

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS PROFESIONAL DE**  
**INGENIERIA CIVIL**



“INFLUENCIA DEL TIPO DE FIBRA NATURAL Y TRATAMIENTO AL  
QUE SE SOMETE SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE  
PANELES DE MORTERO”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL

**AUTOR**

Br. Fajardo Morán, Grace Lizzet

**ASESOR**

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

<https://orcid.org/0000-0003-2232-6784>

**LÍNEA DE INVESTIGACION**

Vivienda, saneamiento y transporte

**TRUJILLO-PERU**  
**2023**

# INFLUENCIA DEL TIPO DE FIBRA NATURAL Y TRATAMIENTO AL QUE SE SOMETE SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANELES DE MORTERO

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.uct.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>14%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Catolica de Trujillo</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>core.ac.uk</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>repository.upb.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Dávila Mercado María Paula. "Efecto de la adición de fibras sintéticas en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto", TESIUNAM, 2010</b> Publicación	<b>&lt;1%</b>

8	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
9	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://dugi-doc.udg.edu">dugi-doc.udg.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.cubaentransicion.com">www.cubaentransicion.com</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas      Activo

Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 10 words

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

**Dr. Luis Miranda Díaz**

Rector

**Dra. Mariana Silva Balarezo**

Vicerrectora Académica

**Dr. Francisco Espinoza Polo**

Vicerrector de Investigación

**Mg. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri**

Gerente de Desarrollo Institucional

**CPC Alejandro García Flores**

Gerente de Administración y Finanzas

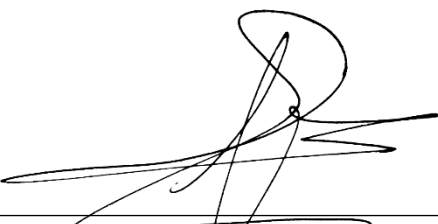
**Dra. Teresa Reategui Marin**

Secretaria General

## **APROBACION DEL ASESOR**

Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “INFLUENCIA DEL TIPO DE FIBRA NATURAL Y TRATAMIENTO AL QUE SE SOMETE SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANELES DE MORTERO” desarrollado por la bachiller Fajardo Morán, Grace Lizzet con DNI N° 73805776, del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de investigación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



---

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios***

*Todopoderoso por brindarme la vida y sabiduría para haber culminado la carrera, ser mi guía y haberme dado fortaleza en los momentos de debilidad*

### ***A mis padres***

*Desde lo más profundo de mi corazón agradecer a esta mujer maravillosa mi segunda madre Aura Moran Ávila que ha estado y está acompañándome en todos los pasos que doy a lo largo de mi vida, que me enseña que con humildad se puede llegar muy lejos y cumplir con nuestras metas que nos proponemos, y a mi madre Martha Maribel Moran Ávila que está presente en mi corazón y sé que desde el cielo ella está feliz que logré cumplir lo que ella siempre deseaba que fuera profesional.*

### ***A mi familia***

*Mi hija Nicole Marauri Chamorro Fajardo que es lo más valioso que Dios me ha dado, mi mayor logro no hubiese sucedido sin su presencia y espero que ella vea en mi un gran ejemplo, también a mis Hermanas que son un gran ejemplo para seguir y haberme dado comprensión, consejos y el apoyo cuando las he necesitado, ya sea en mi vida y a lo largo de la carrera.*

***Grace Lizzet Fajardo Morán***

***Autora***

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios quien me dio la vida, sabiduría y fuerzas para seguir adelante  
y no rendirme en el camino.*

*A nuestros padres, quienes son nuestra mayor motivación, y nos enseñan  
con humildad que todo lo que nos proponemos podemos lograrlo con mucho  
esfuerzo y perseverancia.*

*A la universidad porque nos abrió las puertas y nos dio la oportunidad de  
poder continuar con nuestra meta, ser mejores personas y ser buenos  
profesionales.*

*Agradecerle de todo corazón a mi asesor Luis Alberto Alva Reyes, porque  
depositó en mi confianza, paciencia y haberme ofrecido sabios  
conocimientos para lograr lo que me proponga.*

**Grace Lizzet Fajardo Moran**

***Autora***

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Fajardo Morán, Grace Lizzet con DNI N° 73805776, estudiante de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y del Programa de Estudios Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la citada Universidad para la elaboración y sustentación del trabajo de investigación titulado: “INFLUENCIA DEL TIPO DE FIBRA NATURAL Y TRATAMIENTO AL QUE SE SOMETE SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANELES DE MORTERO” , el cual consta de un total de 40 páginas, en las que se incluye 01 tablas y 12 figuras, más un total de 12 páginas en apéndices y/o anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaro bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad. Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 19%, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo. La autora

La autora



Fajardo Morán, Grace Lizzet

DNI 73805776



## INDICE DE CONTENIDO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	4
APROBACION DEL ASESOR .....	5
DEDICATORIA .....	6
AGRADECIMIENTO.....	7
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
RESUMEN .....	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN .....	14
II. METODOLOGÍA .....	22
2.1. Enfoque, tipo .....	22
2.2. Diseño de investigación.....	22
2.3. Objeto de estudio.....	22
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos/ equipos de laboratorio .....	24
2.4.1. Instrumentos de recojo de datos.....	24
2.4.2. Técnicas de recojo de datos .....	24
2.4.3. Equipos de laboratorio de recojo de datos.....	24
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información .....	25
2.6. Aspectos éticos en investigación.....	25
III. RESULTADOS.....	26
3.1.1. Determinación de la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero.....	26
3.1.2. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada.....	27
3.1.3. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada .....	28
3.1.4. Determinación del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero .....	30
3.2. Prueba de hipótesis .....	31
3.2.1. Determinación de la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero.....	31

3.2.2.	Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada.....	32
3.2.3.	Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada .....	33
3.2.4.	Determinación del tipo de fibra natural y el tratamiento al que se le somete que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero .....	33
IV.	DISCUSIÓN .....	34
V.	CONCLUSIONES .....	35
VI.	RECOMENDACIONES .....	36
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Muestras a ensayar por resistencia a la flexión .....	23
Figura 2 Leyenda .....	23
Figura 3 Influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero .....	26
Figura 4 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada en solución de NaOH .....	27
Figura 5 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada en aceite quemado .....	27
Figura 6 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada en parafina.....	28
Figura 7 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada (fibra de cabuya).....	29
Figura 8 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada (fibra de retama).....	29
Figura 9 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada (fibra de bagazo).....	30
Figura 10 Tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero .....	31
Figura 11 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada.....	32
Figura 12 Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero .....	31
---	----

## RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero, para esto se prepararon paneles de 30x30cm los cuales poseían una altura de 1.2 cm de mortero con diferentes combinaciones de fibra y tratamiento sometido, las fibras usadas fueron las de cabuya, bagazo y retama, y los tratamientos fueron la inmersión en aceite quemado, parafina y una solución de NaOH al 5%, así mismo un grupo control con mortero puro; luego de 28 días de ser curadas en agua siguió la realización del ensayo flexionante y análisis de resultados mediante estadística descriptiva, obteniendo que si existe la mencionada influencia, siendo esta variable ya que depende de la combinación analizada, es decir si se usa un tipo de fibra específico los resultados variarán, así mismo si se le aplica un tratamiento superficial a esta fibra, estos resultados variarán nuevamente pudiendo mejorar o disminuir la resistencia en estudio.

***Palabras clave:*** mortar, natural fiber, treatment

## **ABSTRACT**

The main objective of this research was to determine the influence of the type of natural fiber and treatment to which it is subjected on the flexural strength of mortar panels. For this, 30x30cm square test tubes were prepared with a height of 1.2 cm of mortar with different combinations of fiber and treatment submitted, the fibers used were cabuya, bagasse and broom, and the treatments were immersion in burnt oil, paraffin and a 5% NaOH solution, likewise a control group with pure mortar; After 28 days of curing, we proceeded to submit to a flexion test and analysis of the results through descriptive statistics, obtaining that the aforementioned influence does exist, this variable being that it depends on the combination analyzed, that is, if a type of fiber is used. specific, the results will vary, likewise if a surface treatment is applied to this fiber, these results will vary again, being able to improve or decrease the resistance under study.

***Keywords:*** sugar, additive, compressive strength, setting time

## I. INTRODUCCIÓN

Los últimos tiempos han generado que en Latinoamérica se incremente el interés por construir viviendas de interés social, dichas viviendas deben estar listas para afrontar todo tipo de climas y de zonas sísmicas, y a su vez, la infraestructura debe cumplir con la demanda social, es decir, se construirán varias unidades habitacionales y a costo reducido, esto debido a que muchas de estas viviendas son para gente de escasos recursos económicos; es decir que para que este tipo de construcción sea completamente funcional deberán cumplir con altos estándares de calidad, ser rápidamente y sobre todo baratas (Carrillo, Echeverri y Aperador, 2015), teniendo en cuenta que las personas de muchas partes del continente tienen un bajo poder adquisitivo debido a la crisis económica que afecta sus países de procedencia. Al hablar de que la vivienda posea altos estándares de calidad, se habla también de la seguridad que debe brindar la construcción, ya que las condiciones de esta pueden afectar la salud de los habitantes, no sólo físicamente, sino también psicológicamente, hablamos de alergias, enfermedades respiratorias, así como ansiedad y depresión se ven afectados a diversos factores en cuanto a las condiciones físicas de la vivienda (Novoa et al., 2014)

Se debe tener en cuenta que la calidad del proceso constructivo pasa también por la calidad de los materiales usados en este, es por esta razón que se busca mejorar los materiales para que estos rindan de la mejor manera tanto en propiedades como en costos, sin embargo, hay que tener en cuenta otro factor, la sostenibilidad de los recursos, es por esta razón que se busca que las alternativas de mejora de nuevos materiales estén enfocados en el preservar y contribuir a la mejora del medio ambiente mediante la economía circular con sus modelos de negocio, de esta forma lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), para ser más específicos, contribuir al “objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles” (Organización de las Naciones Unidas, [ONU], s.f.), por esta razón se promueve el uso de recursos naturales o renovables, de esta manera disminuir la depredación de suelos y la generación de CO<sub>2</sub> en los diversos procesos productivos actuales.

Un tipo de tecnología constructiva que se puede aplicar para este tipo de viviendas masivas es el de las construcciones livianas de paneles de yeso con acero, más conocido como sistema de construcción en seco, el cual es cada vez más frecuente en la industria constructiva, ofreciendo alta gama de singularidades muy convenientes como son la

flexibilidad de diseño, prefabricación, bajo costo, corto tiempo de instalación, entre otras. (Thanasoulas, Vardakoulias, Kolaitis, Gantes y Founti, 2018). La configuración o tecnología constructiva del drywall comprende generalmente una losa de concreto la cual sirve como cimiento, marcos de acero conformados en frío (CFS por sus siglas en inglés), los cuales sirven como elementos estructurales unidos entre si mediante tornillos autoperforantes, y estos son revestidos con placas de yeso laminado u otro material, las cuales se sujetan a ambos lados de los parantes de acero por medio de tornillos o clavos colocados a alta presión, entre los dos paneles se coloca capas de material aislante el cual puede ser fibra de vidrio, espuma de poliuretano, entre otros (Gunalan, Kolarkar y Mahendran., 2013)

Existen alternativas para la construcción en seco, una de ellas es usar el mortero de cemento, el cual es una conglomerante en forma de pasta que posee de cemento, agregado fino y agua, generalmente el cemento y la arena se pueden combinar en distintas proporciones como puede ser 1:3, para su elaboración se recomienda el uso de un cemento con moderada o alta resistencia a los sulfatos dependiendo de las variables climáticas existentes en el área, el mortero se usa para unir las unidades de albañilería, tarrajeo o en su defecto podría usarse para la fabricación de paneles prefabricados (Xi, Anastasiou, Karozou y Silvestri, 2019), sin embargo, la propiedad más importante a reforzar en el caso del uso de morteros de cemento en paneles es su resistencia a la flexión (Ferrándiz-Mas y García-Alcocel, 2012). Para poder elevar esa resistencia se requiere del uso de fibras, las cuales sirven como refuerzo a esta matriz cementosa; otra razón para el uso de las fibras, en este caso vegetales, es que estas son un recurso renovable, y por ende fácil de conseguir y a un menor precio (Bourmaud y Baley, 2012), esta propuesta a la vez se ve reforzada ya que muchas de las fibras naturales se han usado exitosamente como refuerzo de diferentes resinas ya que poseen características muy atractivas en comparación con las fibras sintéticas, algunas de estas características son su rentabilidad, su baja densidad, la disponibilidad, costo bajo para su procesamiento, entre otras (Dayo. et al, 2017)

Las fibras vegetales se están utilizando recientemente como refuerzo en matrices cementosas en forma de fibras pequeñas, longitud menor a 2 mm, o fibras de mayor longitud longitud entre (10 y 50) mm (Barros, Silva y Toledo, 2016); hay que tener en cuenta que el uso de las fibras naturales como refuerzo de morteros no es una idea nueva ya que en la antigua Grecia, la madera y las fibras de paja fueron usadas para aumentar la estabilidad de las construcciones, de igual manera el yute y la paja fueron usados en la

arquitectura indo-musulmana para mejorar la unión y reducir grietas (Kesikidou y Stefanidou, 2019), es así como en la actualidad diversos autores han tratado de reforzar morteros con diferentes fibras naturales como son las fibras de eucalipto, plátano, sisal, coco, yute, etc., logrando valores superiores a los del mortero sin refuerzo en diversas propiedades: resistencia a la flexión, módulo elástico, tenacidad, resistencia a la compresión, resistencia al impacto, por mencionar algunas (Vantadori, Carpinteri y Zanichelli, 2019)

Sin embargo, el uso de las fibras naturales también presenta desventajas, por ejemplo, en algunos casos existe incompatibilidad entre la fibra y la matriz, sin embargo, la mayor desventaja es el alto índice de absorción de humedad que posee (Vanleeuw, Carvelli, Barburski, Lomov y van Vuure, 2015), pudiendo mejorarse este factor mediante tratamientos físicos o químicos a la fibra previo a la inclusión dentro de la matriz cementosa, primero se debe dejar secar bien la fibra, y si es posible utilizar una prensa o algún otro artefacto que permita reducir el tamaño de poros, así también reducirá la absorción de agua, un método químico ampliamente usado, es el alcalino o también llamado mercerización, este tratamiento aumenta la rugosidad superficial, haciendo que el acople fibra-matriz, mejore notablemente y por ende también las propiedades del material compuesto obtenido. (Faruk, Bledzki, Fink y Sain, 2012), es por esta razón que se propone determinar la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia al alabeo de los paneles de mortero, de esta forma obtener un material con mejores propiedades y que pueda ser utilizado en diversos proyectos de construcción, especialmente en viviendas de interés social.

El trabajo realizado se tuvo que enriquecer con investigaciones realizadas con anterioridad y que sirven como antecedentes para esta investigación, por ejemplo se tiene a Sood y Dwivedi (2018) realizaron la revisión “Effect of fiber treatment on flexural properties of natural fiber reinforced composites: A review” Este artículo revisa los artículos respecto a tratamientos de fibra que influencia la resistencia flexionante y el valor del módulo de elasticidad de los composites reforzados con fibras de origen natural, especialmente vegetal, en el transcurso de los años dos mil hasta el dos mil dieciséis. Existen algunos tratamientos que se encargan de mejorar la interfaz de fibra con la matriz e impartieron más resistencia a los composites, estos son los químicos Los aditivos encargados de la unión de las interfases, también pueden mejorar la propiedad de resistencia flexionante y la combinación de tratamientos puede también llegar a ser



interesante de aplicar. También se revisó el impacto negativo de los tratamientos físicos de la fibra en las propiedades flexionantes de los composites de fibra natural. Finalmente, se han concluido que, para maximizar las mencionadas propiedades y la unión entre la capa superficial de la fibra y la superficie de la matriz, se pueden usar con éxito varios tipos de productos químicos y agentes de acoplamiento. Además de los tratamientos químicos, también se pueden aplicar tratamientos físicos a la fibra. Los tratamientos alcalinos se pueden utilizar como tratamientos primarios para todo tipo de fibras teniendo que los tratamientos con una concentración de solución de NaOH al 5%, 6% y 10% mejoran las propiedades de flexión.

También se tiene a Ahmad et al. (2019) con la investigación “Effect of Fibre Treatment on the Physical and Mechanical Properties of Kenaf Fibre Reinforced Blended Cementitious Composites” buscaron tratar térmicamente y con álcali las fibras de kenaf para mejorar la unión existente entre la interfase formada por la matriz y la fibra, así como las propiedades físico-mecánicas de la fibra, así como de los compuestos cementosos con fibra. La resistencia a la tensión de las fibras luego del tratamiento aumenta aproximadamente ciento sesenta por ciento respecto a las fibras que no recibieron tratamiento después de setenta y dos horas de inmersión en una concentración óptima del seis por ciento de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Las características de la superficie con cristalinidad refinada se confirman mediante la observación de la morfología con un microscopio SEM (Scanning Electron Microscope) y DRX (difracción de rayos X). El compuesto cementoso mezclado reforzado con KF (KFRBCC) tuvo propiedades mecánicas óptimas, con un aumento del cuarenta y dos punto uno por ciento en la resistencia al aplastamiento en comparación con GC. Los datos obtenidos luego de la experimentación, sugieren que el tratamiento con fibra y la adición de puzolana mezclada mejoran significativamente las propiedades físicas-mecánicas del material cementoso reforzado con las fibras.

Martel et al. (2020) redactaron el artículo “The influence of fiber treatment on the morphology, water absorption capacity and mechanical behavior of curauá fibers” tuvieron como objetivo caracterizar y comparar el comportamiento de los filamentos de curauá tanto en condiciones naturales como tratadas, enfocándose en aumentar su durabilidad y rendimiento de unión. Para minimizar la degradación y alta absorción de agua, se impregnaron con dos tipos de recubrimientos poliméricos a las fibras: óxido de aluminio y arena. Se realizaron pruebas de tracción directa y se correlacionaron con las

observaciones morfológicas de la estructura de la fibra mediante imágenes SEM. La adherencia entre matriz y fibra se evaluó mediante pruebas de extracción. También se analizaron los cambios volumétricos debido a la humectación y secado de las fibras. Los resultados indicaron una mejora en la unión formada por la fibra y la matriz, la resistencia a la tensión de la fibra y la rigidez después de los tratamientos superficiales. Adicionalmente, el recubrimiento tuvo un efecto positivo en la naturaleza hidrofílica de la fibra, disminuyendo su capacidad de absorción de agua.

Por otro lado, Shadherr et al. (2021) escribieron el artículo “Natural Fibers in Concrete – A Review” donde buscaron investigar el impacto del uso de diferentes fibras naturales en la resistencia a la compresión, flexión, entre otras propiedades del mortero y concreto. Revisaron el uso de fibras provenientes del coco, el yute, la palma, el sisal, bambú, kenaf, plátano, caña de azúcar, etc. Concluyeron que la disminución de la cantidad de fibra usada son los más esperanzadores, teniendo que no todas las mezclas usan las mismas proporciones de fibra.

Geremew et al. (2021) escribieron el artículo de revisión titulado “Treatment of Natural Fiber for Application in Concrete Pavement” donde indican que el uso de fibras en el concreto es uno de los mecanismos para mitigar las fisuras, así mismo que al usar distintos tipos de fibras naturales se reduce los daños causados por materiales sintéticos ya que son abundantes, sostenibles y biodegradables, sin embargo tienen limitaciones, es por esto que se usaron tratamientos que alteren la superficie y morfología natural de estas para mejorar la unión entre la superficie de fibra y matriz, siendo estos tratamientos físicos, químicos y biológicos, teniendo que a nivel industrial los tratamientos físicos y químicos tienen mayor éxito que los biológicos, sin embargo se deben considerar y controlar varios parámetros para la adopción de algún método específico.

Así mismo, Lilargem et al. (2022) en su estudio titulado “A review of the use of natural fibers in cement composites: Concepts, applications and Brazilian History” buscaron presentar los principales conceptos sobre fibras lignocelulósicas en compuestos cementosos, destacando la innovación y avances en este tema en Brasil haciendo una comparación en cuanto a las fibras naturales y sintéticas. Finalmente se tiene que las fibras naturales tienen propiedades inferiores en cuanto a la tracción y flexión pero tienen una ventaja en cuanto a su menor densidad; a la vez los diferentes tratamientos superficiales, determinarán la mejoría de la interfase fibra-matriz y las características finales del material compuesto cementoso.

Otra investigación fue la de Ahmad et al. (2022) desarrollaron la investigación “Performance of concrete reinforced with jute fibers (natural fibers): A review” Esta revisión describe las características y usos potenciales de algunas fibras de yute en el concreto. El tema principal de esta revisión es resumir el efecto de JTF en las propiedades frescas del concreto, los parámetros de resistencia y las características de durabilidad. Concluyeron que las fibras de yute mejoraron el aspecto de resistencia y durabilidad pero disminuyeron la fluidez del concreto de manera similar a las fibras sintéticas. Sin embargo, hay poca investigación disponible sobre la durabilidad del concreto reforzado con JTF. Además, el porcentaje óptimo de JTF en el concreto es crítico ya que la dosis más alta afecta negativamente las características de resistencia y durabilidad debido a la falta de fluidez. El rango típico de dosis óptima de JTF varía de uno a dos por ciento, esto depende del largo y diámetro de la fibra de yute.

Para finalizar tenemos a Shah et al. (2022) presentaron el artículo “Experimental investigation on the mechanical properties of natural fiber reinforced concrete” esta pesquisa se centra principalmente en las características estáticas de híbridos (sisal/coco), sisal y concreto reforzado con fibras de coco. Se utilizaron dos tipos de fibras naturales: las de coco y las de sisal, en diferentes tamaños, de diez, veinte y treinta milímetros y varias concentraciones de la fibra a usar, de cero punto cinco, uno y uno punto cinco por ciento del cemento (medida como porcentaje en peso), para investigar las propiedades estáticas del hormigón reforzado con fibra de sisal, la abreviatura en inglés es SFRC, concreto armado con fibra de coco, cuyas siglas en inglés son CFRC y concreto reforzado con una mezcla de fibras, formando un híbrido (HFRC). Los resultados obtenidos luego de la experimentación indican que el composite reforzado con el híbrido de fibras aumentó la resistencia al aplastamiento hasta un treinta y cinco punto noventa y ocho por ciento con el largo de veinte milímetros y con un cero punto cinco por ciento de concentración, por otro lado lo composites reforzados con las fibras tanto de coco como de sisal con un largo de diez milímetros y con un uno por ciento de concentración aumentaron la resistencia al aplastamiento hasta treinta y tres punto noventa y cuatro por ciento y veinticuatro punto ochenta y seis por ciento respectivamente. Por otro lado, la resistencia a la tensión indirecta aumentó en el caso del composite reforzado con fibra híbrida con un largo de veinte milímetros y con un uno por ciento de concentración, composites reforzados con fibra de coco con un largo de diez milímetros y con un uno punto cinco por ciento de concentración, y composite reforzado con fibra de sisal con un largo de

treinta milímetros y con un uno por ciento de concentración aumentaron en un veinticinco punto cuarenta y ocho por ciento, veinticuatro punto cincuenta y seis por ciento y once punto ochenta por ciento, respectivamente, finalmente el composite reforzado con fibra híbrida con un largo de veinte milímetros y con cero punto cinco por ciento de concentración aumentó la resistencia al aplastamiento del concreto, sin embargo redujo la resistencia a la tensión indirecta hasta un dos punto veintiocho por ciento. En general, usar composite reforzado con fibra híbrida con un largo de veinte milímetros y un uno por ciento de concentración brinda la máxima resistencia a la tracción indirecta

Así mismo es bueno tener presente los conceptos básicos que fueron usados en la investigación, por esta razón se realizó una búsqueda bibliográfica para así tener un mejor entendimiento de estos, en primer lugar, definir a la fibra, la cual es un refuerzo usado en materiales compuestos, posee alta relación entre la longitud y el diámetro de estas, esto proporciona una mejor transferencia de esfuerzo cortante entre matriz y fibra (Tri-Dung, 2020), dentro de estas, tenemos a las naturales, las cuales son fibras derivadas de fuentes biológicas, como vegetales y animales, se denominan fibras naturales. La definición anterior incluye todas las fibras naturales con contenido de celulosa como son el yute, el sisal, el algodón, el cáñamo, entre otras, así mismo las fibras que se originan en las proteínas como son la seda y la lana. Por otro lado, hay que mencionar que también existen fibras sintéticas con contenido de celulosa como son el acetato de celulosa, el rayón, etc., los cuales se procesan a partir de madera en forma de pulpa u otras fuentes de celulosa y que son producidos con ayuda de agentes químicos (Singh, 2019)

Hay que tener en cuenta que una de las mejoras para las fibras es someterlas a tratamientos los cuales son procedimientos para alterar las fibras naturales, de esta forma mejorar la unión en la interfase matriz-fibra, mejorar las propiedades mecánicas, reducir la absorción, así como la resistencia a altas temperaturas. Existen métodos físicos, químicos, biológicos y mediante nanotecnología (Ravi et al. 2018), estos a su vez mejorarán las propiedades de los morteros, los cuales son materiales compuestos que se obtienen añadiendo agua a una mezcla formada por componentes básicos, un aglutinante (matriz continua) y un árido (refuerzo que da volumen y resistencia) (Gillot y Coutelas, 2018), en este caso es un mortero de cemento; especialmente la resistencia a la flexión que es la “capacidad de un material de soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal”. (AIMPLAS. s.f.), existe dos procedimientos, de tres (dos puntos donde se apoya la viga y un punto donde se aplica la carga) y de cuatro puntos (dos puntos que

sirven de apoyo y dos para aplicar la carga)

La revisión de bibliografía referente al tema permitió determinar las siguientes variables: tipo de fibra natural y tratamiento como variables independientes y por otro lado, la resistencia a la flexión como variable dependiente; además se propusieron los siguientes problemas: ¿Existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero? como problema general, así como los siguientes problemas específicos ¿Existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada?, ¿Existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada? Y ¿Cuál es el tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero?

La respuesta a estos problemas se encuentran en las siguientes hipótesis: H0: No existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero y H1: Si existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero como la hipótesis general planteada, y como las específicas se tiene de acuerdo a cada objetivo, en el caso del objetivo específico 1: H0: No existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada, H1: Si existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada; en el caso del objetivo específico 2 H0: No existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada, H1: Si existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada; mientras que para el objetivo específico 3 no aplican hipótesis.

Para finalizar, de acuerdo a los problemas planteados, se tienen los siguientes objetivos: determinar la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero como objetivo general y como objetivos específicos: Analizar la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada, analizar la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada y determinar el tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Enfoque, tipo

Se puede decir que esta investigación es de orden aplicada ya que se basa en los conocimientos adquiridos de manera teórica para ser aplicados en la solución de un problema; es de orden cuantitativa ya que se manejan datos numéricos y finalmente es de orden experimental logrando mediante la manipulación de las variables independientes afectar a la variable dependiente

### 2.2. Diseño de investigación

Esta investigación tiene un diseño experimental bifactorial ya que cuenta con dos variables independiente que en su conjugación intentan demostrar su influencia sobre la variable dependiente.

### 2.3. Objeto de estudio

En esta investigación se tendrá como población y muestra lo siguiente:

**Universo objetivo:** paneles de mortero

**Universo Muestral:** paneles de mortero reforzados con fibras naturales

**Muestra de estudio:** estuvo conformada por 150 probetas bajo la norma ASTM D3043-17, estas 150 probetas se dividieron en diez grupos, los cuales estuvieron conformados por quince probetas cada uno (09 grupos generados por la combinación de las variables independientes y 01 grupo control) y se distribuirán de la siguiente manera mediante un muestro no probabilístico

**Figura 1***Muestras a ensayar por resistencia a la flexión*

Combinación de variables independientes	b1	b2	b3	Gc
a1	a1b1	a1b2	a1b3	15
a2	a2b1	a2b2	a2b3	
a3	a3b1	a3b2	a3b3	
TOTAL				150

**Nota:** La figura resume de manera detallada la cantidad de muestras por cada porcentaje y tipo de ensayo. Fuente: Elaboración propia (2023)

La figura 1 muestra la distribución de las probetas, teniendo que para cada combinación de variables independientes se tendrán 15 probetas, generando de esta manera una matriz de doble entrada para un diseño bifactorial, a la vez se contará con 15 probetas como grupo control (las cuales no tendrán ningún tipo de afectación por parte de las variables independientes, siendo estas de mortero puro); a la vez la leyenda en cuanto a la designación de letras para cada variable la podemos observar en la figura 02

**Figura 2***Leyenda*

VARIABLES INDEPENDIENTES	NIVELES DE ESTUDIO
Tipo de fibra	a1: Retama
	a2: Cabuya
	a3: Bagazo de caña de azúcar
Tratamiento	b1: aceite quemado
	b2: NaOH
	b3: Parafina
VARIABLE DEPENDIENTE	
Resistencia a la flexión	

**Nota:** La figura muestra de manera detallada el significado de cada letra. Fuente: Elaboración propia (2023)

### **Variables independientes:**

Tipo de fibra natural: se usarán las siguientes fibras: retama, cabuya y bagazo de caña

Tratamiento: cada tipo de fibra se someterá a los siguientes tratamientos de inmersión: petróleo, NaOH y parafina

**Variable dependiente:** Resistencia a la flexión: se medirá en  $\text{kg/cm}^2$

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos/ equipos de laboratorio**

### **2.4.1. Instrumentos de recojo de datos**

Para la presente investigación se utilizaron formatos brindados por el asesor, estos están basados en la norma ASTM D3043-17 “Standard Test Methods for Structural Panels in Flexure”

### **2.4.2. Técnicas de recojo de datos**

En esta pesquisa se tiene que el principal objetivo fue determinar la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero, para esto se hicieron un total de ciento cincuenta paneles, con las diferentes combinaciones entre tratamientos y tipo de fibra usada (quince por cada combinación y un grupo control), los tratamientos consistieron en sumergir cada tipo de fibra (retama, cabuya y bagazo de caña) en aceite quemado, solución de NaOH y parafina

El tamaño de fibra usado fue de 3 cm cada una en un porcentaje de 2% en peso con respecto a la mezcla, por otro lado el ordenamiento de las fibras fue completamente al azar, la proporción usada para la elaboración de los paneles fue de 1:4 (cemento: arena), luego de ser elaborada la mezcla, esta fue vaciada en moldes de paneles cuadrados de 30 x 30 x 1.2 cm., las probetas serán curadas por un periodo de 28 días, posterior a esto se procederá a la rotura por ensayo de flexión de 3 puntos.

### **2.4.3. Equipos de laboratorio de recojo de datos**

**Prensa hechiza modificada:** mediante la cual se realizó el ensayo de flexión de tres puntos



**Mezcladora de concreto tipo trompo:** sirvió para realizar las diversas mezclas a ensayar

**Balanza analítica:** se utilizó para pesar los materiales a utilizar

## **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

En este caso se emplearán el software Ms. Excel para lo que es el almacenamiento de datos y elaboración de gráficas y tablas respectivas, al momento de analizar los resultados, se podrá realizar prueba de hipótesis para lo cual se se utilizará la estadística descriptiva, gráficas y tablas de frecuencia

## **2.6. Aspectos éticos en investigación**

Los datos experimentales de esta investigación se obtuvieron en el laboratorio de Materiales de la Universidad Católica de Trujillo y no fueron manipulados ni alterados de forma alguna, así mismo se respetó la ética investigativa impuesta por la universidad y las entidades internacionales.

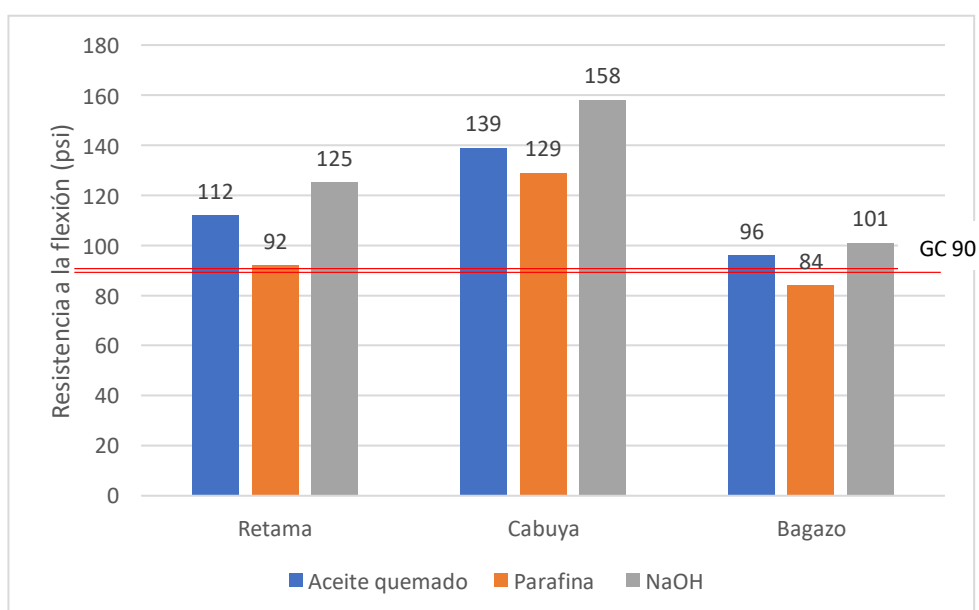
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Descripción de resultados

##### 3.1.1. Determinación de la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero

**Figura 3**

*Influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

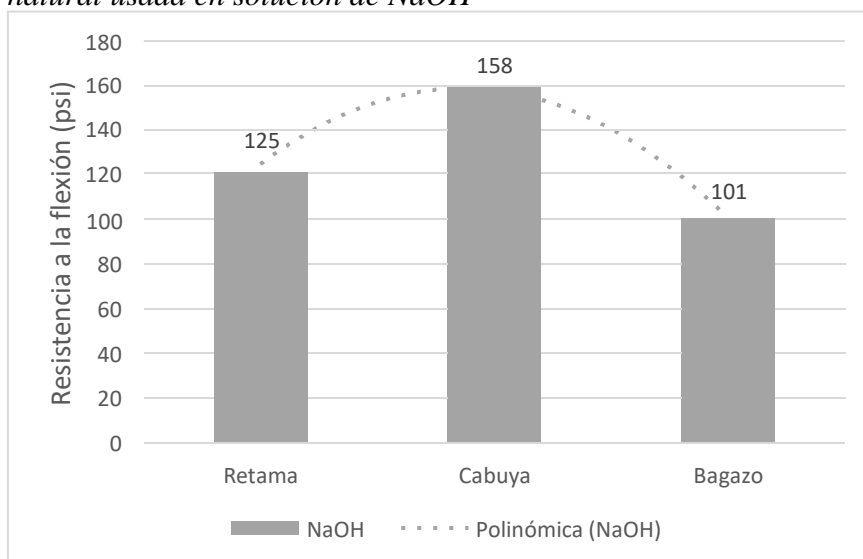
Luego de haber realizado el procedimiento experimental planteado se obtuvieron los datos, los cuales (promedios) se ven reflejados en la figura 3, en esta se ha representado al grupo control (GC) mediante una línea roja, el valor obtenido fue de 90 psi, teniendo que los valores de resistencia flexionante de las diversas combinaciones tipo de fibra – tratamiento presentan valores diferentes al obtenido por el GC en algunos casos la resistencia es menor a este, y en otro mayor dependiendo de la combinación evaluada.

### 3.1.2. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada

Para poder cumplir este objetivo de la mejor manera, se generaron tres gráficas para poder analizar de esta manera cómo varía la resistencia flexionante de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada en cada tratamiento usado

**Figura 4**

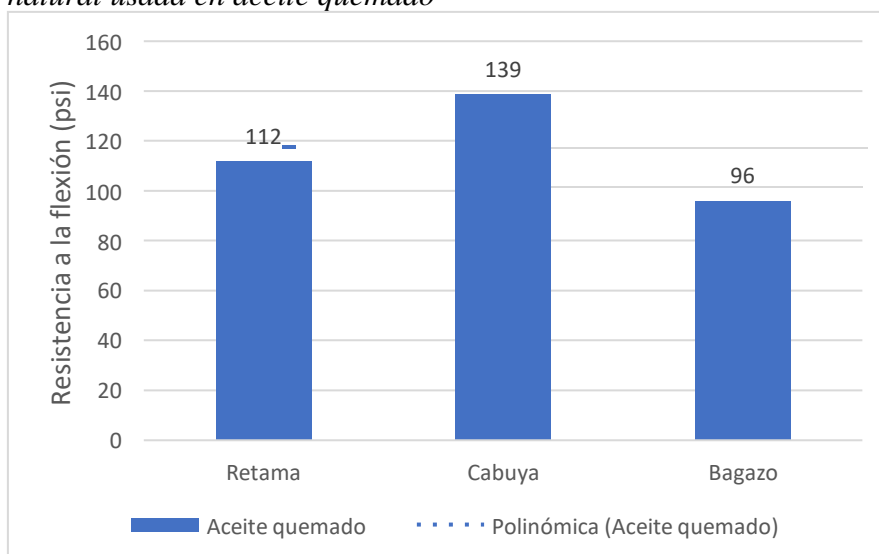
*Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada en solución de NaOH*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

**Figura 5**

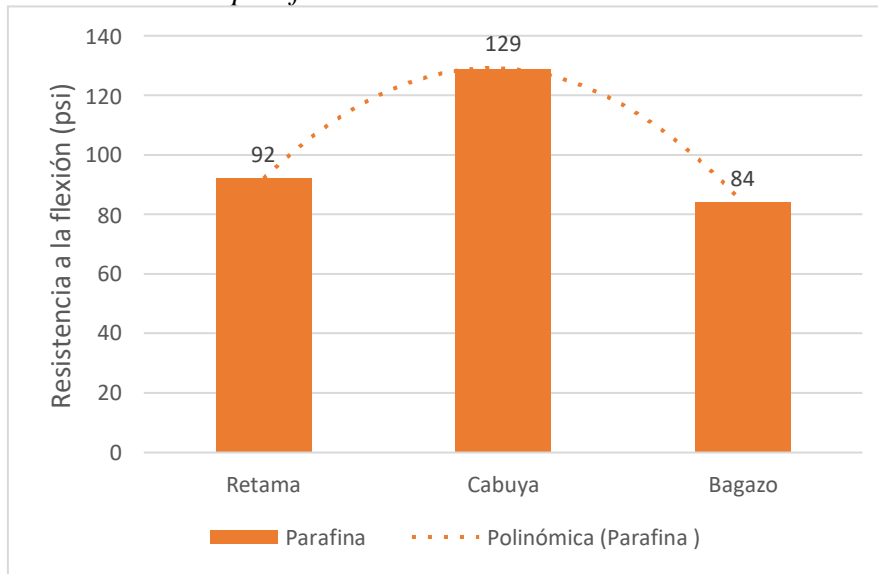
*Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada en aceite quemado*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

**Figura 6**

*Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada en parafina*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

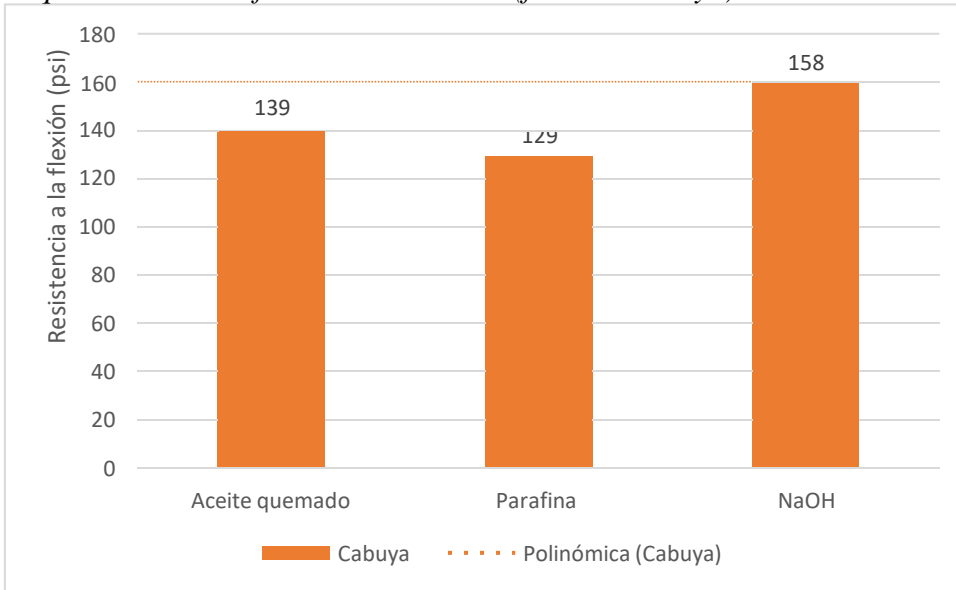
Se tienen las figuras 4, 5 y 6, en las cuales se puede observar que, para la fibra de cabuya, de retama y de bagazo el comportamiento mostrado en cada tratamiento es una curva polinómica de segundo grado, teniendo en cada caso que el bagazo presenta los valores más bajos en cada caso, y la cabuya los valores más altos con un pico de 158 psi en el caso de la cabuya sumergida en NaOH (76% mayor que el GC), mientras que el valor más bajo lo tiene el bagazo sumergido en parafina con 84 psi (7% menor que el GC)

### **3.1.3. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada**

Al igual que el objetivo anterior, también se generaron tres gráficas, en este caso para analizar de esta manera cómo varía la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra

**Figura 7**

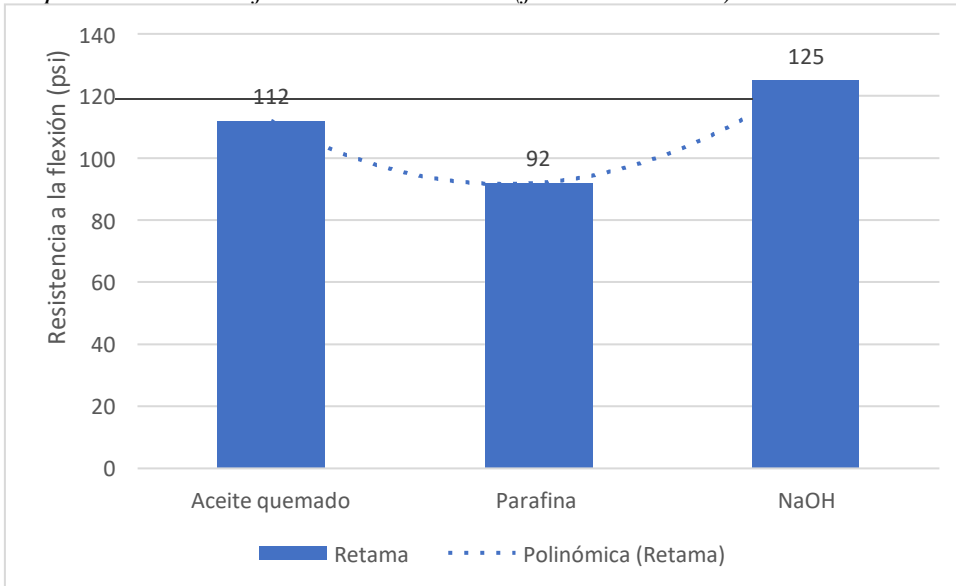
*Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada (fibra de cabuya)*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

**Figura 8**

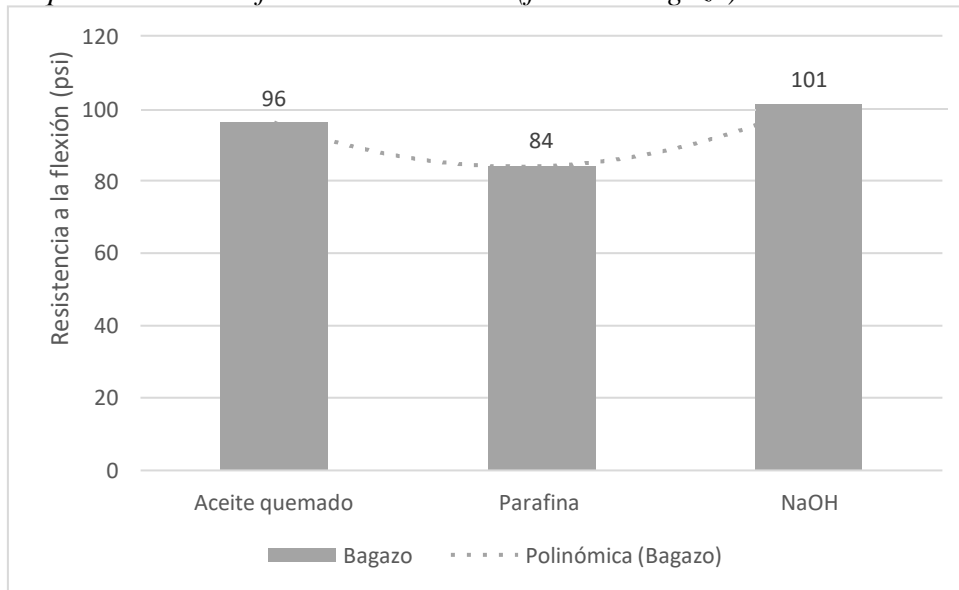
*Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada (fibra de retama)*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

### Figura 9

Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada (fibra de bagazo)



Nota: Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

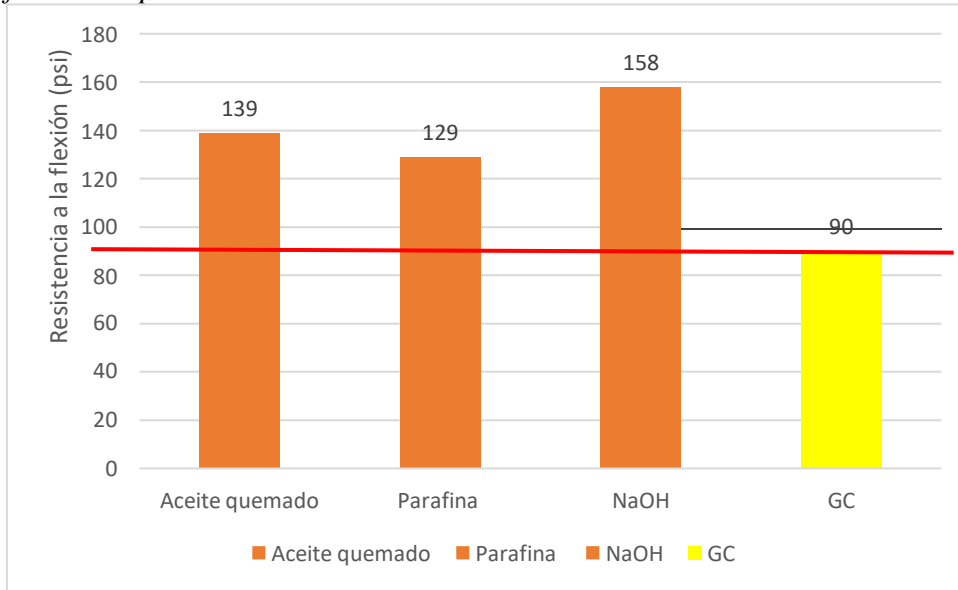
Tal como se vio en el resultado anterior, en este resultado se tiene un comportamiento similar, es decir, cada fibra analizada en los diferentes tratamientos se rigen a una ecuación polinómica de grado 2, teniendo que el tratamiento con el que se obtiene los menores valores es la parafina, mientras que con el NaOH se obtienen los valores más altos tal como se aprecia en las figuras 7 8 y 9

#### 3.1.4. Determinación del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero

En este caso se tuvo que escoger la combinación tipo de fibra-tratamiento con la que se obtienen los mayores resultados, es así que se tiene que la fibra de cabuya sumergida en una solución de NaOH al 5% es la fibra natural, los resultados se pueden apreciar en la figura 8, donde se tiene que la cabuya sumergida en NaOH supera al GC en un 76%, seguida de la cabuya sumergida en aceite quemado con una resistencia un 54% superior a la del GC tal como se aprecia en la figura 10

**Figura 10**

*Tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

### 3.2. Prueba de hipótesis

#### 3.2.1. Determinación de la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero

**Tabla 1**

*Influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero*

	Aceite quemado	Parafina	NaOH	GC
Retama	112	92	125	
Cabuya	139	129	158	90
Bagazo	96	84	101	

*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

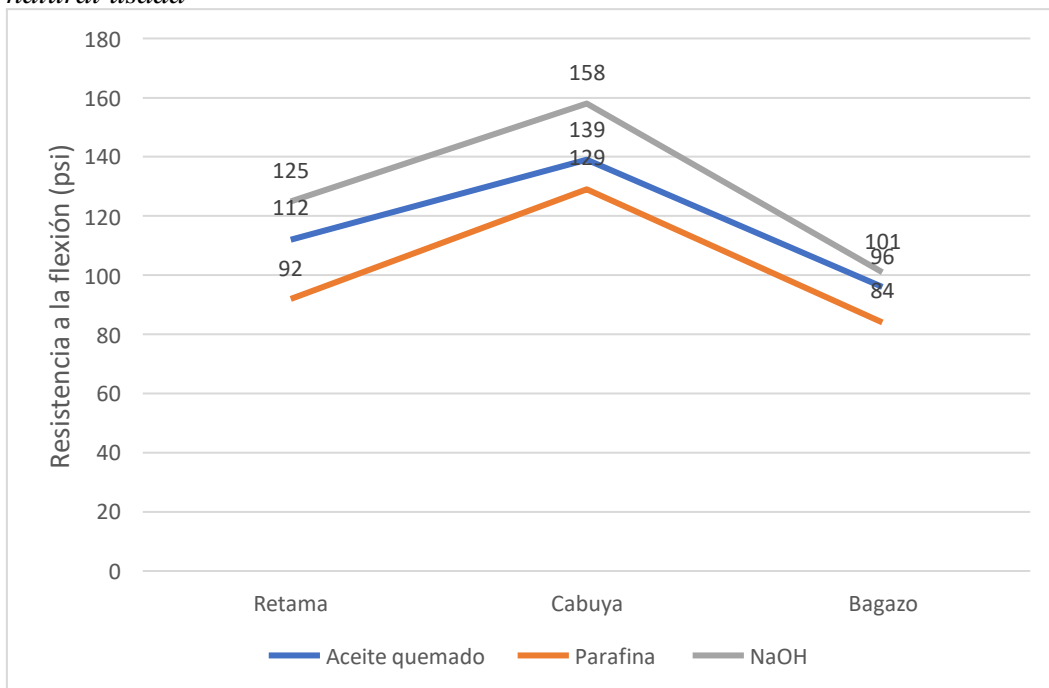
La tabla 1 muestra los promedios de la resistencia a la flexión (psi) de las fibras usadas en cada uno de los tratamientos aplicados, así como la de GC, se puede apreciar que los valores son distintos entre si teniendo resistencias mayores y menores a las de GC, de esta manera se comprueba que existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que

se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero aceptando así la hipótesis alterna (H1)

### 3.2.2. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada

**Figura 11**

*Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

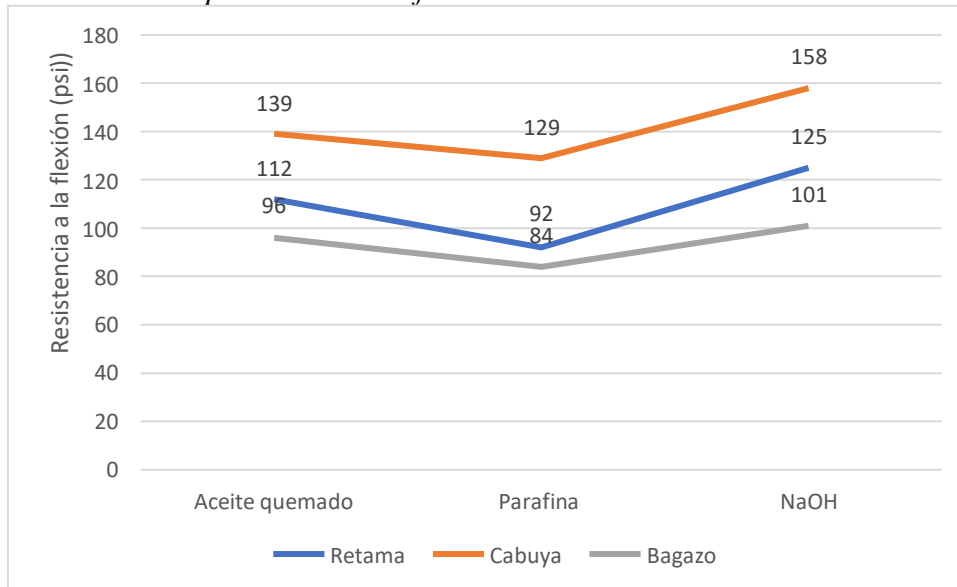
La figura 11 muestra en resumen la variación de resistencia a flexión que presentan los paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada, en esta se puede apreciar que se agrupó de acuerdo al tratamiento usado demostrando que si existe la mencionada variación con lo que se acepta H1: Si existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada



### 3.2.3. Análisis de la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada

**Figura 12**

*Variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada*



*Nota:* Resultados de la experimentación realizada en el laboratorio (2023)

En la figura 12 se puede apreciar la variación de resistencia a flexión que presentan los paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada, teniendo agrupamientos por tipo de fibra, de esta forma se verifica que si existe variación de la mencionada resistencia, aceptando así a H1: Si existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada

### 3.2.4. Determinación del tipo de fibra natural y el tratamiento al que se le somete que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero

No aplica

#### IV. DISCUSIÓN

- Se tiene que si existe una influencia tanto del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero, esta influencia es variada debido a los diferentes valores obtenidos de flexión tanto debido al tipo de fibra como al tratamiento sometido, es así que Sood y Dwivedi (2018) afirman también que al aplicar diferentes tratamientos a las fibras, su resistencia flexionante también variará de acuerdo a cada tratamiento, esto también es reafirmado por Ahmad et al. y Martel et al. (2020); por otro lado Shadherr et al. (2021) indica que el uso de fibras genera diferentes resultados dependiendo del tipo de fibra a usar; finalmente Geremew et al. (2021) indica que cada combinación de fibra con tratamiento sometido puede resultar en variaciones de propiedades en el mortero y concreto evaluado.
- En cuanto a la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada, en esta investigación se demuestra que existe variación de la resistencia flexionante ya que el valor obtenido depende de la fibra usada, lo cual es correspondido por Shadherr et al. (2021) quienes indican que hay fibras con las que se obtiene mayor resistencia y otras con las que esta descende, de igual manera Lilargem et al. (2022) indican que este comportamiento no sólo aplica a la resistencia evaluada en esta investigación, sino a todas las propiedades del mortero y concreto.
- Por otro lado, la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada, esta propiedad varía de acuerdo al tipo de tratamiento usado, esto lo corrobora Sood y Dwivedi (2018), Ahmad et al. (2019), Martel et al. (2020), Geremew et al. (2021) quienes indican que de acuerdo al tratamiento usado se obtienen resultados diferentes, siendo los tratamientos químicos con los que se obtienen propiedades óptimas en las fibras y materiales compuestos en las que estas se usan.
- Finalmente, en cuanto al tipo de fibra natural y el tratamiento al que se le somete que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero, lo obtenido en esta investigación corresponde con lo obtenido por Sood y Dwivedi (2018) quienes indican que el mejor tratamiento superficial para las fibras es la inmersión en solución de NaOH a diferentes porcentajes de esta.

## V. CONCLUSIONES

- Se tiene que existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero, teniendo que los valores de resistencia a la flexión obtenidos para cada combinación tipo de fibra natural-tratamiento al que se somete son diferentes, tanto entre sí como con el grupo control, teniendo valores mayores y menores a este dependiendo de la combinación analizada
- Existe una variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada, la cual se demuestra mediante comportamiento mostrado en cada tratamiento que representa una curva polinómica de segundo grado, teniendo en cada caso que el bagazo presenta los valores más bajos en cada caso, y la cabuya los valores más altos con un pico de 158 psi en el caso de la cabuya sumergida en NaOH (76% mayor que el GC), mientras que el valor más bajo lo tiene el bagazo sumergido en parafina con 84 psi (7% menor que el GC)
- Por otro lado, la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada presenta también un comportamiento de una ecuación polinómica de grado 2, teniendo que el tratamiento con el que se obtiene los menores valores es la parafina, mientras que con el NaOH se obtienen los valores más altos
- El tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero es la fibra de cabuya sumergida en una solución de NaOH al 5% es la fibra natural, los resultados se pueden apreciar en la figura 8, donde se tiene que la cabuya sumergida en NaOH supera al GC en un 76%, seguida de la cabuya sumergida en aceite quemado con una resistencia un 54% superior a la del GC

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda continuar la investigación teniendo en cuenta otros tratamientos químicos ya que son los que presentan mejores resultados
- Someter los paneles a pruebas de durabilidad en diversos climas para poder verificar así su posterior aplicabilidad en diversos tipos de viviendas

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez, A. (2020) Clasificación de las Investigaciones. Repositorio.  
<https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%20C3%A9mica%20C%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Amiandamhen, S. O., & Osadolor, S. O. (2020). Recycled waste paper–cement composite panels reinforced with kenaf fibres: durability and mechanical properties. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22(5), 1492-1500.  
<https://doi.org/10.1007/s10163-020-01041-2>
- Asencio, R. (2014). Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la comprensión sobre el concreto  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca] Repositorio UNC.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/493>
- Asdrubali, F., Pisello, A., Alessandro, F., Bianchi, F., Cornicchia, M. y Fabiani, C. (2015). Paneles innovadores a base de cartón con materiales reciclados de la industria del embalaje: análisis de rendimiento térmico y acústico. *Energy Procedia*, 78, 321-326. <https://oi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.652>
- Astrauskas, T., Picó, R., Sánchez-Morcillo, V. J., & Grubliauskas, R. (2021). Acoustic panels based on recycled paper sludge and lime composites. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03209-1>
- Birhane, S., Mesfin, M., & Koshe, W. (2017). Experimental Study on Some Mechanical Properties of Papercrete Concrete. *Advances in Materials*, 6(1), 1-6. doi: 10.11648/j.am.20170601.11
- Buratti, C., Belloni, E., Lascaro, E., Lopez, G. A., & Ricciardi, P. (2016). Sustainable panels with recycled materials for building applications: environmental and acoustic characterization. *Energy Procedia*, 101, 972-979.  
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.123>
- Burgueno, R., Quagliata, M. J., Mohanty, A. K., Mehta, G., Drzal, L. T., & Misra, M. (2004). Load-bearing natural fiber composite cellular beams and panels. *Composites Part A: applied science and manufacturing*, 35(6), 645-656.  
<https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2004.02.012>
- Bye, G. (1999). *Cemento Portland: composición, producción y propiedades*. Thomas Telford.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W8oYW15gH18C&oi=fnd&pg=PA53&dq=Portland+cement,+Composition,+production+and+properties.+&ots=GcDB616b>

AY&sig=XQJgabqUCWec4WR9xXTpId5COF4#v=onepage&q=Portland%20ceme  
nt%20C%20Composition%20production%20and%20properties.&f=false

- Cardinale, T., D'Amato, M., Sulla, R. y Cardinale, N. (2021). Caracterización mecánica y física de Papercrete como nuevo material de construcción ecológico. *Ciencias Aplicadas*, 11 (3), 1011-1029. <https://doi.org/10.3390/app11031011>
- Castañeda, J. (2013). Análisis de las propiedades mecánicas de morteros sustituyendo agregado fino por plástico reciclado de baja densidad, [Tesis de Pregrado, Universidad Rafael Urdaneta] Repositorio URU.
- Castillo, C. (2017) Efecto del perno de anclaje en el comportamiento estructural de paneles de hormigón reforzado con fibras. [Tesis de Pregrado. Universidad Técnica Federico Santa María] Repositorio USM. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23709>
- Chabuca, K. (2018). Influencia del porcentaje de poliestireno reciclado sobre el comportamiento mecánico en un panel de construcción ecológico en el año 2018, [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23743>
- Espejo, A., Bocanegra, A. (2018) Influencia de la granulometría y el porcentaje de reemplazo de ladrillo reciclado sobre la resistencia a la compresión, absorción y capilaridad en la fabricación de morteros para enlucidos de albañilería. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio UNT. <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/894/browse?value=Espejo+Valdez%20C+Yeysen+Antony&type=author>
- Farrera, A., Castellanos, C., Solis, C., González, L., Marín, G., & Aquino, S. (2020). Estudio técnico para el uso de paneles de concreto ligero de EPS reciclado para sistemas de losa. *ESPACIO I+ D, INNOVACIÓN MÁS DESARROLLO*, 9(24). <https://espacioimad.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/233>
- Fuentes, L., y Lara, O. (2021). Influencia del porcentaje de poliestireno expandido adicionado sobre las propiedades de paneles para tabiquería reforzados con nylon. [Tesis de Pregrado. Universidad Católica de Trujillo] Repositorio UCT. <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/844>
- Hernández, R. (6ta Ed.). (2014) *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hewlett, P. (2004) *Chemistry of cement and concrete*, Elsevier Science & Technology Books, 4. <https://www.sciencedirect.com/book/9780081007730/>
- Jiménez, S. P. (2014). Panel prefabricado de hormigón aliviano a base de papel periódico y cartón reciclado, destinado a vivienda de interés social. *Revista de la Facultad de arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 3(5), 51-61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6118856>
- La Torre, A., Delrieu, J, y Rodríguez, N. (2008). La industria del cemento en Colombia determinantes y comportamiento de la demanda (1996-2005) [Tesis de Pregrado,

- Pontificia Universidad Javeriana] Repositorio PUJ.  
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/9570?locale-attribute=de>
- Luna, J. (2013) Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo [Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú] ALICIA.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP\\_97f88a689a48472b17717310ddb57271](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP_97f88a689a48472b17717310ddb57271)
- Manrique, R. (2017). Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta productora de paneles de concreto para viviendas pre fabricadas, [Tesis de Pregrado, Universidad de Lima] Repositorio ulima.  
<http://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/7136>  
<http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/7136>
- Martinez, M. (2020) Diseño de panel de microhormigón reforzado con fibras de cabuya [Tesis de Postgrado. Universidad Internacional del Ecuador] Repositorio UIDE.  
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4485>
- Miranda, M. y Mendoza, E. (2014). Investigación tecnológica para el mejoramiento de la calidad utilizando el compuesto cl – arbocel en el proceso de fabricación del papel sanitario [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] Repositorio UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4000>
- Monsalve, J., Sanchez, M., & Baquero, D. (2018). Evaluation of the physical and mechanical properties of cana brava (Arundo donax) reinforced panels. INGE CUC, 14(1), 66-74. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7031145>
- Navacerrada, M. A., Díaz, C., Pedrero, A., Isaza, M., Fernández, P., Álvarez-Lopez, C., & Restrepo-Osorio, A. (2016). Caracterización acústica y térmica de no tejidos basados en fibras naturales. In Euro Regio. Porto-Portugal (Conference Memories), 13(15), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01041-2>
- Niño, J. (2010) Colección del concreto, Tecnología del concreto. Materiales, propiedades y diseños de mezclas, 1, 228.
- Norma Técnica Peruana. (2011). CEMENTOS. Cementos Portland Adicionados. Requisitos. (NTP334.090). Lima, Perú.
- Oda, R. (2019) Comportamiento estructural de los paneles de hormigón reforzado con fibra sintética. [Tesis de Pregrado. Universidad Técnica Federico Santa María] Repositorio USM. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/47124>
- Reyes, L., Reyes, A., Ríos, G., Mauricio, N., y Yraitá, N. (2018). Resistencia a la flexión de paneles elaborados con papel reciclado, cemento y yeso. Searching-Science, 1(1), 9-11. <https://revista.uct.edu.pe/index.php/SCIENCE/article/view/27>
- Taylor, H. (2003). Química del cemento. Londres: Thomas Telford.2. <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/cc.25929.fm>

- Vásquez, R. (2012). Cemento y sus aplicaciones. Cementos Pacasmayo SAA, 7-12. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54684224/100611\\_](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54684224/100611_)
- Vera, J., & Zambrano, W. (2013). Usos de las cenizas activadas del carbón proveniente de los calderos industriales, como sustituto parcial del cemento, para fabricar morteros de cemento portland, [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio UNITRU. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3195>
- Vintimilla, T. (2019) Simulación numérica del ensayo de panel cuadrado de hormigón reforzado con fibras. [Tesis de Postgrado. Universitat Politècnica de Catalunya] Repositorio UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/178859>
- Yam, J., Carcaño, R., & Moreno, E. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Ingeniería, 7(2), 39-46. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46770203.pdf>



# **ANEXOS**

## **ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
INFLUENCIA DEL TIPO DE FIBRA NATURAL Y TRATAMIENTO AL QUE SE SOMETE SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANELES DE MORTERO	<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero?</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>H0: No existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero</p> <p>H1: Si existe influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la influencia del tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete sobre la resistencia a la flexión de paneles de mortero</p>	Tipo de fibra natural	Tipo de fibra	Retama Cabuya Bagazo de caña	<p><b>Tipo:</b></p> <p>Experimental-aplicada cuantitativa</p>
	<p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada?</li> <li>¿Existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada?</li> <li>¿Cuál es el tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero?</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p><b>Hipótesis específica 1</b></p> <p>H0: No existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada</p> <p>H1: Si existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada</p> <p><b>Hipótesis específica 2</b></p> <p>H0: No existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada</p> <p>H1: Si existe variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada</p> <p><b>Hipótesis específica 3</b></p> <p>No aplica</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tipo de fibra natural usada</li> <li>Analizar la variación de la resistencia a la flexión de paneles de mortero con respecto al tratamiento al que se somete la fibra natural usada</li> <li>Determinar el tipo de fibra natural y tratamiento al que se somete esta que mejora la resistencia a la flexión de paneles de mortero</li> </ul>	Tratamiento	Tratamiento al que se somete las fibras	<p>Resistencia a la flexión</p> <p>Propiedad mecánica</p>	<p>Resistencia a la flexión</p> <p>Resistencia a la flexión</p>

## **ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Tipo de fibra natural</b>	Tipo de refuerzo en forma de fibras, derivadas de fuentes biológicas, como vegetales y animales (Autor, 2022)	Se utilizarán fibras naturales de origen vegetal, en este caso fibra de retama, cabuya y bagazo de caña de azúcar con tamaño de 3 cm y ordenamiento al azar	Tipo de fibra	Retama Cabuya Bagazo de caña	de Formato	Razón
<b>Tratamiento</b>	Procedimiento para alterar las fibras naturales, de esta forma mejorar las propiedades mecánicas, (Ravi et al. 2018)	Se sumergirán las fibras en distintas soluciones: petróleo, NaOH y parafina, de esta forma se buscará mejorar la interfaz matriz-fibra	Tratamiento al que se somete las fibras	Aceite quemado NaOH Parafina	Formato	Nominal
<b>Resistencia a la flexión</b>	Capacidad de un material de soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal (AIMPLAS. s.f.),	Se medirá la resistencia a flexión de cada uno de los paneles con proporción 1:4 y 2% de cada una de las fibras	Propiedad mecánica	Resistencia a flexión	Formato	Intervalo

## **ANEXO 03: PANEL FOTOGRÁFICO**



Fibras naturales usadas



Fibras en parafina



Preparando fibra de bagazo de caña



Preparando fibra de bagazo de caña





Rompiendo paneles a flexión



Panel sometido a ensayo de flexión

## **ANEXO 04: RESULTADOS TURNITIN**

# INFLUENCIA DEL TIPO DE FIBRA NATURAL Y TRATAMIENTO AL QUE SE SOMETE SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANELES DE MORTERO

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	14%
2	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	3%
3	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
5	<a href="http://repository.upb.edu.co">repository.upb.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	Dávila Mercado María Paula. "Efecto de la adición de fibras sintéticas en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto", TESIUNAM, 2010 Publicación	<1%

8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	dugi-doc.udg.edu Fuente de Internet	<1 %
11	www.cubaentransicion.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo