiendo las especificaciones de la norma ya mencionada, tenían que ser de 160 x 40 x 40 mm., luego procedimos a elaborarlas siguiendo los pasos mencionados en el ensayo anterior, teniendo en cuenta los días ya establecidos.

**Figura 21***Conformación de viguetas*

Después empezamos a marcar con un plumón la parte central de la viga y un par de líneas más en cada lado con un espacio de 5 cm, midiéndolo a partir del centro de la viga; con el propósito de colocar en el centro la viga en los bloques de soporte que la máquina de ensayo posee, y colocamos nuestro USB a la máquina de ensayo para guardar la información necesaria para nuestro proyecto.

**Figura 22**

*Ensayo de resistencia a la flexión*



Aplicamos una carga en el punto medio de nuestra viga, manteniendo una velocidad constante de 0.10 kn/s cuando empieza la prueba hasta que se produjo la primera rotura de la probeta. Y calculamos el módulo de rotura con la fórmula siguiente:

**Ecuación 22**

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Módulo de ruptura (MPa o lb/pulg<sup>2</sup>)

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo (N ó lbf)

L = Luz entre soportes (mm ó pulg).

b = Ancho promedio del espécimen en la fractura (mm ó pulg).

d = Espesor promedio del espécimen en la fractura (mm ó pulg).

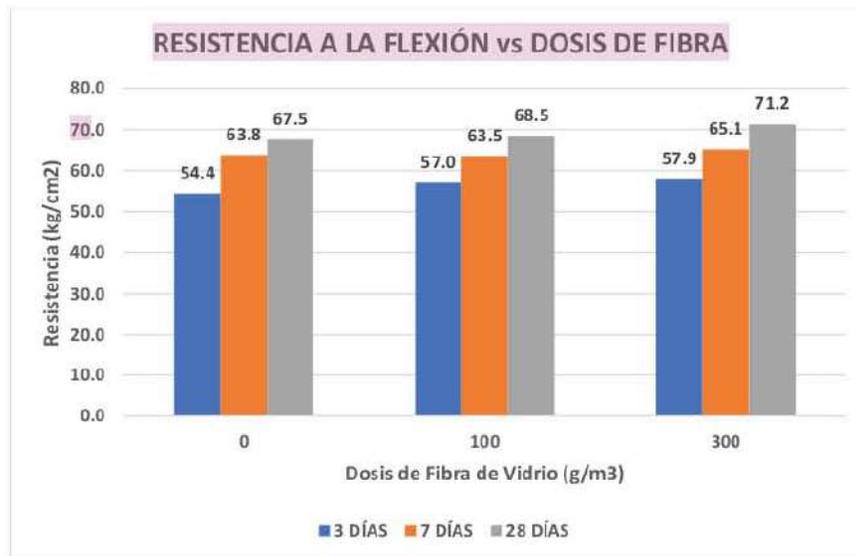
**Tabla 23**

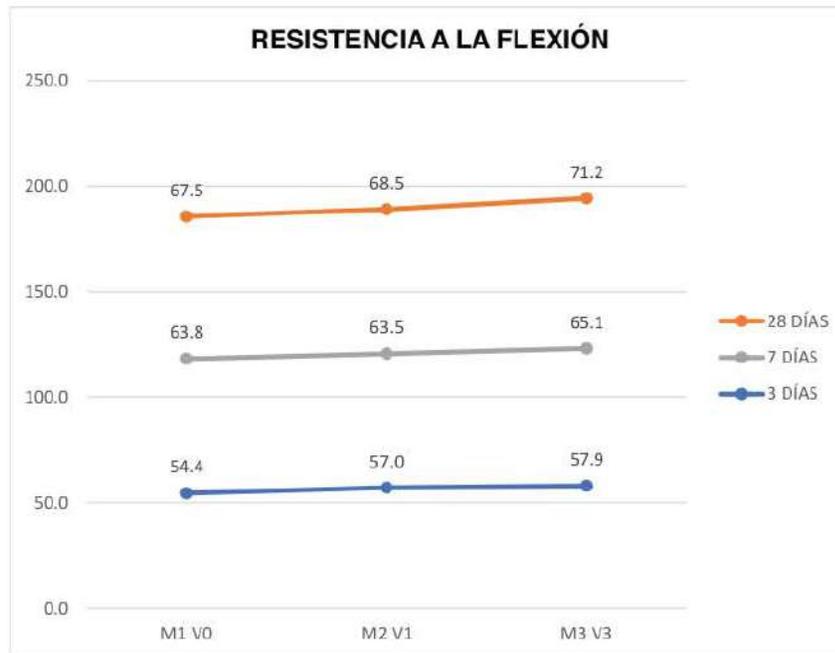
**Resistencia a la flexión**

MUESTRA		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		
TIPO	DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS
M1 V0	0	54.4	63.8	67.5
M2 V1	100	57.0	63.5	68.5
M3 V3	300	57.9	65.1	71.2

**Gráfico 15**

**Resistencia a la flexión vs dosis de fibra de vidrio**



**Gráfico 16***Resistencia a la flexión*

#### **4.3. Docimasia de hipótesis**

Al realizar el análisis a las propiedades de un mortero de reparación adicionando como aditivo el 1% y 3% de fibra de vidrio, se pudo establecer que según las normas las cuales usamos como guía, mientras mayor sea el porcentaje de fibra de vidrio como aditivos, van hacer mejores los resultados de sus propiedades, y estos resultados cumplen con las normas ya mencionadas.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- A través de los distintos ensayos se pudo comprobar <sup>1</sup> que los agregados cumplen con todas las NTP vigentes, y para que se puedan entender de mejor manera se elaboró un cuadro con los resultados:

**Tabla 24**

*Propiedades del agregado*

AGREGADO			
ENSAYO		UNIDAD	RESULTADO
Análisis Granulométrico		Módulo de fineza	2.47
Contenido de Humedad		%	1.35
Peso unitario suelto		kg/m <sup>3</sup>	1550.20
Peso unitario compactado		kg/m <sup>3</sup>	1701.80
	D. R. m. seca	kg/m <sup>3</sup>	2662.94
Densidad y	<sup>1</sup> D. R. m. saturada	kg/m <sup>3</sup>	2687.70
Absorción del	superficialmente seca		
agregado fino	Densidad aparente	kg/m <sup>3</sup>	2731.39
	Absorción	%	0.93

- Siguiendo las NTP y ASTM vigentes, hallamos el diseño de mezcla y se empezó con los ensayos en estado fresco y en estado endurecido, luego de estudiar cada uno de los resultados, se llegó a la conclusión de que todos los resultados cumplían con los estándares vigentes, <sup>1</sup> en estado fresco se obtuvo la temperatura y asentamiento, que se mantuvieron entre los valores ideales, después la contracción plástica, en la cual aparecieron 16 fisuras, y nos percatamos que entre mayor sea el <sup>1</sup> porcentaje de fibra de vidrio el número de fisuras fue disminuyendo, y para el estado endurecido, tuvimos la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, en la cual se notó

que entre mayor sea el porcentaje de fibra de vidrio, su resistencia es mayor, pero es relevante resaltar que el progreso no fue en forma homogénea.

- Se hizo una tabla resumen comparativa para poder apreciar mejor los resultados.

Tabla 25

Tabla resumen

MORTERO										
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO								
		0%			1%			3%		
		3 días	7 días	28 días	3 días	7 días	28 días	3 días	7 días	28 días
Temperatura	°C		23.7			24.5			28.2	
Asentamiento	mm.		97.37			84.67			78.32	
Contracción plástica	Ancho		0.44			0.37			0.23	
	Longitud		3.77			3.31			3.16	
Resistencia a la Compresión	kg/cm <sup>2</sup>	162	202	211.3	174.2	193.7	215.9	186.5	197.9	217.8
Resistencia a la Flexión	kg/cm <sup>2</sup>	54.4	63.8	67.5	57	63.5	68.5	57.9	65.1	71.2

## CONCLUSIONES

- La selección de materiales de agregado fino y grueso fueron extraídos de la cantera Bauner S.A., consiguiendo a ello se realizaron los ensayos básicos para analizar que si cumplan con las normas vigentes estipuladas.
- Se realizó el análisis granulométrico para deducir que los materiales escogidos se encuentran dentro de las propiedades requeridas por las especificaciones de la NTP 400.012 con la finalidad. De dicho análisis se obtuvo un peso requerido de 500 gr., un porcentaje acumulado del 93.3% y un módulo de fineza de 2.47, lo que indica que el material es el adecuado para realizar el proyecto.
- Consiguientemente a ello se realizó el contenido de humedad de dos muestras del mismo material obtenido de la cantera bajo los lineamientos de la NTP 339.185 utilizando una balanza con precisión del 0.1% donde se obtuvo un promedio de 1.35.
- Se realizó el ensayo de peso unitario suelto y compactado teniendo en cuenta los lineamientos de la NTP 400.017. Para el ensayo del peso unitario suelto se determinó la capacidad del recipiente con la respectiva calibración donde obtuvimos que el peso unitario suelto es de  $15550.20 \text{ kg/m}^3$ . Asimismo, se realizó el ensayo para hallar el peso unitario compactado de nuestro agregado con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos de forma uniforme obteniendo un peso unitario compactado con un valor de  $1701.65 \text{ kg/cm}^3$ , lo que nos indica que nuestros agregados si cumplen con las características requeridas.
- Se realizó el ensayo de densidad y absorción del agregado fino bajo las ecuaciones de los lineamientos de la NTP 400.022 teniendo en cuenta que todas las densidades se multiplicaron por la densidad del agua a  $23^\circ\text{C}$ . que tiene por valor  $9.77.5 \text{ kg/cm}^3$ . Las ecuaciones realizadas fueron de densidad relativa, densidad relativa aparente y el porcentaje de absorción donde se obtuvo un promedio de 2.670, 2.738 y 0.93% respectivamente.
- El diseño de mezcla se trabajó para una resistencia  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  según el método ACI y un módulo de fineza de 2.47. Se determinó el contenido de cemento que tuvo como valor de 525 kg. Después de hallar la cuantía del

cemento, se calculó la cantidad de agua necesaria es de 272 litros. Consiguiente a ello, se halló el contenido agregado es de 1401.6 kg.

- Una vez obtenida las proporciones para el diseño de mezcla de nuestro mortero se procedió a adicionar la fibra de vidrio en los porcentajes de 1% y 3%, para ello, se realizó el ensayo de temperatura basado en la norma ASTM C1064 y NTP 339.184 donde se obtuvo que para el diseño con fibra de vidrio de 1% y 3% se obtuvo una temperatura de 24.50 °C y 28.20 °C respectivamente.
- También se realizó el ensayo de asentamiento donde se obtuvo que para la fibra de vidrio de 1% tuvo una variación y reducción del asentamiento de 87% y 13% correspondiente mientras que para la fibra de vidrio de 3% tuvo una variación y reducción del asentamiento de 80% y 20% correspondiente, lo que indica que con esta adición de fibra de vidrio hay menos porcentaje de variación.
- Se realizó una tabla comparativa de resultados a 0%, 1% y 3% de adición de fibra de vidrio de acuerdo a los ensayos de fisuras por contracción plástica de acuerdo a la reducción de ancho y longitud de fisuras, asimismo, la resistencia a la compresión en función al tiempo y resistencia a la flexión donde se llegó a la conclusión que éste puede servir como alternativa para mejorar las propiedades mecánica de éste, todos nuestros ensayos tuvieron resultados positivos y lo más importante cumplían con todas las NTP.
- Pudimos concluir que la dosificación con mejor comportamiento fue la de 300 g/m<sup>3</sup> de fibra de vidrio, ya que al utilizar esta cantidad la contracción plástica se ha reducido en un 47% y 16% con respecto al mortero patrón, la resistencia a la compresión se incrementó en un 4% con relación al mortero patrón y presentaba una correcta manejabilidad para su instalación.

### RECOMENDACIONES

- Es importante seguir innovando <sup>1</sup> con nuevos diseños utilizando distintos aditivos tales como el caucho, plástico, papel, entre otros; en distintos porcentajes, y no solo en diseños de mortero, también de hormigón, para poder mejorar las propiedades de éstos con alternativas rentables que están al alcance de todos.
- Otra alternativa para investigar <sup>1</sup> sería morteros con distinta fuerza de resistencia, para poder llevar a cabo un cuadro comparativo, y ver si para todas las resistencias influye de manera positiva.
- Saliendo del laboratorio también tenemos diferentes alternativas donde podríamos explotar este tema, llevándolo a campo sería interesante ver la respuesta en distintos meses sobre la evolución de estos tipos de mezclas.
- Efectuar fallas de vigas y cilindros de concreto en ambos ensayos de compresión, flexión y tracción de acuerdo a los parámetros requeridos en las normas, teniendo en cuenta diámetros, longitudes y demás medidas suficientes, pues de ellas depende una gran parte el obtener resultados correctos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ASTM C109-95 (1995). *Método de prueba estándar para la Resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico (Usando especímenes de 50 mm).*
- ASTM C143. *Método estándar para la prueba del revenimiento en el concreto de cemento portland.*
- ASTM C1064-11. *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura del concreto fresco con cemento Portland.*
- ASTM C293-02 (2022). *Método de ensayo estándar para la Resistencia a la flexión del concreto (utilizando viga simple con carga en el punto central).*
- Ayala B, A. P. (2019) *Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo de arcilla con morteros mejorados de fibras de polipropileno, Sikafiber Pe y Drymix de 12 mm* [Tesis de título, Universidad Privada del Norte] <http://hdl.handle.net/11537/22168>
- Bustos, A. (2018) *Morteros con propiedades mejoradas de ductilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto endurecido* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid] <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.54114>
- NTP 400.037 (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Norma Técnica Peruana. 3ra edición.*
- NTP 334.082 (2008). *Cemento Portland, especificación de la performance. 3ra edición. Norma Técnica Peruana.*
- NTP 339.088. *Requisitos de calidad del agua para el concreto. Norma Técnica Peruana.*
- NTP 400.012 (2013). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Norma Técnica Peruana. 3ra edición.*

Trujillo, A. L. (2018) *Influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades de un mortero de reparación en estado fresco y endurecido* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte] <https://hdl.handle.net/11537/13749>

Viera P. y Morillo D. y Parion J. (2021) *Influence of natural and synthetic fibers on the permeability of cement mortars - sand, and, cement, lime and sand* [Tesis de título, Universidad Central del Ecuador] <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3410>

## ANEXOS

## Anexo 1

DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	DIMENSIONES		ÁREA (cm <sup>2</sup> )	3 DÍAS		
	L (cm)	L (cm)		FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
0	5	5	25	3981.5	159.26	
0	5	5	25	4036.0	161.44	
0	5	5	25	3977.5	159.10	
0	5	5	25	4131.5	165.26	
0	5	5	25	3950.2	158.01	
0	5	5	25	3952.8	158.11	161.99
0	5	5	25	4010.0	160.40	
0	5	5	25	3798.5	151.94	
0	5	5	25	4256.0	170.24	
0	5	5	25	4288.5	171.54	
0	5	5	25	4165.0	166.60	
100	5	5	25	4554.5	182.18	
100	5	5	25	4401.5	176.06	
100	5	5	25	4489.5	179.58	
100	5	5	25	4398.5	175.94	
100	5	5	25	4085.0	163.40	
100	5	5	25	4111.5	164.46	174.23
100	5	5	25	4385.7	175.43	
100	5	5	25	4412.8	176.51	
100	5	5	25	4299.0	171.96	
100	5	5	25	4365.5	174.62	
100	5	5	25	4410.9	176.44	
300	5	5	25	4490.5	179.62	
300	5	5	25	4610.8	184.43	
300	5	5	25	4666.5	186.66	186.50
300	5	5	25	4873.5	194.94	
300	5	5	25	4654.5	186.18	
300	5	5	25	4755.0	190.20	

300	5	5	25	4854.6	194.18
300	5	5	25	4498.5	179.94
300	5	5	25	4759.5	190.38
300	5	5	25	4810.6	192.42
300	5	5	25	4313.6	172.54

*Nota:* Se aprecia los datos de todos los ensayos a la compresión que se hizo a los 3 días en los moldes de forma cúbica. *Fuente:* Elaboración Propia

## Anexo 2

DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	DIMENSIONES			7 DÍAS		
	L (cm)	L (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
0	5	5	25	5996.6	239.86	
0	5	5	25	4980.5	199.22	
0	5	5	25	4912.7	196.51	
0	5	5	25	4834.0	193.36	
0	5	5	25	4912.0	196.48	
0	5	5	25	4910.0	196.40	202.01
0	5	5	25	5143.7	205.75	
0	5	5	25	4995.5	199.82	
0	5	5	25	4965.9	198.64	
0	5	5	25	5006.0	200.24	
0	5	5	25	4894.6	195.78	
100	5	5	25	4758.7	190.35	
100	5	5	25	4956.5	198.26	
100	5	5	25	4623.5	184.94	
100	5	5	25	4552.5	182.10	193.70
100	5	5	25	4600.0	184.00	
100	5	5	25	4959.5	198.38	
100	5	5	25	5001.0	200.04	
100	5	5	25	4990.5	199.62	

100	5	5	25	4598.8	183.95	
100	5	5	25	5125.7	205.03	
100	5	5	25	5100.7	204.03	
300	5	5	25	5001.7	200.07	
300	5	5	25	4985.6	199.42	
300	5	5	25	4899.6	195.98	
300	5	5	25	4722.5	188.90	
300	5	5	25	4852.6	194.10	
300	5	5	25	5100.7	204.03	197.89
300	5	5	25	5125.9	205.04	
300	5	5	25	4985.5	199.42	
300	5	5	25	5220.0	208.80	
300	5	5	25	5001.0	200.04	
300	5	5	25	4525.6	181.02	

*Nota:* Se aprecia los datos de todos los ensayos a la compresión que se hizo a los 7 días en los moldes de forma cúbica. *Fuente:* Elaboración Propia

### Anexo 3

DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	DIMENSIONES		ÁREA (cm <sup>2</sup> )	28 DÍAS		
	L (cm)	L (cm)		FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
0	5	5	25	5330.5	213.22	
0	5	5	25	5252.0	210.08	
0	5	5	25	5305.7	212.23	
0	5	5	25	5300.5	212.02	
0	5	5	25	5280.0	211.20	211.34
0	5	5	25	5399.6	215.98	
0	5	5	25	5209.6	208.38	
0	5	5	25	5200.4	208.02	
0	5	5	25	5200.3	208.01	
0	5	5	25	5260.5	210.42	

0	5	5	25	5380.0	215.20	
100	5	5	25	5300.7	212.03	
100	5	5	25	5299.7	211.99	
100	5	5	25	5409.5	216.38	
100	5	5	25	5500.0	220.00	
100	5	5	25	5265.0	210.60	
100	5	5	25	5365.0	214.60	215.88
100	5	5	25	5889.6	235.58	
100	5	5	25	5425.6	217.02	
100	5	5	25	5345.6	213.82	
100	5	5	25	5266.5	210.66	
100	5	5	25	5300.5	212.02	
300	5	5	25	5450.5	218.02	
300	5	5	25	5495.6	219.82	
300	5	5	25	5325.0	213.00	
300	5	5	25	5299.5	211.98	
300	5	5	25	5485.5	219.42	
300	5	5	25	5354.2	214.17	217.82
300	5	5	25	5512.5	220.50	
300	5	5	25	5585.5	223.42	
300	5	5	25	5365.4	214.62	
300	5	5	25	5476.2	219.05	
300	5	5	25	5550.0	222.00	

*Nota:* Se aprecia los datos de todos los ensayos a la compresión que se hizo a los 28 días en los moldes de forma cúbica. *Fuente:* Elaboración Propia.

## Anexo 4

DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	DIMENSIONES			3 DÍAS		
	B (mm)	D (mm)	L (mm)	FUERZA (N)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
0	40	40	160	1623.0	55.33	
0	40	40	160	1525.7	52.01	
0	40	40	160	1584.0	54.00	
0	40	40	160	1458.0	49.70	
0	40	40	160	1525.5	52.01	
0	40	40	160	1523.2	51.93	54.38
0	40	40	160	1662.5	56.68	
0	40	40	160	1875.2	63.93	
0	40	40	160	1613.5	55.01	
0	40	40	160	1570.5	53.54	
0	40	40	160	1586.5	54.09	
100	40	40	160	1624.0	55.36	
100	40	40	160	1648.0	56.18	
100	40	40	160	1679.0	57.24	
100	40	40	160	1655.5	56.44	
100	40	40	160	1651.5	56.30	
100	40	40	160	1725.0	58.81	57.03
100	40	40	160	1709.5	58.28	
100	40	40	160	1664.0	56.73	
100	40	40	160	1690.0	57.61	
100	40	40	160	1719.6	58.62	
100	40	40	160	1634.6	55.73	
300	40	40	160	1690.0	57.61	
300	40	40	160	1685.5	57.46	
300	40	40	160	1689.5	57.60	
300	40	40	160	1715.0	58.47	57.86
300	40	40	160	1710.0	58.30	
300	40	40	160	1709.5	58.28	
300	40	40	160	1615.5	55.07	

300	40	40	160	1698.5	57.90
300	40	40	160	1728.5	58.93
300	40	40	160	1702.0	58.02
300	40	40	160	1725.1	58.81

*Nota:* Se aprecia los datos de todos los ensayos a la flexión que se hizo a los 3 días en los moldes de forma cúbica. *Fuente:* Elaboración Propia

#### Anexo 5

DOSIS (g/m3)	DIMENSIONES		ÁREA (cm <sup>2</sup> )	28 DÍAS		
	L (cm)	L (cm)		FUERZA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
0	5	5	25	5330.5	213.22	
0	5	5	25	5252.0	210.08	
0	5	5	25	5305.7	212.23	
0	5	5	25	5300.5	212.02	
0	5	5	25	5280.0	211.20	
0	5	5	25	5399.6	215.98	211.34
0	5	5	25	5209.6	208.38	
0	5	5	25	5200.4	208.02	
0	5	5	25	5200.3	208.01	
0	5	5	25	5260.5	210.42	
0	5	5	25	5380.0	215.20	
100	5	5	25	5300.7	212.03	
100	5	5	25	5299.7	211.99	
100	5	5	25	5409.5	216.38	
100	5	5	25	5500.0	220.00	
100	5	5	25	5265.0	210.60	215.88
100	5	5	25	5365.0	214.60	
100	5	5	25	5889.6	235.58	
100	5	5	25	5425.6	217.02	
100	5	5	25	5345.6	213.82	

100	5	5	25	5266.5	210.66	
100	5	5	25	5300.5	212.02	
300	5	5	25	5450.5	218.02	
300	5	5	25	5495.6	219.82	
300	5	5	25	5325.0	213.00	
300	5	5	25	5299.5	211.98	
300	5	5	25	5485.5	219.42	
300	5	5	25	5354.2	214.17	217.82
300	5	5	25	5512.5	220.50	
300	5	5	25	5585.5	223.42	
300	5	5	25	5365.4	214.62	
300	5	5	25	5476.2	219.05	
300	5	5	25	5550.0	222.00	

*Nota:* Se aprecia los datos de todos los ensayos a la compresión que se hizo a los 28 días en los moldes de forma cúbica. *Fuente:* Elaboración Propia.

#### Anexo 6

DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	DIMENSIONES			7 DÍAS		
	B (mm)	D (mm)	L (mm)	FUERZA (N)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
0	40	40	160	1831.5	62.44	
0	40	40	160	1823.0	62.15	
0	40	40	160	1885.5	64.28	
0	40	40	160	1875.5	63.94	
0	40	40	160	1840.0	62.73	
0	40	40	160	1921.0	65.49	63.76
0	40	40	160	1839.7	62.72	
0	40	40	160	1902.5	64.86	
0	40	40	160	1918.5	65.40	
0	40	40	160	1915.1	65.29	
0	40	40	160	1820.5	62.06	
100	40	40	160	1814.0	61.84	63.50

100	40	40	160	1838.0	62.66	
100	40	40	160	1869.0	63.72	
100	40	40	160	1845.5	62.91	
100	40	40	160	1841.5	62.78	
100	40	40	160	1915.0	65.28	
100	40	40	160	1899.5	64.76	
100	40	40	160	1854.0	63.20	
100	40	40	160	1880.0	64.09	
100	40	40	160	1909.6	65.10	
100	40	40	160	1824.6	62.20	
300	40	40	160	1903.5	64.89	
300	40	40	160	1899.0	64.74	
300	40	40	160	1903.0	64.88	
300	40	40	160	1928.5	65.74	
300	40	40	160	1923.5	65.57	65.14
300	40	40	160	1923.0	65.56	
300	40	40	160	1829.0	62.35	
300	40	40	160	1912.0	65.18	
300	40	40	160	1942.0	66.20	
300	40	40	160	1915.5	65.30	
300	40	40	160	1938.6	66.09	

*Nota:* Se aprecia los datos de todos los ensayos a la flexión que se hizo a los 7 días en los moldes de forma cúbica. *Fuente:* Elaboración Propia

#### Anexo 7

DOSIS (g/m <sup>3</sup> )	DIMENSIONES			28 DÍAS		
	B (mm)	D (mm)	L (mm)	FUERZA (N)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
0	40	40	160	2056.0	70.09	67.50
0	40	40	160	1972.5	67.24	
0	40	40	160	1964.0	66.95	

0	40	40	160	2001.8	68.24	
0	40	40	160	1990.3	67.85	
0	40	40	160	1940.5	66.15	
0	40	40	160	1954.7	66.64	
0	40	40	160	1937.0	66.03	
0	40	40	160	1942.6	66.23	
0	40	40	160	2022.5	68.95	
0	40	40	160	1998.5	68.13	
<hr/>						
100	40	40	160	1960.5	66.84	
100	40	40	160	1984.5	67.65	
100	40	40	160	2015.5	68.71	
100	40	40	160	1992.0	67.91	
100	40	40	160	1988.0	67.77	
100	40	40	160	2061.5	70.28	68.50
100	40	40	160	2046.0	69.75	
100	40	40	160	2000.5	68.20	
100	40	40	160	2026.5	69.09	
100	40	40	160	2056.1	70.09	
100	40	40	160	1971.1	67.20	
<hr/>						
300	40	40	160	2082.0	70.98	
300	40	40	160	2077.5	70.82	
300	40	40	160	2081.5	70.96	
300	40	40	160	2107.0	71.83	
300	40	40	160	2102.0	71.66	
300	40	40	160	2101.5	71.64	71.22
300	40	40	160	2007.5	68.44	
300	40	40	160	2090.5	71.27	
300	40	40	160	2120.5	72.29	
300	40	40	160	2094.0	71.39	
300	40	40	160	2117.1	72.17	

*Nota:* Se aprecia los datos de todos los ensayos a la flexión que se hizo a los 28 días en los moldes de forma cúbica. *Fuente:* Elaboración Propia

**Anexo 8**

*Nota:* Se aprecia los materiales a usar y el agua + muestra calentándose.

**Anexo 9**

*Nota:* Se aprecia el molde para los cubos de 5x5 cm llenándose con nuestra mezcla.

**Anexo 10**

*Nota:* Vaciado de agregados en probeta. *Fuente:* Elaboración Propia

**Anexo 11**

*Nota:* Agregado listo para tamizar. *Fuente:* Elaboración Propia

**Anexo 12**

*Nota:* Saturación de distintas muestras. *Fuente:* Elaboración Propia

**Anexo 13**

*Nota:* Enrasado de mezcla en el mortero. *Fuente:* Elaboración Propia

## Anexo 14



*Nota:* Peso de muestra. *Fuente:* Elaboración Propia

### Informe Final de Asesoramiento

Señor : Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil

Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis

Fecha : Trujillo, 11 de octubre del 2023

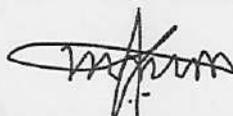
De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la **Resolución de Facultad N° 2340-2022-FI-UPAO** el suscrito, docente asesor de la Tesis titulada: **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MORTEROS DE REPARACIÓN DE FISURAS Y GRIETAS, LIMA 2022**, de los **Br. Grados Quezada, Carlos Jair; Br. Cacho Quispe, Kevin Kenlly** cumpla con informar sobre el asesoramiento realizado, detallando lo siguiente:

La presente Tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informe que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Adjunto:

- Reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin y firmado por el suscrito, que no supera el 20%.

Atentamente,



---

Ing. MERINO MARTINEZ MARCELO  
Docente Asesor

# Influencia de la adición de Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Morteros de reparación de fisuras y grietas, Lima 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>17%</b>	<b>17%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>11%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>upc.aws.openrepository.com</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>

Excluir citas      Activo

Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 2%

ing. Merino Martinez Marcelo