



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de Fibra de Corteza de Linaza para Mejorar las Propiedades Mecánicas del  
Concreto de Pavimento Rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Ito Mamani, Johan Edwar (ORCID: 0000-0002-1676-9442)

Larico Garcia, Juvves Danny (ORCID: 0000-0003-1948-6998)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquimedes (ORCID: 0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A dios, por ser mi fuente de fortaleza, en medio de mis angustias y preocupaciones, quien día a día me inspira a ser una mejor persona de servicio a mi comunidad. Atte **Johan Edwar Ito Mamani**.

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios que gracias a él todo se puede lograr con su fuerza espiritual que me da cada día que despierto por las mañanas; a mi esposa Roxana por su tiempo, paciencia, apoyo moral, consejos; a mis hijas Kristel y Ariana que fueron mi motivación para seguir adelante y dar un paso más profesionalmente también agradecer a mis padres Samuel y Lourdes por darme un estudio superior y finalmente a mis suegros Emilio que desde el cielo nos cuida, Victoria por aconsejarme a seguir adelante, siempre los llevare en mi corazón. Atte **Juvves Danny Larico García**.

## Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mis padres, por ser la persona que soy en el presente, agradezco de corazón el sacrificio que hacen día a día para poder forjar mi camino como profesional, mi principal motivo de superación es poder brindarles una mejor calidad de vida.

A mis hermanas, por el apoyo incondicional que me brindan día a día.

A mi maestro de escuela Guzmán Ticona Surco, quien con su paciencia y dedicación despertó en mí el gusto por el estudio.

A mi hermano espiritual José Luis Rodríguez Rossel, por los consejos de vida y apoyo incondicional. Atte **Johan Edwar Ito Mamani**.

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida cada día, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradezco a la plana docente de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Atte **Juvves Danny Larico García**.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice de Contenidos .....	iii
Índice de Tablas.....	iv
Índice de Figuras .....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Operacionalización de variables .....	21
3.3. Población, muestra y muestreo .....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos.....	31
3.6. Método de análisis de datos .....	47
3.7. Aspectos éticos.....	48
IV. RESULTADOS.....	49
V. DISCUSIÓN.....	79
VI. CONCLUSIONES .....	81
VII. RECOMENDACIONES .....	82
REFERENCIAS .....	83
ANEXOS	

## Índice de Tablas

Tabla 01: Número total de briquetas para ensayo de rotura.....	30
Tabla 02: Número total de briquetas para ensayo de tracción.....	30
Tabla 03: Número total de viguetas para ensayo a flexión.....	30
Tabla 04: Peso específico y absorción de la fibra de linaza.....	49
Tabla 05: Humedad presente en agregado fino.....	49
Tabla 06: Humedad presente en agregado grueso.....	50
Tabla 07: Granulometría del agregado fino.....	50
Tabla 08: Granulometría del agregado grueso.....	51
Tabla 09: Peso específico y absorción del agregado fino.....	52
Tabla 10: Peso específico y absorción del agregado grueso.....	53
Tabla 11: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso.....	53
Tabla 12: Proporciones en peso para un concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$ .....	54
Tabla 13: Proporciones en peso para un concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2 + 0.3\%$ de fibra.....	54
Tabla 14: Proporciones en peso para un concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$ de fibra.....	55
Tabla 15: Proporciones en peso para un concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$ de fibra.....	55
Tabla 16: Resistencia a la compresión de concreto convencional a 7 días.....	56
Tabla 17: Resistencia a la compresión + 0.3% de fibra a los 7 días.....	56
Tabla 18: Resistencia a la compresión + 0.5% de fibra a los 7 días.....	56
Tabla 19: Resistencia a la compresión + 0.7% de fibra a los 7 días.....	56
Tabla 20: Resistencia a la compresión de concreto convencional a 14 días.....	57
Tabla 21: Resistencia a la compresión + 0.3% de fibra a los 14 días.....	58
Tabla 22: Resistencia a la compresión + 0.5% de fibra a los 14 días.....	58
Tabla 23: Resistencia a la compresión + 0.7% de fibra a los 14 días.....	58
Tabla 24: Resistencia a la compresión de concreto convencional a 28 días.....	59
Tabla 25: Resistencia a la compresión + 0.3% de fibra a los 28 días.....	60
Tabla 26: Resistencia a la compresión + 0.5% de fibra a los 28 días.....	60
Tabla 27: Resistencia a la compresión + 0.7% de fibra a los 28 días.....	60
Tabla 28: Resistencia a la tracción del concreto convencional a 7 días.....	62
Tabla 29: Resistencia a la tracción + 0.3% de fibra a los 7 días.....	62

Tabla 30: Resistencia a la tracción + 0.5% de fibra a los 7 días .....	62
Tabla 31: Resistencia a la tracción + 0.7% de fibra a los 7 días .....	63
Tabla 32: Resistencia a la tracción del concreto convencional a 14 días .....	64
Tabla 33: Resistencia a la tracción + 0.3% de fibra a los 14 días .....	64
Tabla 34: Resistencia a la tracción + 0.5% de fibra a los 14 días .....	64
Tabla 35: Resistencia a la tracción + 0.7% de fibra a los 14 días .....	65
Tabla 36: Resistencia a la tracción del concreto convencional a 28 días .....	66
Tabla 37: Resistencia a la tracción + 0.3% de fibra a los 28 días .....	66
Tabla 38: Resistencia a la tracción + 0.5% de fibra a los 28 días .....	66
Tabla 39: Resistencia a la tracción + 0.7% de fibra a los 28 días .....	66
Tabla 40: Resistencia a la flexión del concreto convencional a 7 días.....	68
Tabla 41: Resistencia a la flexión + 0.3% de fibra a los 7 días .....	69
Tabla 42: Resistencia a la flexión + 0.5% de fibra a los 7 días .....	69
Tabla 43: Resistencia a la flexión + 0.7% de fibra a los 7 días .....	69
Tabla 44: Resistencia a la flexión del concreto convencional a 14 días.....	70
Tabla 45: Resistencia a la flexión + 0.3% de fibra a los 14 días .....	71
Tabla 46: Resistencia a la flexión + 0.5% de fibra a los 14 días .....	71
Tabla 47: Resistencia a la flexión + 0.7% de fibra a los 14 días .....	71
Tabla 48: Resistencia a la flexión del concreto convencional a 28 días.....	72
Tabla 49: Resistencia a la flexión + 0.3% de fibra a los 28 días .....	72
Tabla 50: Resistencia a la flexión + 0.5% de fibra a los 28 días .....	73
Tabla 51: Resistencia a la flexión + 0.7% de fibra a los 28 días .....	73
Tabla 52: Cálculo de P-valor y Media.....	75
Tabla 53: Cálculo de P-valor y Media.....	76
Tabla 54: Cálculo de P-valor y Media.....	77

## Índice de Figuras

Figura 01: Selección de agregado grueso .....	13
Figura 02: Agregado fino .....	14
Figura 03: Esfuerzo de rotura de briquetas.....	14
Figura 04: Esfuerzo de flexión en una vigueta. ....	15
Figura 05: Ensayo de resistencia a la tracción.....	16
Figura 06: Ejemplos de secciones transversales de cortezas naturales .....	16
Figura 07: Descripción de monte de linaza ó llausapancho .....	17
Figura 08: Perfil longitudinal dematerial de monte de linaza. ....	18
Figura 09: Características de corteza natural.....	18
Figura 10: mapa de ubicación.....	32
Figura 11: Compra de la corteza de linaza .....	32
Figura 12: extracción de la fibra de la corteza de linaza .....	33
Figura 13: cantera de la ciudad de Juliaca.....	33
Figura 14: Secado de los agregados extraídos de la cantera .....	34
Figura 15: cuarteo de agregados.....	34
Figura 16: Ensayo de granulometría del agregado fino.....	36
Figura 17: ensayo de granulometría para el agregado grueso .....	36
Figura 18: Pesado del picnómetro + agua .....	38
Figura 19: Agregando el agregado fino al picnómetro.....	38
Figura 20: Secando con material absorbente las burbujas de agua .....	38
Figura 21: Forma total del picnómetro + muestra + agua .....	39
Figura 22: Ensayo de compactación del agregado fino.....	40
Figura 23: Ensayo de compactación del agregado grueso.....	41
Figura 24: Proporciones para un diseño de mezcla incorporando fibra .....	42
Figura 25: Mezclado de agregados, cemento y agua, para concreto convencional.....	42
Figura 26: Mezcla de concreto con fibra de corteza de linaza .....	42
Figura 27: Moldeando las probetas cilíndricas de concreto .....	43
Figura 28: Probetas a ensayarse después de 7 días de curado .....	43
Figura 29: Ensayando las probetas a compresión.....	44

Figura 30: Probetas ensayadas a compresión .....	45
Figura 31: Ensayando la probeta a tracción.....	46
Figura 32: Especímenes con diferentes proporciones en el agregado de fibra.....	47
Figura 33: Ensayando los especímenes prismáticos a flexión.....	47
Figura 34: Curva granulométrica del agregado fino.....	51
Figura 35: Curva granulométrica del agregado grueso .....	52
Figura 36: Resumen de la resistencia a la compresión a los 7 días .....	57
Figura 37: Resumen de la resistencia a la compresión a los 14 días .....	59
Figura 38: Resumen de la resistencia a la compresión a los 28 días .....	61
Figura 39: Resumen de la resistencia a la compresión.....	61
Figura 40: Resumen de la resistencia a la tracción a los 7 días.....	63
Figura 41: Resumen de la resistencia a la tracción a los 14 días.....	65
Figura 42: Resumen de la resistencia a la tracción a los 28 días.....	67
Figura 43: Resumen de la resistencia a la tracción.....	68
Figura 44: Resumen de la resistencia a la flexión a los 7 días .....	70
Figura 45: Resumen de la resistencia a la flexión a los 14 días .....	72
Figura 46: Resumen de la resistencia a la flexión a los 28 días .....	74
Figura 47: Resumen de la resistencia a la flexión .....	74



## RESUMEN

En la presente investigación denominado “Aplicación de Fibra de Corteza de Linaza para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto de Pavimento Rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021” tiene como objetivo general determinar la influencia de fibra de corteza de linaza para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021, cuya metodología es del tipo aplicativo de diseño experimental en la cual calculamos mediante ensayos las probetas cilíndricas y las prismáticas en equipos especializados para este ensayo como resultados obtuvimos que para la compresión en los primeros 7 días tuvimos 164.46, 176.11, 187.13 y 204.13  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente; para los 14 días tuvimos 200.57, 212.53, 227.07 y 251.09  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente y para los 28 días tuvimos 225.70, 236.85, 255.98 y 289.62  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente. Para la resistencia a la tracción en los primeros 7 días tuvimos 17.33, 19.48, 21.12 y 22.65  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente; para los 14 días tuvimos 20.76, 22.37, 24.53 y 26.68  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente, para los 28 días tuvimos 22.43, 23.79, 25.52 y 27.78  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente. Para la resistencia a la flexión a los primeros 7 días tuvimos 21.80, 23.13, 24.50 y 25.38  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente; para los 14 días tuvimos 26.84, 28.52, 29.84 y 31.61  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente y para los 28 días tuvimos 29.40, 32.39, 34.47 y 37.24  $\text{kg/cm}^2$  con 0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% de fibra de corteza de linaza respectivamente. Concluyendo de esta manera que la fibra de corteza de linaza es un material digno de ser usado, ya que influye de manera positiva para los esfuerzos de compresión, tracción y flexión, pudimos corroborar la influencia que produce con los resultados que obtuvimos de los ensayos en laboratorio y los gráficos comparativos que lo demuestran.

**Palabras clave:** Fibra de corteza de linaza, Resistencia a la compresión, Tracción y Flexión.

## ABSTRACT

In the present investigation called "Application of linseed bark to improve the mechanical properties of rigid pavement concrete  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$  - Juliaca 2021" has as a general objective to determine the influence of linseed bark fiber to improve the mechanical properties of the rigid pavement concrete  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$  - Juliaca 2021, whose methodology is of the application type of experimental design in which we calculated by tests the cylindrical and prismatic specimens in specialized equipment for this test as results we obtained that for compression in The first 7 days we had 164.46, 176.11, 187.13 and 204.13  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively; for the 14 days we had 200.57, 212.53, 227.07 and 251.09  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively and for the 28 days we had 225.70, 236.85, 255.98 and 289.62  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively. For the tensile strength in the first 7 days, we had 17.33, 19.48, 21.12 and 22.65  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively; For the 14 days we had 20.76, 22.37, 24.53 and 26.68  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively, for the 28 days we had 22.43, 23.79, 25.52 and 27.78  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively. For the flexural strength in the first 7 days, we had 21.80, 23.13, 24.50 and 25.38  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively; For the 14 days we had 26.84, 28.52, 29.84 and 31.61  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of flax bark fiber respectively and for the 28 days we had 29.40, 32.39, 34.47 and 37.24  $\text{kg} / \text{cm}^2$  with 0%, 0.3%, 0.5% and 0.7% of linseed bark fiber respectively. Concluding in this way that linseed bark fiber is a material worthy of being used, since it has a positive influence on compression, traction and bending forces, we were able to corroborate the influence it produces with the results that we obtained from the tests in laboratory and the comparative graphs that prove it.

**Keywords:** Linseed bark fiber, Resistance to compression, Traction and Bending.

## I. INTRODUCCIÓN

El transporte está profundamente relacionado a la evolución de la sociedad humana, ya que siempre hubo la necesidad de movilizarse, principalmente por las ubicaciones de las zonas fértiles, lo cual se considera como la etapa inicial sobre el transporte en la sociedad, posteriormente la humanidad de a poco fue superando cada una de los retos físicos y mecánicos que se originó, para determinar el incremento de capacidad de carga y velocidad de los vehículos. Para así de esta manera aportar la comunicación e interacción constante de las ciudades como localidades, distritos, centros poblados y aldeañas a sectores donde se desarrolla el comercio, la agricultura e industrialmente y generando más oportunidades de trabajos, con el fin de mejorar su calidad de vida en la población. (Salas, 2011, p. 17).

En América Latina se observa un crecimiento significativo en las infraestructuras viales desde finales del siglo XX, esto se debe a que la población crece demográficamente, además el aumento de las infraestructuras viales ayuda y fortalece las políticas de integración Sudamericana para su evolución articulada. Así mismo fortalece las conexiones y comunicación entre otros países permitiendo el progreso económico y social de estos. (De Marchi, Morales y Machicado, 2018, p. 209).

En el Perú, las infraestructuras viales que no son pavimentadas representan un 89% del porcentaje de la cantidad total, esto de acuerdo al Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), por lo que muchas de sus vías sufren los fenómenos climáticos y otros factores los cuales originan problemas como ahuellamientos, baches, exudación, agrietamiento de bloque, y piel de cocodrilo, deflexiones, entre otros. Esto se puede apreciar en todo el territorio peruano en sectores de afirmado o terreno accidentado ya que debido a su ubicación y geográfica de la superficie de distintos relieves del terreno. (Satil, 2014, p. 15).

Además, la Región Puno geotécnicamente presenta generalmente suelos con altos índices de plasticidad y nivel freático es muy elevado lo cual reduce la resistencia de los diferentes tipos de afirmado, así mismo se puede observar que gran parte de sus vías son afirmado lo cual perjudica directamente a la población, generando un impacto ambiental negativo y obstaculizando el libre tránsito de peatones y vehículos, esto porque la Región de Puno posee un clima muy variado en temporadas de precipitaciones, así como lluvias intensas que llegan a

cubrir toda la vía tanto de avenidas, jirones y calles. Constantes ráfagas de vientos que son fuertes que a su vez perjudica a la población puneña de dicha zona. Esta realidad de las carreteras no pavimentadas está conectada a un ciclo de conservación suficiente inexistente, degradación, destrucción, reconstrucción, demolición de rotura parcial del pavimento de esta manera son afectadas.

La ciudad de Juliaca constantemente sufre lluvias fuertes los cuales provocan inundaciones, colmatación de aguas servidas en las calles de la ciudad, debido a que la topografía de la ciudad es plana y por ello el agua se deposita y no llega a evacuarse por la gravedad, en consecuencia, esto llega a perjudicar la resistencia y trabajabilidad del pavimento rígido o flexible, además de generar deterioro y fallas de la estructura donde la durabilidad y años útil disminuye por la presencia de agua. (Guerra y Guerra, 2020, p. 124).

La corteza de linaza cuenta con una composición química de 30% de fibra dietética, 20% de proteína, 40% de lípidos, su tamaño es de 4 a 6 mm de longitud el color puede variar de acuerdo al lugar de origen el peso de monte de linaza es aproximadamente es 1000 a 1500, el monte de linaza se ubica en la selva del Perú, es un material que reduce la fisuración y desgaste del concreto y garantiza el desempeño de la trabajabilidad de la estructura para distintas obras viales. Figuerola, Muñoz y Estévez (2008).

En la presente investigación se utilizará la fibra de corteza de linaza para mejorar la propiedad mecánica del concreto del pavimento, con lo expuesto anteriormente, esta investigación es titulada “Aplicación de Fibra de Corteza de Linaza para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto de Pavimento Rígido  $f^c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021”, por lo que identificamos la pregunta del problema general: ¿Cómo la aplicación de las fibras de cortezas de linaza mejorará las características de resistencia del concreto del pavimento rígido  $f^c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021?, así mismo se plantean los siguientes problemas específicos los cuales son: ¿Cuál es la dosificación ideal para mejorar la resistencia a compresión del concreto  $f^c= 210\text{kg/cm}^2$  para el pavimento rígido, Juliaca 2021?, ¿Cuál es la dosificación ideal para mejorar la resistencia a la flexión del concreto  $f^c= 210\text{kg/cm}^2$  para el pavimento rígido, Juliaca 2021?, ¿Cuál es la dosificación ideal para mejorar la resistencia a la tracción del concreto  $f^c= 210\text{kg/cm}^2$  para el pavimento rígido, Juliaca 2021?

En este estudio la justificación técnica es considerada, por que plantea la incorporación de fibra de corteza de linaza para obtener una mejora de la propiedad mecánica del concreto en un pavimento rígido, donde mediante los ensayos de laboratorio se procederá a estudiar el comportamiento y analizar los resultados. Económicamente se justifica, ya que, al incrementar la resistencia mecánica de los concretos, incrementará su vida útil en las carreteras y disminuirá precio que ocasionan al mantener y reparar, cuando la vía no cumple de manera óptima su funcionamiento, esta investigación se justifica socialmente porque la intención es mejorar las condiciones de la transitabilidad vehicular y peatonal beneficiando a la población con un adecuado servicio de la vía. Además, se justifica ambientalmente porque se incorporará la corteza de linaza la cual es natural, además accesible y este no ocasionara impactos negativos en el suelo.

Asimismo, dentro del tema que se investiga se realiza el planteamiento de la finalidad principal: Determinar la influencia de la fibra de corteza de linaza para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021, por otro lado, los objetivos específicos están dados por, Determinar la dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a la compresión del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021. Determinar la dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a la flexión del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021. Determinar la dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a la tracción del concreto del pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021.

De acuerdo a los objetivos y problemas planteados surge la siguiente hipótesis general: La influencia de la fibra de corteza de linaza para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021, repercuten de manera positiva en todos los aspectos. La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia la compresión del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021, es del 0.7%. La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a la flexión del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021, es del 0.7%. La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a tracción del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021, es del 0.7%.

## II. MARCO TEÓRICO

A fin de ampliar el conocimiento para la presente investigación se realizó la búsqueda de diferentes fuentes en los siguientes ámbitos:

### **Antecedentes Internacionales:**

(Huertas y Martínez, 2019). en investigación denominado “Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la corteza de bagazo de caña” que se realizó para la Universidad Católica de Colombia, se tuvo como finalidad analizar cómo se comporta mecánicamente el concreto adicionando corteza de bagazo de caña. La metodología que fue aplicada, de carácter experimental – aplicada. Del resultado se demuestra que dentro del asentamiento el comportamiento que obtuvo la muestra patrón genero un valor de 4.5 cm, con la adición de 0.4% se obtuvo un valor de 3.7 cm, para la aplicación del 0.6% de bagazo se obtuvo un valor de 4.0 cm, finalmente con la incorporación de 0.8% de bagazo se obtuvo un valor de 4.3 cm, asimismo para la muestra patrón el esfuerzo a la compresión tiene un valor característico a la edad de los 7 días de 11173.47 kgf, en tanto a la edad de los 14 días se llegó a la resistencia de 13163.27 kgf, a la edad de los 28 días se llegó a una resistencia de 15726.49 kgf, incorporando un 0.4% de corteza de bagazo de caña los resultados de resistencia a compresión fueron de 11183.67 kgf al periodo de los 7 días, en tanto a los 14 días se logró una resistencia de 13000.00 kgf, y para 28 días llegó a una resistencia de 13846.94 kgf. Aplicando la cantidad de 0.6% de corteza de bagazo de caña se tiene del resultado de resistencia a compresión de 6836.73 kgf durante el periodo de los 7 días, en tanto al periodo de los 14 días se logró presenciar una resistencia de 13000.00 kgf, a la edad de 28 días se logró presenciar una resistencia de 15571.43 kgf. Aplicando la cantidad indicada del 0.8% de corteza de bagazo de caña el resultado del ensayo a compresión fue de 10489.80 kgf durante el periodo de los 7 días, a los 14 días se presenció una resistencia de 10928.57 kgf y a la edad de 28 días se llegó a una resistencia de 14071.43 kgf. Concluyendo que el aporte que brinda la corteza del bagazo a las características mecánicas del concreto es bueno, por lo que a más cantidad de incorporación se incrementa el esfuerzo a la compresión del concreto, en tanto sobre la característica del asentamiento se pudo denotar que la trabajabilidad reduce al aplicar este material.

(Valdiviezo, 2016), en estudio de pregrado denominado “Análisis técnico comparativo del comportamiento a compresión de concreto, fabricados con corteza proteica (lana de borrego) y corteza celular (algodón) como una alternativa sostenible de aprovechamiento de recursos”, realizado para la Universidad Técnica de Ambato – Colombia. Su finalidad es efectuar un análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón fabricado con corteza proteica y corteza celular como una de las alternativas sostenibles para aprovechar los recursos. El método de investigación con la cual se caracterizó la tesis mencionada es cuantitativo – aplicado. Del resultado obtenido se demuestra que el concreto convencional a los días 28, 14 y 07 días de curado cuentan con un esfuerzo a la compresión 202.02, 218.68 y 241.03 kg/cm<sup>2</sup>. Con una densidad de 2445.88, 2448.73 y 2458.71 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, con la incorporación de 15% de corteza de lana obtuvo un esfuerzo a la compresión a la edad de 28, 14 y 07 días obtuvieron los valores de 202.79, 218.91 y 241.70 kg/cm<sup>2</sup> con sus densidades de 2383.00, 2386.72 y 2396.57 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, con la incorporación de 30% de corteza de lana obtuvo un esfuerzo a la compresión a las edades de 28, 14 y 07 días obtuvieron los valores de 127.27, 203.29 y 209.60 kg/cm<sup>2</sup> con sus densidades de 2370.42, 2372.90 y 2380.93 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. con la incorporación de 15% de corteza de algodón obtuvo un esfuerzo a la compresión a los días de curado 28, 14 y 07 días obtuvieron resistencia de 101.92, 132.70 y 140.36 kg/cm<sup>2</sup> con sus densidades de 2414.44, 2417.54 y 2427.46 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, con la incorporación de 30% de algodón de lana obtuvo un esfuerzo a la compresión a los días de curado de 28, 14 y 07 días obtuvieron los valores de 96.90, 103.39 y 107.96 kg/cm<sup>2</sup> con sus densidades de 2370.42, 2373.36 y 2383.38 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Concluyendo que la aplicación de 15% y 30% de lana incrementa el comportamiento mecánico del concreto a diferencia de la aplicación con algodón los cuales disminuyen.

De acuerdo a (Lara, 2017), en su trabajo de pregrado denominado “Determinación de los porcentajes óptimos de corteza de coco en hormigones hidráulicos” realizado para la Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Ecuador. Su finalidad es realizar la comparación y estimación del esfuerzo en el tiempo, dar una estimación de los rendimientos económicos y de durabilidad del hormigón como material de construcción integrado de corteza de la corteza de coco dentro de su composición. La metodología que fue aplicado para caracterizar el trabajo mencionado fue de orden aplicado – experimental. Del resultado de la prueba a la compresión

demostró que a los 28 días la muestra patrón se encontró una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo en un 0.5% resulto 218.09 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 1.5% resulto 248.15 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente adicionando 2% se tuvo un valor de 192.36 kg/cm<sup>2</sup>. En tanto al efectuar los ensayos a flexión a los días de curado de 28 días demostraron los valores siguientes: muestra patrón 21 kg/cm<sup>3</sup>, adicionando un 0.5% se tiene el valor de 23.99 kg/cm<sup>3</sup>, con la adición de 1.5% se obtuvo un valor de 29.78 kg/cm<sup>3</sup>, para la adición del 2% se obtuvo un valor de 17.31 kg/cm<sup>3</sup>. Concluyendo que adicionando corteza de coco reduce el peso del hormigón con un aproximado de 21%, así mismo la aplicación del 1.50% de corteza de coco incrementa en el comportamiento mecánico del concreto, empleando la dosificación del 2% se presenció una disminución en la tendencia de la resistencia.

(Briseño, 2016), en su trabajo de pregrado denominado “Análisis del comportamiento a flexión de vigas reforzadas con corteza de cabuya” realizado para la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. Tiene por objetivo analizar cómo se comporta al ser sometido a pruebas de flexión la las vigas que fueron fortalecidas con corteza de cabuya. La metodología con la que se realiza la investigación es de orden cuantitativo – aplicativo. Los resultados demostraron que del ensayo a flexión de la viga a los días de curado de 14 días obtuvo un módulo de ruptura de 26.37 kg/cm<sup>3</sup>, para la aplicación de corteza de cabuya 1.5% se obtuvo un valor de 21.06 kg/cm<sup>3</sup>, para la adición de corteza de cabuya 1.5% dispersa se obtuvo un módulo de ruptura de 28.06 kg/cm<sup>3</sup>, el esfuerzo a la flexión característica de la viga a los de 28 días de curado denoto un valor sobre el módulo de ruptura de 31.05 kg/cm<sup>3</sup>, al aplicar corteza de cabuya 1.5% longitudinal obtuvo un valor de 25.00 kg/cm<sup>3</sup>, para la adición de corteza de cabuya 1.5% dispersa obtuvo un módulo de ruptura de 33.04 kg/cm<sup>3</sup>. Concluyendo que la incorporación de corteza de cabuya incrementa su resistencia ala flexión ante fuerzas sometidas verticalmente a dicho elemento.

(Duran y Leiva, 2017), en su tesis de pregrado denominado “Comportamiento estructural del concreto reforzado con adiciones de corteza caña de azúcar” realizado para la Universidad Centroamericana – Nicaragua. Tuvo como objetivo proponer la mezcla de un concreto con refuerzo de adiciones con corteza de caña de azúcar con el fin proponer mejoras en sus propiedades estructurales. La metodología aplicada para caracterizar el presente trabajo mencionado es de tipo cuantitativo – experimental. Del resultado se demuestra que, del pruebas a la compresión de 28, 14 y 07 días de curado la convencional obtuvo un valor promedio de



125.33, 300.52 y 318.00 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 4% de corteza de caña de azúcar se obtuvo los valores de 70.85, 139.95 y 180.83 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 6% de corteza de caña de azúcar se obtuvo los valores de 27.55, 31.45 y 39.04 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 4% de corteza de caña de azúcar se obtuvo los valores de 70.85, 139.95 y 180.83 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Concluyendo que la incorporación de corteza de caña de azúcar se logra incrementar propiedades que hace que la muestra sea flexible y realice la transferencia de cargas sometidas, la adición de 4% es la proporción más óptima, al incorporar 6% de FCA empieza a disminuir su resistencia.

### **Antecedentes Nacionales:**

(Alarcón, 2018), en su investigación de pregrado denominado “Determinación del contenido óptimo de corteza de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”, realizado para la Universidad Cesar Vallejo – Perú. Tiene como objetivo encontrar la mejor dosificación añadiendo corteza de cabuya para lograr una mejora el concreto a las pruebas a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados demostraron que para la muestra patrón ensayada compresión pasado 07 días de curado valoró 158.41 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, curado a 14 días se encontró 199.47 kg/cm<sup>2</sup>, para 28 días se halló un valor de 230.66 kg/cm<sup>2</sup>. En tanto durante el ensayo de asentamiento se obtuvo un valor promedio de 8.18 cm, con la adición de 0.25% de corteza de cabuya del ensayo a compresión curado 7 días se caracterizó obteniendo el valor de 114.11 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de curado se encontró el valor 152.25 kg/cm<sup>2</sup>, para la edad de 28 días se halló un valor de 192.48 kg/cm<sup>2</sup>. En tanto la muestra patrón tuvo un asentamiento promedio 7.62 cm aplicando la dosificación indicada de 0.50% de corteza de cabuya, las cualidades de la resistencia del ensayo a compresión fueron afectas a los 7 días curados donde se denoto un esfuerzo de 99.18 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de curado encontró el valor 138.83 kg/cm<sup>2</sup>, y curado a los 28 días se determinó el valor 171.47 kg/cm<sup>2</sup>. Incorporando un 0.75% de corteza de cabuya obtuvo un valor de 80.88 kg/cm<sup>2</sup>, durante el periodo de los 7 días, curado a los 14 días obtuvo un valor 114.10 kg/cm<sup>2</sup>, y curado a 28 días se denoto un valor de 144.46 kg/cm<sup>2</sup>. Adicionando 1.0% de corteza de cabuya su esfuerzo del ensayo a compresión curado a los 7 días se caracterizó resistiendo 44.56 kg/cm<sup>2</sup>, curado a 14 días obtuvo el valor 63.48 kg/cm<sup>2</sup>, y curado a 28 días se denoto el valor 97.27 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que las cortezas de cabuya incrementan satisfactoriamente sus propiedades ante el esfuerzo a la compresión.

(Perca, 2017), en su tesis de investigación denominado “Influencia de las cortezas de polipropileno en las propiedades del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>”, realizado para la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Con el objetivo de determinar la propiedad del hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando cortezas de polipropileno. La metodología aplicada en el presente trabajo tiene carácter cuantitativo. Los resultados demostraron que el concreto patrón curado a los 28, 14 y 07 días tuvo un esfuerzo a la compresión de 145.04 kg/cm<sup>2</sup>, 170.81 kg/cm<sup>2</sup> y 217.43 kg/cm<sup>2</sup>, el esfuerzo a la compresión con la incorporación de 0.6 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno a los 7, 14 y 28 días de curado, se caracterizaron con valores de 138.28, 193.92 y 195.89 kg/m<sup>3</sup>, con la incorporación de 1.2 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno su resistencia a los 7, 14 y 28 días, de curado se caracterizaron con valores de 152.05, 195.59 y 192.41 kg/m<sup>3</sup>, con la incorporación de 1.8 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno su resistencia a los 7, 14 y 28 días, se caracterizaron con valores de 159.99, 181.31 y 190.75 kg/m<sup>3</sup>, con la incorporación de 2.4 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno su resistencia a los 7, 14 y 28 días, se caracterizaron con valores de 164.36, 190.18 y 205.53 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, del resultado del ensayo a flexión para la muestra patrón curado con 7, 14 y 28, se caracterizaron con valores de 29.12, 30.57 y 32.24 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación 0.6 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno se obtuvo una resistencia a flexión con distintos porcentajes de adición curado a los 7, 14 y 28 días, caracterizando valores de 25.14, 32.95 y 3.89 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación 1.2 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno se obtuvo una resistencia a flexión con distintos porcentajes de adición curado a los 7, 14 y 28 días, caracterizando los valores de 27.84, 31.57 y 35.06 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación 1.8 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno se obtuvo una resistencia a flexión con distintos porcentajes de adición curado a los 7, 14 y 28 días, caracterizando estos valores de 30.72, 31.53 y 37.64 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación 2.4 kg/m<sup>3</sup> de corteza de polipropileno se obtuvo una resistencia a flexión con distintos porcentajes de adición a las edades de 7, 14 y 28 días, la muestra patrón de 29.00 y con adición es 19.00, 32.37 y 35.61 kN respectivamente. Concluyendo que la aplicación de estas cortezas mejora parcialmente las propiedades de compresión, así mismo esta se repercute en el ensayo o prueba de compresión.

(Anglade [et al], 2020), en su artículo titulado “Uso de desechos textiles como una adición a la elaboración de un bloque ecológico de concreto” para la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Perú. Con objetivo de determinar la resistencia que agrega la adición de textiles

desechados al hormigón. La metodología que caracteriza la investigación del trabajo mencionado tiene orden experimental – aplicado. Del resultado de demostró que la resistencia del ensayo a compresión el bloque de hormigón con un 25% de reposición de tejido a los 7 días aumenta en un 19% la característica de compresión y para la edad de 28 días, esta incrementa entre un 12.5% a 21.00% con un valor de 24.23 kg/cm<sup>2</sup>, cuando se varía el porcentaje de tela (yute) de 0.5% tiende a disminuir la resistencia en un 40% respecto al hormigón estándar. Concluyendo que su resistencia a compresión disminuye porque cuando se incorpora poliéster, debido a que las cortezas incrementan las burbujas de aire y los vacíos del concreto.

(Quispe, 2021), en su tesis de pregrado denominado “Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con el reforzamiento de corteza de linaza, Juliaca – 2021”, realizado para la Universidad Cesar Vallejo. Su finalidad es realizar la evaluación de la influencia al añadir corteza de linaza en la propiedad físico mecánico del hormigón  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de la corteza de linaza en la ciudad de Juliaca, 2021. Los resultados demostraron que el asentamiento de la muestra patrón obtuvo un valor de 9.144cm, incorporando 0.25% de corteza de linaza se obtuvo el valor 8.89 cm, incorporando 0.50% de corteza de linaza se obtuvo el valor 7.62 cm, incorporando 0.75% de corteza de linaza se obtuvo un valor de 2.54 cm, en la determinación del resultado de las pruebas a la compresión a los 7 días la muestra patrón obtuvo un valor de 228.70, con la incorporación de 0.25% de corteza de linaza se obtuvo un valor de 218.54, con la incorporación de 0.5% de corteza de linaza se obtuvo un valor de 187.56, con la incorporación de 0.75% de corteza de linaza se obtuvo un valor de 185.08 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días de curado la muestra patrón demostró resistir 233.86 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación de 0.25% de corteza de linaza se obtuvo el valor 239.99 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 0.5 % de corteza de linaza se tuvo el valor 213.79 kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo un 0.75% se encontró 210.25 kg/cm<sup>2</sup>. Curado a los 28 días, la muestra patrón tuvo una resistencia de 241.88 kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de 0.25% de corteza de linaza se tuvo el valor de 289.31 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 0.5% de corteza de linaza se tuvo el valor 225.65 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente añadiendo 0.75% de corteza de linaza se tuvo el valor 250.00 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto al ensayo a la flexión curado a los 7, 14 y 28 días se obtuvo los resultados siguientes, la muestra patrón se caracterizó con valores de 21.72, 22.97 y 23.12 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, adicionando 0.25% de corteza de linaza: se caracterizaron los siguientes valores 22.13, 23.21 y 26.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente,

adicionando 0.50% de corteza de linaza se obtuvieron los siguientes valores 22.64, 23.30 y 23.65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, añadiendo un 0.75% de corteza de linaza se obtuvieron los siguientes valores 22.96, 23.47 y 23.69 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, a los 28 días, ensayado a flexión la muestra patrón se caracterizó con un valor de 30.94 kN, con la incorporación de 0.25% de corteza de linaza se obtuvo un valor de 38.97 kN, con la adición de 0.50% de corteza de linaza se obtuvo un valor de 35.01 kN, para la adición de 0.75% de corteza de linaza se caracterizó con un valor de 31.43 kN. Concluyendo que a las edades de 7 y 14 días influyen negativamente en las propiedades del concreto, pero a los 28 días logran superar satisfactoriamente a la muestra patrón.

Para Bellido (2018), en su proyecto de investigación titulada; Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera, para la Universidad Nacional Agraria la Molina, con objetivo principal estudiar las propiedades mecánicas del concreto ligero incorporando viruta de madera. El método a emplear es experimental - explicativo – aplicada y enfoque cuantitativo. El resultado al finalizar el diseño de la experimentación se observó que el concreto con cortezas de madera incremento su rendimiento de acuerdo al porcentaje que se le adiciono, el desperdicio de 1.05 Kg fue para el concreto convencional (tipo P1), el desperdicio fue 2.336 Kg del concreto (tipo P1+F1) adicionado de 30 % de cortezas de madera, esto indica que aumenta su rendimiento un 22.48 %, para el concreto (P1+F2) adicionado de 60 % de cortezas de madera, tuvo un desperdicio de 2.338 Kg, indica que hubo un incremento de 22.67 %, para el concreto(P1+F3) adicionado de 90 % de cortezas de madera, tuvo un desperdicio de 5.168 Kg, también se observa el incremento del rendimiento en 292.19 %. En conclusión, los pesos específicos del concreto se redujeron al incorporar diferentes porcentajes de cortezas de madera. El tipo de concreto P1+F1 no cumplió con los requerimientos para un concreto ligero y tiene una diferencia significativa, los tipos P1+F2 y P1+F3 llegaron a cumplir con los requerimientos de un concreto ligero para una resistencia moderada.

(Llontop y Ruiz, 2019), en su tesis de pregrado denominado “Mezcla con corteza de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón” realizado para la Universidad Ricardo Palma – Perú. Tiene con objetivo de realización del diseño de mezcla con corteza de zanahoria con el fin de incrementar la propiedad mecánica del hormigón. El método aplicado a la tesis mencionada corresponde a un ámbito cuantitativo – aplicado. Los resultados para la muestra

patrón demostraron valores de 213.90, 268.17, 297.30 y 346.40 kg/cm<sup>2</sup> dados al curado de 3, 7, 14 y 28 días, con la adición de 0.5% de corteza de zanahoria se obtuvo los valores de 206.70, 241.43, 295.40 y 389.50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, adicionando 1.0% de corteza de zanahoria obtuvo los valores de 155.97, 267.07, 292.00 y 355.67 kg/cm<sup>2</sup>, con la adición 1.725% de corteza de zanahoria obtuvo los valores de 167.13, 276.27, 283.87 y 346.47 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, su resistencia a flexión curado a 3, 7, 14 y 28 días se caracterizó por los siguientes valores para la muestra patrón: 17.20, 23.97, 29.20 y 23.13 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 0.5% de corteza de zanahoria se obtuvieron valores de 23.10, 25.67, 27.80 y 29.97 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 1.0% de corteza de zanahoria se obtuvieron los valores de 17.93, 21.50, 24.97 y 29.87 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 1.25% de corteza de zanahoria se obtuvieron los valores de 13.17, 22.17, 25.33 y 29.50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Resistencia a flexión demostraron que para las edades de 3, 7, 14 y 28 días se determinaron los siguientes valores: muestra patrón, 32.7, 35.8, 48.5, 48.2 kN respectivamente, con la adición de 0.50% de corteza de zanahoria se obtuvieron los siguientes valores de 28, 31.3, 32.9, 50.8 kN, con la adición de 0.1% de corteza de zanahoria se obtuvieron los siguientes valores de 31.00, 34.2, 36.1, 40.7 kN, con la adición de 1.25% de corteza de zanahoria se obtuvieron los siguientes valores de 19.8, 38.8, 42.6, 44.7 kN respectivamente. Concluyendo que todos los diseños lograron superar al diseño patrón incrementando sus propiedades mecánicas del concreto.

### **Teorías Relacionadas al Tema:**

El hormigón usado para construir es el material con más demanda en el mundo después del agua. Esto se debe a las características del hormigón, debido a que está compuesta de materias primas como agregado fino y grueso que tienen facilidad de procesamiento y manipulación, su capacidad de pasar de un estado fluido, donde puede llenar un molde o base, a un estado sólido, donde luego puede soportar cargas y sobrecargas estructurales. Wangler Timothy [et al] (Digital Concrete: A Review, 2019, pág. 2)

Así mismo la industria de la construcción adopta cada vez más el uso de hormigón verde en la construcción el cual es un concreto con adición de otros materiales, esto debido a los inconvenientes del hormigón convencional y los numerosos beneficios inherentes del hormigón verde. La creciente demanda de hormigón verde se ha visto impulsada por la demanda de

productos de hormigón de alta calidad, el deseo de las naciones de reducir el efecto invernadero producido por las emisiones de gas, siendo necesario conservar los recursos naturales, también los espacios de relleno sanitario. El hormigón verde promueve el uso sostenible e innovador de materiales de desecho y alternativas no convencionales en el concreto. Liew, Sojobi y Zhang (2017, pág. 1063).

La hidratación del cemento y el agua es una reacción química exotérmica y la temperatura generada durante el proceso de hidratación depende del calor total desprendido, la tasa de evolución y la eficiencia térmica del sistema. Muchas reacciones diferentes a menudo ocurren al mismo tiempo del proceso de hidratación. Los productos del proceso de hidratación gradualmente se unen con los agregados y otros componentes, para formar una masa sólida. Sin embargo, como el ingrediente principal del hormigón es el cemento, debemos considerar que este no es respetuoso con el medio ambiente, ya que al producir 1 tonelada del cemento se emite en promedio 0,7 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Suvash Paul [et al] (2018, pág. 1020)

Por otro lado, el proceso de preparación del hormigón consiste en mezclar arena, con los agregados gruesos como primer paso, para obtener más homogeneidad y luego, se agregó el cemento después de la introducción de la mitad cantidad de agua de mezcla. Asimismo, se observa que, con el rápido desarrollo urbano y la población creciendo. Se tiene necesidad de agregados naturales dentro del sector construcción debido a su incremento para satisfacer el consumo de hormigón estimándose que alrededor de 25 mil millones de toneladas cada año son utilizados. Además, los agregados gruesos presentan la mayor cantidad de volumen de concreto que resulta en la alta demanda de áridos. La extracción de áridos impone algunos desafíos ambientales severos que incluyen el aire y contaminación del agua, deslizamientos de tierra, así como el agotamiento de recursos, es por ello que existe la necesidad de un desarrollo sostenible. Mabroum Safaa (2021, pág. 2)

Son materiales granulares, como la piedra triturada para elaborar un concreto o mortero, la grava y la arena. Se conocen también como áridos o inertes, que son granos o fragmentos, de origen pétreo, con la finalidad de reducción en los costos de mezclas adicionando algunas características que serán favorables, una de ellas es que disminuye la retracción en el fraguado o retracción plástica. Palomino y Maldonado (2018).

El agregado grueso que logra pasar el tamiz N° 2", 50.800 mm este es retenido por la malla 0,08 mm (N° 200), el agregado fino se conoce como material inerte o árido que participa dentro de los compuestos del hormigón, se somete al proceso para tritararlo, y se dosifican de acuerdo al tamaño y/o lavado en las operaciones mecanizadas. Para fragmentar artificialmente las rocas estas son trituradas o chancadas en las chancadoras de piedras. Las piedras o rocas que se usan para los agregados gruesos son de origen calizo, dolomita, basalto, granito y cuarzo, entre otros. Granulometria (2021).



**Figura 1:** Selección de agregado grueso

Fuente: Ostrowski Krzysztof [et al] (2020, pág. 4)

El agregado fino es la partícula pasante del tamiz N°4, diámetro 4.750 mm y de partícula suave ha demostrado que quiere menos agua de mezcla en el proceso constructivo, por otro lado, los agregados finos causan un efecto homogéneo en proporción de la mezcla de los agregados gruesos. Además, tiene un amplio espacio y en donde la pasta tiene que reducir los espacios vacíos de la superficie. En la arena el módulo de finura (MF) esta por debajo de 2.5, teniendo una consistencia pegajosa, complicando el compactado. Los resultados con mejor desempeño en el esfuerzo a la compresión y son más trabajables se logran con un agregado de módulo de finura de 3.0. (2015).



**Figura 2:** Agregado fino

Fuente: Kirthika y Singh (2020, pág. 2)

Los rápidos desarrollos de nuevos tipos de hormigón estimulados por los requisitos desafiantes de la industria de la construcción motivaron a una mayor investigación para desarrollar nuevos modelos predictivos que puede estimar las propiedades del hormigón. La propiedad mecánica del hormigón ha sido una importante tarea de investigación que podría satisfacer mejor los requisitos de varios códigos de diseño y normas. Además, esta refleja las resistencias a flexión, tracción y compresión. (2020, pág. 3)

El esfuerzo máximo que padece antes de fallar es también la resistencia a compresión, así mismo obtiene este máximo a los 28 días de edad. Las unidades de medida del máximo esfuerzo se da en MPa, kg/cm<sup>2</sup> o en lb/pulg<sup>2</sup> (psi), 1.p.s.i =0.07 kg/cm<sup>2</sup>. Burhan, Ghafor y Mohammed (2019, pág. 4)



**Figura 3:** Esfuerzo de rotura de briquetas.

Fuente: Xu y Li (2018, pág. 823)



La resistencia a la flexión, también conocido como el momento de flexión que falla en sus formas de losa de concreto o viga no reforzados, apoyados en dos puntos de trapezoidales especímenes y cuatro puntos de flexión en probetas prismáticas. Las pruebas en campo donde los materiales se encuentran libres de cargas, utilizando diferentes tipos de muestras y apoyos. Este ensayo procedimiento se utiliza para clasificar el material como indicación de desempeño relativo, obtener datos para estimar el comportamiento estructural. El comportamiento de fatiga del material se utiliza para comprender mejor la resistencia del concreto a cargas repetidas que afectan al concreto en servicio y vida. Algunos países europeos han desarrollado requisitos y usando tales requisitos se espera que se pueda mejorar la vida útil de los concretos. Poulidakos, Pittet, Dumont y Partl (2015, pág. 2902)



**Figura 4:** Esfuerzo de flexión en una vigueta.

Fuente: Shafieifar, Farzad y Azizinamini (2017, pág. 406)

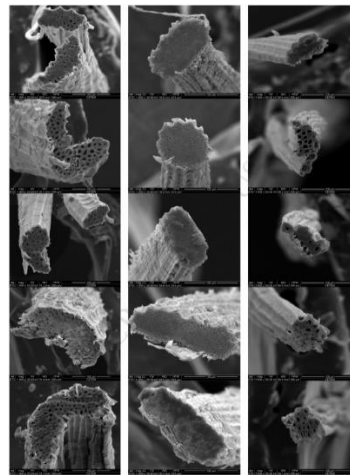
La prueba de tracción uniaxial se considera generalmente como el método más directo para obtener la resistencia a tracción, ya que no es necesario ninguna hipótesis teórica y es más confiable que otros métodos. Sin embargo, muchas pruebas realizadas en el pasado fallaron debido a un aplastamiento inesperado que se produjo como resultado de concentración de tensión local y excentricidad. La exactitud de las pruebas puede verse afectada por la carga instalaciones, las formas y tamaños de las muestras, etc. Qing Longbang [et al] (2018, pág. 88)



**Figura 5:** Ensayo de resistencia a la tracción

Fuente: Cong Lin [et al] (2018, pág. 439)

Las cortezas naturales tradicionalmente se empleaban en la fabricación de cuerdas, hilos, tejidos, alfombras y cordones. Recientemente, estas cortezas se utilizaron en los sectores de la automoción, embalaje de mercancías, de bajo costo vivienda, otras estructuras civiles e industrias del papel. Introducir cortezas naturales en aplicaciones novedosas es fundamental reconocer bien su preparación y métodos de procesamiento. Mavinkere Sanjay [et al] (2019, pág. 112).



**Figura 6:** Ejemplos de secciones transversales de cortezas naturales

Fuente: Rocha Saulo [et al] (2018, pág. 19).

### **Monte de Linaza:**

Llausapancho, *Heliocarpus popayanensis* HBK. Familia: Titiaceae. Nombres comunes: Llausapancho, llausapancho, llausapancho, monte linaza. Es llamado shinti por los ashaninkas. Pequeño árbol de origen silvestre y cultivado. Su madera, es usada para construir balsas por no tener mucho peso y ser liviana. Por los nativos la corteza también es usada para fabricar sogas, dentro de la medicina es empleado las raspaduras de la corteza que sirve para curar las quemaduras de primer grado, así como también es usado en madres gestantes para tener un parto rápido, como explica el chamán en este video. Según Herreros (2012).



*Figura 7:* Descripción de monte de linaza ó llausapancho

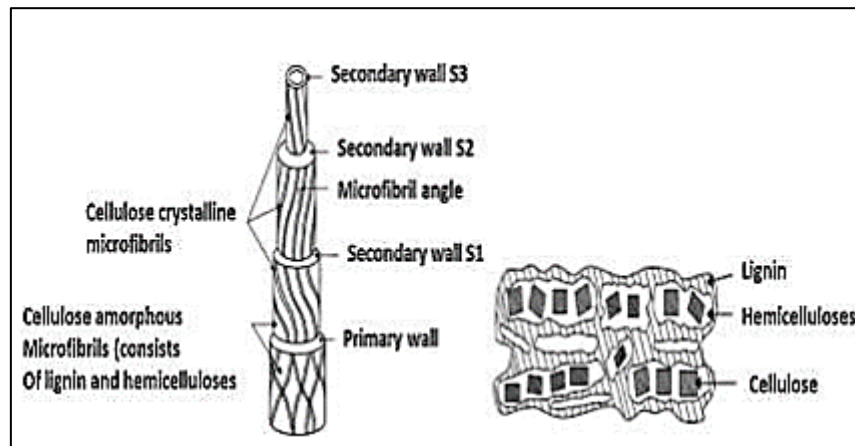
Fuente: Herrera Dario videos medicinales. (2012).



**Figura 8:** Perfil longitudinal dematerial de monte de linaza.

Fuente: comunidad nativa de Huacaria. Herrera (2012).

Los materiales compuestos hechos de cortezas particularmente naturales son materiales específicos, en cuyo caso un material de refuerzo se basa en recursos naturales y renovables. Debido a su medio ambiente y naturaleza sostenible, las cortezas naturales se pueden utilizar para crear nuevos estructura compuesta que ofrece nueva tecnología y pro espectros para diferentes sectores, por ejemplo, aeroespacial, automotriz e industrias de la electrónica. Estos compuestos también se pueden utilizar como en la construcción de materiales. Sarikaya, Callioglu y Demirel (2019, pág. 461)



**Figura 9:** Características de corteza natural.

Fuente: Esguerra y Forero (2020).

El constante crecimiento problemático que reduce los recursos y la contaminación global con el paso de los años desafía a investigar la búsqueda de materiales nuevos que estén en función a los recursos renovables. El alto costo de los materiales de para construir convencionalmente es un factor importante afectando la construcción. Manteniendo intactas las demandas visuales, una solución aceptable derivada es la inclusión de cortezas en hormigón. Para este aspecto, el desarrollo de compuestos de cortezas naturales es basados como estrategias para prevenir la demolición de los recursos forestales y la obtención de buenos beneficios económicos por el cultivo de estas cortezas. La introducción de cortezas es un resultado para desarrollar hormigón con mayor esfuerzo de tracción y flexión. Las cortezas son en su mayoría discontinuos y se distribuyen aleatoriamente a lo largo de las matrices de cemento. Kaarthik N. [et al] (2018, pág. 238)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de Investigación:**

##### **Tipo de Investigación:**

Según (Hernandez, 2016) este tipo de investigación está dado por acciones que se basan de diferentes series de pasos aplicados con el fin de realizar la investigación para la determinación del tema que proviene de la problemática, de acuerdo a su tipo, con la finalidad de adquirir información nueva dentro del ámbito que será aplicado.

La investigación a realizar es de tipo aplicado, debido a que se emplearán teorías y procedimientos conocidos para la aplicación de los mismos en la elaboración de nuevos conocimientos, siendo este el caso de evaluar un concreto con adición de fibra de corteza de linaza.

##### **Diseño de Investigación:**

Según (Córdova, 2018, p. 34), el diseño es un proceso que estudia el sistema y/o plan que va a ser realizado con el fin de obtener información requerida para un estudio, dar respuesta a la problemática de estudio, Y con ello realizar la prueba de las hipótesis, conociendo si son veraces los mismos.

El diseño de la propuesta de investigación es de carácter experimental, debido a que se deberá realizar la experimentación con el concreto, el mismo que será sometido a diferentes porcentajes de adición de fibra de corteza de linaza (0.3%, 0.5% y 0.7%), el cual será comparado con las propiedades mecánicas del concreto convencional.

##### **Enfoque de Investigación:**

Según (Tamayo, 2003) indica que el enfoque del plan a investigar viene siendo un procedimiento que delimita aspectos sobre lo disciplinado, lo sistemático y controlado, de acuerdo al nivel cualitativo o cuantitativo, en el que se enfoca lo investigado.

La presente propuesta que se investiga, tiene un enfoque de estudio que es el cuantitativo, debido a que el nivel de investigación es aplicativo.

### **Nivel de Investigación:**

Según (Tamayo, 2003) el nivel de investigación dentro de un estudio es el grado de profundidad en el cual se realiza un examen a ciertos hechos o fenómenos que se dan en una realidad social y todo aquello que está dentro de la investigación.

En la siguiente propuesta los niveles a investigar que se consideran son aplicativo de estudio, ya que se emplearan teorías y procedimientos conocidos del tema tratado, con ello se realizará la experimentación del concreto adicionando 3 porcentajes de fibra de corteza de linaza y la comparación del mismo a un concreto convencional de esta manera conocer como varía las propiedades mecánicas.

### **3.2. Operacionalización de Variables:**

**Variable Independiente:** Aplicación de fibra de corteza de linaza.

- a) **Definición Conceptual:** Las cortezas de linaza son obtenidas realizando un procedimiento natural en las plantas de origen herbáceo el cual es derivado de la familia lináceas. Así mismo la corteza de linaza se está convirtiendo una alternativa llamativa debido a su consistencia, costo accesible, peso liviano, es materia prima renovable, en comparación a otros materiales que son empleados para reforzar con polímeros esta tiene propiedades superiores. (Velásquez, Peláez y Giraldo, 2016, p. 81).
- b) **Definición Operacional:** Las cortezas de linaza son de origen herbáceo el cual es derivado de la familia lináceas, el cual se viene utilizando como refuerzo en materiales compuestos por sus propiedades de consistencia y su fácil accesibilidad, en el presente trabajo a investigar tiene la finalidad de incorporar la fibra de corteza de linaza en el concreto para pavimento rígido en dosificación de porcentajes de 0.3%, 0.5% y 0.7%.
- c) **Dimensiones:** Optimo porcentaje de adición.
- d) **Indicadores:** Adición en: 0.3%, 0.5% y 0.7%
- e) **Instrumento:** Dosificador.
- f) **Escala de Medición:** Razón.

**Variable Dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto.

- a) **Definición Conceptual:** El concreto se constituye mezclando diferentes proporciones de materiales agua, cemento, agregados fino y/o grueso y opcionalmente algún aditivo, sus propiedades se determinan de acuerdo a sus características, proporciones y al uso que se le da, así mismo el concreto se dilata cuando aumenta la temperatura, se contrae cuando baja y al estar en contacto con sustancias agresivas llega a romperse superando sus posibilidades de esfuerzos. (Chapoñan y Quispe, 2017, p. 66).
- b) **Definición Operacional:** La propiedad mecánica del concreto es la característica que posee, la cual se determina mediante los ensayos a tracción directa, compresión y flexión, donde los resultados se observan en unidades de  $\text{Kg/cm}^2$ .
- c) **Dimensiones:** Resistencia a la tensión (tracción), flexión y compresión.
- d) **Indicadores:**  $\text{kg/cm}^2$
- e) **Instrumento:** Ensayo de Tensión (Tracción) Indirecta Norma (ASTM - C496), Ensayo de Flexión Norma (ASTM - C78) y Ensayo de Compresión Norma (ASTM – C39).
- f) **Escala de Medición:** Razón.



Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
<b>V. I. Aplicación de corteza de linaza</b>	Las cortezas de linaza son obtenidas de la naturaleza y su origen es herbáceo el cual es derivado de la familia lináceas. Así mismo la corteza de linaza se está convirtiendo una alternativa llamativa debido a su consistencia, ligero peso, siendo una materia prima renovable de bajo costo, esta se viene utilizando en forma de refuerzo en los materiales que están compuestos de matriz polimérica, está por que presenta mejores propiedades que otros materiales. Velásquez, Peláez y Giraldo (2016 pág. 81)	Las cortezas de linaza son de origen herbáceo el cual es derivado de la familia lináceas, el cual se viene utilizando como refuerzo en materiales compuestos por sus propiedades de consistencia y su fácil accesibilidad, en este estudio se incorporará la fibra de corteza de linaza en el concreto para pavimento rígido en dosificación de porcentajes de 0.3%, 0.5% y 0.7%.	Optimo porcentaje de adición	0.3%  0.5%  0.7%	Dosificador	Razón
<b>V. D. Propiedades mecánicas del concreto</b>	El concreto es una mezcla de agregados, cemento y agua, en ocasiones se utiliza aditivos de acuerdo a sus solicitudes, sus propiedades se determinan de acuerdo a sus características, proporciones y al uso que se le da, así mismo el concreto, en temperaturas bajas esta se contrae y en temperaturas altas e dilata, al presentarse con sustancias agresivas llega a romperse superando sus posibilidades de esfuerzos. Chapoñan y Quispe (2017 pág. 66).	El concreto presenta propiedades mecánicas estas se presentan con determinación mediante los ensayos de compresión, flexión y tensión directa, donde los resultados se observan en unidades de Kg/cm2.	Resistencia a compresión  Resistencia a flexión  Resistencia a la tracción	Kg/cm2  Kg/cm2  Kg/cm2	Prueba a Compresión ASTM – C39  Prueba a Flexión ASTM - C78  Prueba a Tracción Indirecta ASTM - C496	Razón

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo:**

#### **Población:**

Según (Díaz, 2018). Se denomina población a todo entorno que está dada como un ámbito global y genérico de individuos con las mismas características en el que se va a realizar los estudio.

En el presente estudio la población estará constituida por concretos de pavimento rígido con y sin la aplicación de fibra de corteza de linaza.

#### **Criterios de Inclusión:**

Este criterio, es el de limitar espacio donde se intervendrá el estudio, esta dependerá de la población. (Vara Horna, 2012)

En este estudio se excluirán concretos con adición de otras cortezas naturales y la adición de porcentajes bastante mayores o menores referidas a este estudio.

#### **Criterios de Exclusión:**

Este criterio, es el de limitar espacio donde se intervendrá el estudio, esta dependerá de la población. (Vara Horna, 2012)

En este estudio se excluirán concretos con adición de otras cortezas naturales y la adición de porcentajes bastante mayores o menores referidas a este estudio.

#### **Muestra:**

Según (Gotuzzo, 2018), señala que la muestra se le denomina a un fragmento de la población que tiene la función de representarla, si esta llega a ser equivalente a la población su denominación sería censo, con esto cumpliendo con la finalidad de los datos estadísticos.

La muestra quedo constituida por las siguientes muestras, contempladas dentro de las tablas 1, 2 y 3.

**Tabla 1:** *Número total de briquetas para ensayo de rotura.*

Tiempo de vida	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto convencional	Adición de fibra de corteza de linaza		
		0.3%	0.5%	0.7%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
<b>Sub total</b>				<b>36</b>

**Tabla 2:** *Número total de briquetas para ensayo de tracción.*

Tiempo de vida	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto convencional	Adición de fibra de corteza de linaza		
		0.3%	0.5%	0.7%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
<b>Sub total</b>				<b>36</b>

**Tabla 3:** *Número total de viguetas para ensayo a flexión.*

Tiempo de vida	Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto convencional	Adición de fibra de corteza de linaza		
		0.3%	0.5%	0.7%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
<b>Sub total</b>				<b>36</b>

### **Muestreo:**

Según (Gotuzzo, 2018) el muestro es la representación de una población en el que se realizara el estudio, para determinar si en esta se realizara un análisis no probabilístico o probabilístico dependerá del muestreo.

En este estudio se utilizará una muestra no probabilística, por ventaja, debido a que todas las briquetas elaboradas se pondrán a disposición de los ensayos.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:**

#### **Técnicas de Recolección de Datos:**

Según (Fidias, 2012), son las formas que nos apoyan en la cuantificación de valores para solucionar un problema, esta de forma sintética.

En esta propuesta de investigación las técnicas empleadas son: la toma de datos, la elaboración de briquetas, los pruebas en laboratorio y se analizaran los resultados.

#### **Instrumentos de Recolección Datos:**

Según (García, Rodríguez y Gil, 2004), son las vías que se utilizan tanto de manera virtual o física, para encontrar y recopilar los datos que se necesitan para que la investigación se desarrolle.

En esta propuesta de investigación los instrumentos que se emplearan son: fichas para apuntar los datos recolectados, el software para analizar los apuntes de los datos, el equipo y las herramientas para laboratorio, los materiales para concreto.

### **3.5. Procedimientos:**

El procedimiento se datará desde la recopilación de los agregados que se encuentran en las canteras localizadas en la provincia de San Román, seguidamente estos áridos se pondrán a disposición del laboratorio, donde se efectuarán ensayos de granulometría, peso de los agregados, etc. Luego se procede a efectuar el diseño de mezclas con resultados que se obtuvieron del ensayo del agregado, una vez obtenida el diseño se realizara el vaciado de las briquetas para someterlas a las pruebas de compresión, tensión y flexión.

#### **Ubicación del Proyecto:**

#### **Nombre del Proyecto:**

Aplicación de Fibra de Corteza de Linaza para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto de Pavimento Rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021.

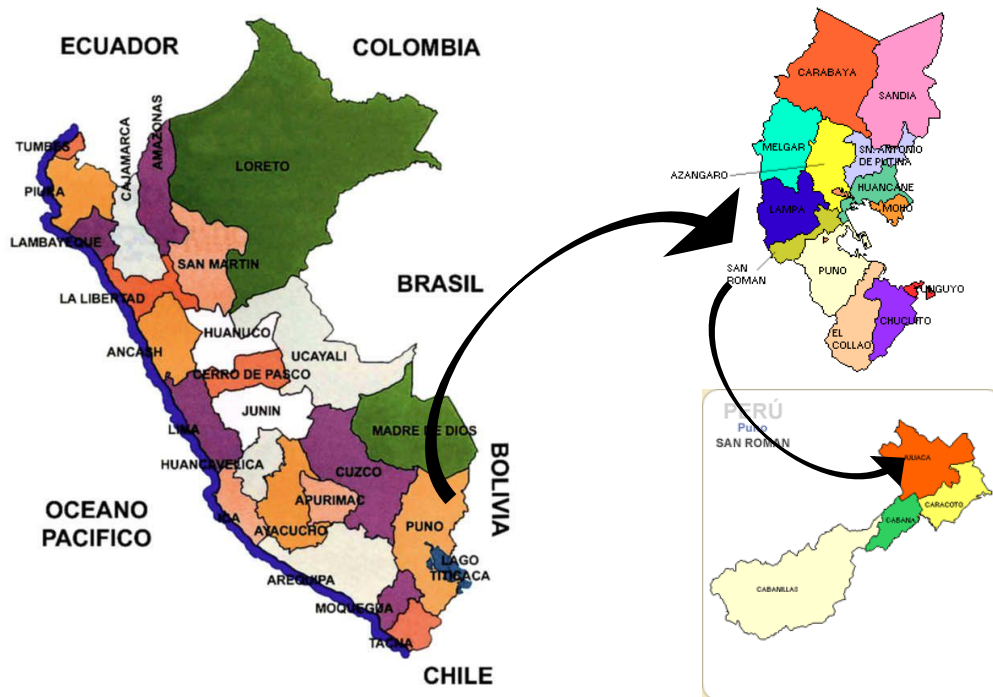
#### **Ubicación Política:**

Distrito : Juliaca.

Provincia : San Román.

Región : Puno.

## Ubicación Geográfica:



*Figura 10:* mapa de ubicación

Fuente: elaboración propia

## Obtención de la Corteza de Linaza:

La corteza de linaza se obtuvo mediante la compra de la misma, de comerciantes que se dedican netamente en la venta del producto de la corteza de linaza, tal como se muestra en la siguiente fotografía.



*Figura 11:* Compra de la corteza de linaza

Una vez realizada la compra de la cantidad requerida se llevó la corteza de linaza al laboratorio para extraer la fibra que necesitaremos para realizar el diseño de mezcla, incorporando los porcentajes mencionados anteriormente.



**Figura 12:** extracción de la fibra de la corteza de linaza

Finalmente terminando de extraer la fibra se realizaron los ensayos absorción y peso específico y de la fibra para calcular sus propiedades antes de realizar el diseño de mezcla.

### **Exploración de Canteras:**

Llamamos canteras a la fuente de extracción de materiales como rocas, suelos entre otros que se necesitan en la construcción de obras, para nuestro caso la exploración de canteras es con el propósito de extraer agregados finos y gruesos para ensayarlos y diseñar nuestros especímenes.

Para la ubicación de canteras debemos tener en cuenta los planos de estratigrafía.



**Figura 13:** cantera de la ciudad de Juliaca

### **Obtención de los Áridos:**

Los agregados se obtuvieron de la cantera llamada ISLA, ubicada en las afueras de la ciudad de Juliaca.



**Figura 14:** Secado de los agregados extraídos de la cantera

### **Cuarteo de la Muestra:**

Consiste en la reducción de material homogenizando hasta llegar a la cantidad requerida.

- Colocar la muestra extraída en una superficie plana sobre un plástico o saco.
- Mezclar la muestra formando una circunferencia.
- Dividir la muestra en cuatro partes y tomar las dos partes opuestas de la circunferencia.
- Repetir el proceso hasta lograr la muestra requerida.



**Figura 15:** cuarteo de agregados

Fuente: (Trujillo López, 2018)

### **Contenido de Humedad (ASTM C 566-97)**

El método se usa para determinar % de humedad evaporable de un espécimen de agregados usando el método de secado de la muestra húmeda que existente en los espacios vacíos de los agregados.

- Calcular el peso del espécimen aproximándolo al 0.1% más cercano.
- Colocar la muestra para su secado en un horno y esperar hasta que la muestra este totalmente seco.
- Obtener el peso seco del espécimen.
- Calcular con la siguiente fórmula el contenido de humedad evaporable de los agregados.

$$p = 100 * (W - D)/D$$

Dónde:

p: Contenido de humedad evaporable del espécimen %.

W: masa original de la muestra gr.

D: masa de la muestra secada gr.

### **Análisis granulométrico (ASTM C136)**

Este ensayo pretende determinar repartición de los suelos (gruesos y finos) utilizando el proceso del tamizado.

- Separamos mediante cuarteo 115 gr. para agregados y lo pesamos en una balanza.
- Lavamos las muestras de agregado.
- Colocamos la muestra en el juego de tamices con la siguiente distribución: 4", 3 ½", 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
- Luego pesamos la muestra retenida en cada tamiz y repetimos el proceso con cada tamiz.
- Calculamos los porcentajes retenidos por tamiz y el porcentaje más fino es restado de forma acumulativa de 100%, el porcentaje retenido por tamiz. %pasa=100-%retenido acumulado.





**Figura 16:** Ensayo de granulometría del agregado fino



**Figura 17:** ensayo de granulometría para el agregado grueso

### **Peso Específico y Absorción de Agregados Finos y Gruesos (ASTM C128, ASTM C127)**

Se utiliza este método para determinar la densidad relativa, la densidad promedio de los agregados y la absorción.

Procedimiento de agregado fino.

Llenar en el picnómetro de forma parcial el agua, insertando la muestra en el picnómetro y llenar con agua aproximadamente al 90%.

- Para quitar las burbujas se agita de forma manual el picnómetro.
- Luego de quitar las burbujas, el picnómetro se ajusta a  $23 \pm 2$  °C.
- Calcular el peso de la muestra, agua y picnómetro.
- Quitar del picnómetro el agregado fino, y luego se procede a secarlo a una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C

- Pesar el picnómetro a la capacidad de calibración con agua y lleno
- Determinar la masa del picnómetro lleno y esta capacidad calibrada con agua.
- Calcular la densidad relativa seca:  $(A)/(B+S-C)$
- Calcular la densidad relativa en estado SSD:  $(S)/(B+S-C)$
- Calcular la densidad aparente:  $(A)/(B+A-C)$

Donde:

A: Peso de la muestra seca en gr.

B: Peso del picnómetro y el agua hasta la marca graduada.

C: Peso de la muestra, picnómetro y agua hasta la marca graduada gr.

S: Peso del espécimen saturado superficialmente seco gr.

Procedimiento de agregado grueso

- Seque la muestra en el horno y deje enfriar de 60 min a 120 min, para que el espécimen de prueba de 37.5mm de dimensión nominal o para mayores hasta que el agregado se haya enfriado, sumergir en el agua el agregado por 72 horas mezclando por lo menos un minuto cada 24 horas.
- Retirar la muestra del agua y envolver con un trapo para que absorba hasta que el líquido sea removido secar las partículas grandes individualmente y determine el peso del espécimen saturado y seca, anotando todos los pesos.
- Colocar la muestra saturada y superficialmente seca en un contenedor y encontrar en el agua su peso aparente a 23°C, cuide separar el aire que está atrapado antes de calcular su más sacudiendo el contenedor mientras sea sumergida.
- Realizar el secado del espécimen en un horno y determinar su peso.
- Calcular la densidad relativa (SH):  $A/(B-C)$
- Calcular la densidad relativa superficialmente seco y saturado:  $B/(B-C)$
- Calcular la densidad relativa aparente:  $A/(A-C)$
- Calcular el porcentaje de absorción:  $((B-A) / A) * 100$

Donde:

A: Peso seco del espécimen gr.

B: Peso seco del espécimen saturada superfinamente gr.

C: Peso aparente de la muestra saturada en el agua.



**Figura 18:** Pesado del picnómetro + agua



**Figura 19:** Agregando el agregado fino al picnómetro



**Figura 20:** Secando con material absorbente las burbujas de agua



**Figura 21:** Forma total del picnómetro + muestra + agua

### **Peso Unitario Suelto (PUS) y Compactado de Agregados (PUC) (ASTM C29)**

El peso unitario es la relación que existe entre la magnitud de la masa del agregado y su volumen, en esta también se incluyen el porcentaje de vacíos del agregado, también esta estará incluida en el volumen unitario patrón.

Procedimiento agregado fino.

- Peso unitario suelto:
- Pesar el molde cilíndrico
- Agregar la muestra en el molde y el agua en el envase.
- Colocar la lámina de vidrio en arriba y con una jeringa rellenar el agua hasta que esté lleno.
- Y por último pesamos el envase.

Peso unitario compactado:

Pesamos el recipiente.

- En el envase poner la arena gruesa al 1/3 la capacidad del envase.
- Golpear 25 veces con la barra de acero de 5/8 de diámetro.
- Seguir adicionando al 2/3 de la capacidad del envase la arena y golpear 25 veces.
- Agregar la muestra hasta llenar el molde.
- Pesar el molde con la muestra incluida.



**Figura 22:** Ensayo de compactación del agregado fino

### Procedimiento agregado grueso

#### Peso unitario suelto

- Encontrar el peso del molde.
- En el molde poner la piedra chancada en una altitud máxima de 5 cm del área del envase hasta que se llene.
- Se quita el exceso de piedra en el molde mediante una varilla (enrasado).
- Pesar el envase con la muestra incluida.

#### Peso unitario compactado

- Pesar el recipiente.
- Colocar la muestra al 1/3 de su capacidad en el molde cilíndrico y golpear 25 veces con una varilla de 5/8 de diámetro.
- Luego agregamos el agregado hasta los 2/3 de su capacidad y golpeamos 25 veces con una varilla de acero.
- Agregamos el agregado hasta llenar el recipiente un poco más y golpeamos 25 veces con la varilla.
- Quitamos el exceso de agregado con la varilla (enrascado).
- Pesamos el molde con la muestra.



**Figura 23:** Ensayo de compactación del agregado grueso

### **Diseño de Mezcla (ACI 211)**

Es el proporcionamiento de mezclas en los materiales para elaborar un concreto con una resistencia requerida, consiste en seleccionar materiales agregados, agua, cemento algunos aditivos y determinar en las dosis correctas para que se genere un concreto trabajable, resistente y duradero.

- Apuntar los resultados obtenidos mediante los ensayos que se realizaron anteriormente al agregado.
- Elegir el revenimiento
- Determinar la resistencia a la compresión promedio.
- Calcular la relación agua – cemento ( $a/c$ )
- Calcular la cantidad de agua para mezclado y aire
- Calcular el peso del cemento

$$R_{a/c} = a/c$$

- Calcular el aire atrapado
- Determinar la proporción del agregado grueso
- Determinar el volumen total del concreto para hallar la cantidad del agregado fino.

$$volumen\ absoluto = (peso\ seco)/(P.E.* 1000)$$

- Realizar la corrección absorción y por humedad
- Calcular las proporciones en volumen y en peso





**Figura 24:** Proporciones para un diseño de mezcla incorporando fibra



**Figura 25:** Mezclado de agregados, cemento y agua, para concreto convencional



**Figura 26:** Mezcla de concreto con fibra de corteza de linaza



**Figura 27:** Moldeando las probetas cilíndricas de concreto



**Figura 28:** Probetas a ensayarse después de 7 días de curado

### **Resistencia a la Compresión:**

Según el ASTM C39 (2014) la metodología de prueba es aplicar un compresor de carga axial a los cilindros moldeados o núcleos a una tasa que deberá estar dentro un rango prescrito hasta que este falle. La resistencia de la muestra es calculada al dividir la carga máxima que se alcanza durante la prueba por el área de la sección transversal del espécimen. Los especímenes están distribuidos de la siguiente manera:

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.3% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.5% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.



3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.3\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.3\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

Hacen un total de 36 briquetas que serán ensayadas a compresión



**Figura 29:** Ensayando las probetas a compresión



**Figura 30:** Probetas ensayadas a compresión

### **Resistencia a la Tracción:**

Según el ASTM C496 (2011) la forma de emplear este método, es mediante la aplicación de un esfuerzo de compresión diametral en toda el área de contacto del espécimen cilíndrico, todo ello será a una velocidad que se encuentre en un rango establecido hasta que la falla ocurra. Estas fuerzas generan compresiones y tensiones en el plano en los que están la carga aplicada y las tracciones de compresión que son relativamente elevadas en la superficie de la carga en la que se aplica. En vez de que se genere una falla por compresión se genera una falla por tensión, esto porque la cargas que se aplican en la superficie están en un estado compresión triaxial, por lo que soporta una resistencia a compresión más elevado. Con la resistencia uniaxial se indicará el resultado de las tracciones. Las cuales fueron distribuidoras de la siguiente manera.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.3% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.5% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.7% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.3% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.5% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0.7% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 briquetas  $f^c=210\text{kg/cm}^2$  + 0% de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.3\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

3 briquetas  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 28 días.

Hacen un total de 36 briquetas que serán ensayadas a tracción.



**Figura 31:** Ensayando la probeta a tracción

### **Resistencia a la Flexión:**

Según el ASTM C78 (2018) este método consiste en determinar la resistencia cuando es sometida a flexión del concreto utilizando una viga simple con carga de tercer punto. Las unidades son medidas en el sistema internacional. Este método es usado en muestras preparadas y curadas utilizando como referencia el método ASTM C 42. Las cuales fueron distribuidos de la siguiente manera:

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.3\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 7 días.

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.3\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.

3 especímenes  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$  de fibra de corteza de linaza ensayados a los 14 días.



causa – efecto entre cada uno de los elementos que formaran parte de los especímenes circulares y prismáticos, cuyo comportamiento de la muestra será objeto de estudio. También analizaremos los datos de los elementos secuencialmente que serán empleados en la mezcla para ser evaluados mediante ensayos de laboratorio.

### **3.7. Aspectos Éticos:**

El contenido de esta investigación en formato de tesis posee como finalidad respetar la originalidad al igual que la veracidad que están detalladamente explicado en cada uno de los capítulos, detallando de ese modo que cada una de las citas encontradas en el documento están debidamente colocadas y podemos verlos en las referencias bibliográficas, de igual manera los gráficos, fotografías y tablas son netamente resultados de los ensayos realizados en este proyecto de carácter reservado. Además, en todo el proceso de investigación respetaremos las normas para cada uno de los ensayos.

.

#### IV. RESULTADOS

A continuación, se presenta detalladamente los resultados obtenidos mediante las diferentes pruebas de laboratorio, cumpliendo de esa manera con los objetivos que se plantearon al iniciar la presente investigación, comenzando desde la ubicación del proyecto, extracción de los agregados y aditivos naturales con los que se pretende trabajar. Luego entramos en la fase de ensayos para los agregados calculando sus propiedades para realizar un buen diseño de mezcla para los especímenes. Finalmente se someterán a ensayo los especímenes calculando la resistencia a compresión, flexión y tracción.

#### Ensayos de las Fibras de Corteza de Linaza:

#### Peso Específico y Absorción de la Fibra de Linaza:

**Tabla 4:** *Peso específico y absorción de la fibra de corteza de linaza*

IDENTIFICACIÓN	1	2	Promedio
Peso específico de la masa	0.26	0.26	0.260
Peso específico SSS	0.83	0.83	0.832
Peso específico aparente	0.61	0.61	0.607
% Absorción	220.0	220.0	220.0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 04 observamos el resultado obtenido en laboratorio de la fibra de corteza de linaza cuyos resultados que muestran son los siguientes: peso específico de la masa es de 0.260, el peso específico SSS es de 0.832, el peso específico aparente es de 0.607 y el porcentaje de absorción es de 220.0.

#### Ensayos de los Agregados:

#### Contenido de Humedad:

Se realizó en laboratorio los ensayos para determinar la humedad del agregado extraído desde la cantera ISLA para el agregado fino y grueso, dichos ensayos se realizaron según lo especifica la norma ASTM C566-19 cuyos resultados observamos en las siguientes tablas:

**Tabla 5:** *Humedad presente en agregado fino*

Ítem	Descripción	Und.	%	Cantera
1	Contenido de humedad	Gr.	2.94	ISLA

Fuente: propia

De acuerdo a los datos en la tabla 05 observamos que el porcentaje de contenido húmedo del material fino extraído desde la cantera ISLA es de 2.94%.

**Tabla 6: Humedad presente en agregado grueso**

Ítem	Descripción	Und.	%	Cantera
1	Contenido de humedad	Gr.	4.30	ISLA

Fuente: propia

De los datos mostrados en la tabla 06 observamos que el porcentaje de humedad del material grueso extraído desde la cantera ISLA es de 4.30%.

### Granulometría:

Se realizó en laboratorio el ensayo del análisis granulométrico del agregado extraído de la cantera ISLA para los agregado grueso y fino, dichos ensayos fueron ejecutados según menciona la norma ASTM C136-19.

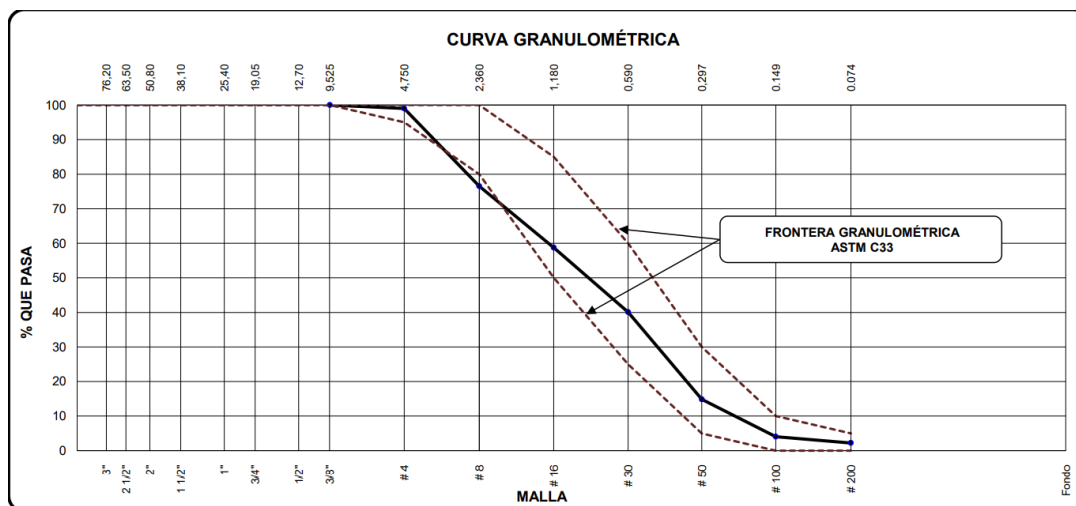
**Tabla 7: Granulometría del agregado fino**

Abertura de tamices Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	4.8	0.96	0.96	99.04	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	112.5	22.50	23.46	76.54	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	89.0	17.80	41.26	58.74	50.00	85.00
No. 30	600 µm	93.2	18.64	59.90	40.10	25.00	60.00
No. 50	300 µm	126.1	25.22	85.12	14.88	5.00	30.00
No. 100	150 µm	54.1	10.82	95.94	4.06		10.00
No. 200	75 µm	9.2	1.84	97.78	2.22		5.00
< No. 200	-	11.1	2.22	100.00		-	-
						<b>MF</b>	3.07
						<b>TMN</b>	N° 4

Fuente: propia

De los datos mostrados por la tabla 07 observamos los datos obtenidos del ensayo granulométrico del material fino que fue extraído de la cantera Isla, se observa que el MF del agregado grueso es de 3.07 y el TMN están en el tamiz No 4.





**Figura 34:** Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: resultados de laboratorio

En la figura 34 mostramos gráficamente la curva de granulométrica para el material fino extraído de la cantera ISLA, esta se determinó de acuerdo a los datos mostrados en la tabla 07.

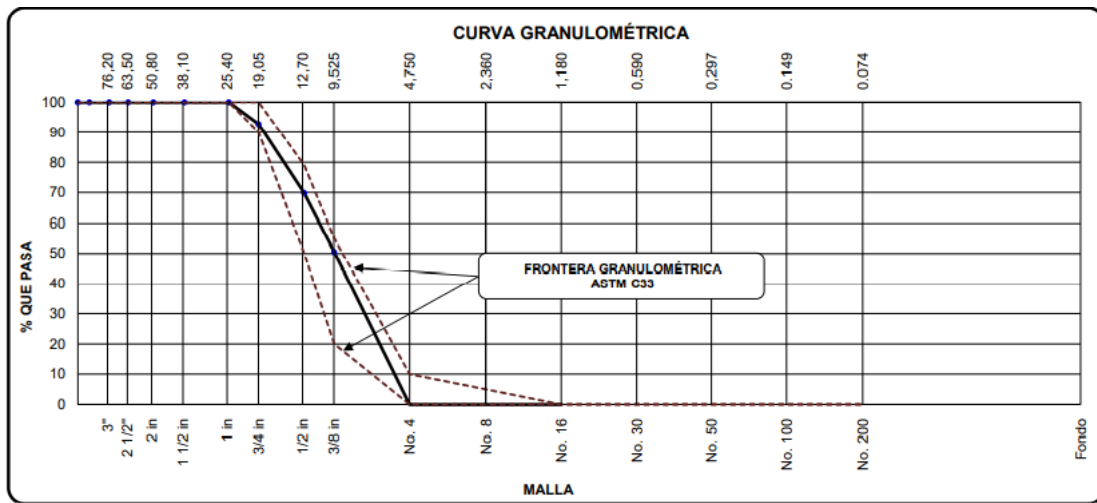
**Tabla 8:** Granulometría del agregado grueso

Abertura de tamices Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	255.4	7.30	7.30	92.70	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	800.5	22.87	30.17	69.83	50.00	79.00
3/8 in	9.50 mm	676.9	19.34	49.51	50.49	20.00	55.00
No. 4	4.75 mm	1768.9	50.54	100.05			10.00
No. 8	2.36 mm			100.05			5.00
No. 16	1.18 mm			100.05			
No. 30	600 µm			100.05			
No. 50	300 µm			100.05			
No. 100	150 µm			100.05			
No. 200	75 µm			100.05			
< No. 200	-			100.00		-	-
						MF	6.57
						TMN	3/4 in

Fuente: resultados de laboratorio



En la tabla 07 observamos los datos obtenidos del ensayo granulométrico del material grueso que fue extraído de la cantera ISLA, según la tabla el módulo de finura del agregado grueso es de 6.57 y el tamaño nominal máximo es 3/4".



**Figura 35:** Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: resultados de laboratorio

En la figura 35 mostramos el gráfico de la curva de granulometría realizado según los datos adquiridos en la tabla 08 para el material grueso extraído de la cantera ISLA.

**Peso Específico y Absorción de Agregados:**

Se realizaron pruebas para adquirir resultados de peso específico y absorción tanto del agregado fino y grueso, dichas pruebas se realizaron según lo especifica la norma ASTM C128-15 y ASTM C129-15 respectivamente cuyos resultados observamos en las siguientes tablas:

**Tabla 9:** *Peso específico y absorción del agregado fino*

Identificación	1	2	Promedio
Peso específico de la masa	2.47	2.47	<b>2.474</b>
Peso específico SSS	2.54	2.54	<b>2.543</b>
Peso específico aparente	2.66	2.66	<b>2.658</b>
% Absorción	2.80	2.80	<b>2.80</b>

Fuente: resultados de laboratorio

En la tabla 09 observamos el resultado obtenido en laboratorio de los agregados finos cuyos resultados que muestran son los siguientes: peso específico de la masa es 2.474, el peso

específico SSS es 2.543, el peso específico aparente es 2.658 y el porcentaje de absorción es 2.80.

**Tabla 10:** *Peso específico y absorción del agregado grueso*

<b>Identificación</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Promedio</b>
Peso específico de la masa	2.452	2.452	<b>2.452</b>
Peso específico SSS	2.518	2.518	<b>2.518</b>
Peso específico aparente	2.624	2.624	<b>2.624</b>
% Absorción	2.70	2.70	<b>2.70</b>

Fuente: resultados de laboratorio

En la tabla 10 observamos el resultado obtenido en laboratorio de los agregados gruesos cuyos resultados que muestran son los siguientes: peso específico = 2.452, peso específico SSS = 2.518, peso específico aparente = 2.624 y el porcentaje de absorción es de 2.70.

### **Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados:**

Se realizaron en pruebas de compactado y peso unitario tanto para el agregado fino y grueso, dichas pruebas fueron realizados según lo especifica la norma ASTM C29-17 cuyos resultados observamos en las siguientes tablas:

**Tabla 11:** *Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso*

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>N° de MUESTRAS</b>	<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>AGREGADO FINO</b>	1	1588		<b>1588</b>
		1587		
	2		1711	<b>1707</b>
			1703	
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1	1705		<b>1703</b>
		1700		
	2		1833	<b>1830</b>
			1826	

Fuente: resultados de laboratorio

En la tabla 11 nos muestran el resultado del peso unitario del material fino que es 1588kg/m<sup>3</sup>, el peso compactado del agregado fino 1707kg/m<sup>3</sup>, el peso unitario compactado del material grueso es 1703kg/m<sup>3</sup> y el resultado del peso compactado del material grueso es de 1830kg/m<sup>3</sup>.

## Diseño de Mezcla:

Realizamos el diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> en laboratorio, según los ensayos realizados a los agregados previamente que fueron extraídos de la cantera ISLA, este diseño se realizó de acuerdo al ACI 211.1.

La proporción de cada material a utilizar para 1m<sup>3</sup> de concreto se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 12:** *Proporciones en peso para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$*

Componente	Peso seco	Peso húmedo	Corregido
RENDIMIENTO			
Cemento RUMI MAX Tipo IP	378 kg	378 kg	364 kg
Agua	205 L	186 L	180 kg
Aire atrapado $\approx 2\%$			
Aditivo			
Agregado Grueso	1086 kg	1132 kg	1091 kg
Agregado Fino	537 kg	553 kg	532 kg
Fibra Natural $\approx 0\%$			

Fuente: resultados de laboratorio

En la tabla 12 nos muestran la proporción de cada material que se empleara para 1m<sup>3</sup> de concreto con resistencia de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , los resultados que muestra están calculados de acuerdo a la certificación de las pruebas de laboratorio.

**Tabla 13:** *Proporciones en peso para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.3\%$  de fibra*

Componente	Peso seco	Peso húmedo	Corregido
RENDIMIENTO			
Cemento RUMI MAX Tipo IP	378 kg	378 kg	373 kg
Agua	205 L	186 L	184 kg
Aire atrapado $\approx 2\%$			
Aditivo			
Agregado Grueso	1086 kg	1132 kg	1118 kg
Agregado Fino	532 kg	547 kg	540 kg
Fibra Natural $\approx 0.3\%$	2 kg	2 kg	2 kg

Fuente: resultados de laboratorio

En la tabla 13 observamos el resultado de la proporción de cada material para 1m<sup>3</sup> de concreto con resistencia de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  incorporando la fibra de corteza de linaza en un 0.3%, los resultados que muestra están calculados de acuerdo a la certificación de las pruebas de laboratorio.

**Tabla 14:** *Proporciones en peso para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de fibra*

Componente	Peso seco	Peso húmedo	Corregido
RENDIMIENTO			
Cemento RUMI MAX Tipo IP	378 kg	378 kg	371 kg
Agua	205 L	186 L	183 kg
Aire atrapado $\approx 2\%$			
Aditivo			
Agregado Grueso	1086 kg	1132 kg	1111 kg
Agregado Fino	529 kg	544 kg	534 kg
Fibra Natural $\approx 0.5\%$	3 kg	3 kg	3 kg

Fuente: resultados de laboratorio

En la tabla 14 observamos los resultados de la proporción de cada material para  $1\text{m}^3$  de concreto con resistencia de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  incorporando la fibra de corteza de linaza en un  $0.5\%$ , los resultados que muestra están calculados según los certificados de las pruebas de laboratorio.

**Tabla 15:** *Proporciones en peso para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$  de fibra*

Componente	Peso seco	Peso húmedo	Corregido
RENDIMIENTO			
Cemento RUMI MAX Tipo IP	378 kg	378 kg	369 kg
Agua	205 L	186 L	182 kg
Aire atrapado $\approx 2\%$			
Aditivo			
Agregado Grueso	1086 kg	1132 kg	1105 kg
Agregado Fino	525 kg	541 kg	528 kg
Fibra Natural $\approx 0.7\%$	4 kg	4 kg	4 kg

Fuente: resultados de laboratorio

En la tabla 15 encontramos los resultados en proporción de los materiales para  $1\text{m}^3$  de concreto con resistencia de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  incorporando la fibra de corteza de linaza en un  $0.7\%$ , los resultados que muestra están calculados según los certificados de las pruebas de laboratorio.

### **Resultados de la Resistencia a la Compresión:**

Realizamos en laboratorio pruebas de resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos de  $6''\times 12''$  dosificadas en laboratorio, según lo especifica la norma ASTM C39-20.

**Tabla 16:** Resistencia a la compresión de concreto convencional a 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	7	164.47	<b>164.46</b>
Patrón + 0.0% fibra	7	165.86	
Patrón + 0.0% fibra	7	163.05	

Fuente: propio

En la tabla 16 observamos los resultados encontrados en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de briquetas ensayados a los 7 días después de su vaciado sin incorporar la fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 164.46 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 17:** Resistencia a la compresión + 0.3% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	7	174.74	<b>176.11</b>
Patrón + 0.3% fibra	7	177.74	
Patrón + 0.3% fibra	7	175.84	

Fuente: propio

En la tabla 17 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 176.11 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 18:** Resistencia a la compresión + 0.5% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.5% fibra	7	187.40	<b>187.13</b>
Patrón + 0.5% fibra	7	186.63	
Patrón + 0.5% fibra	7	187.36	

Fuente: propio

En la tabla 18 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 187.13 kg/cm<sup>2</sup>.

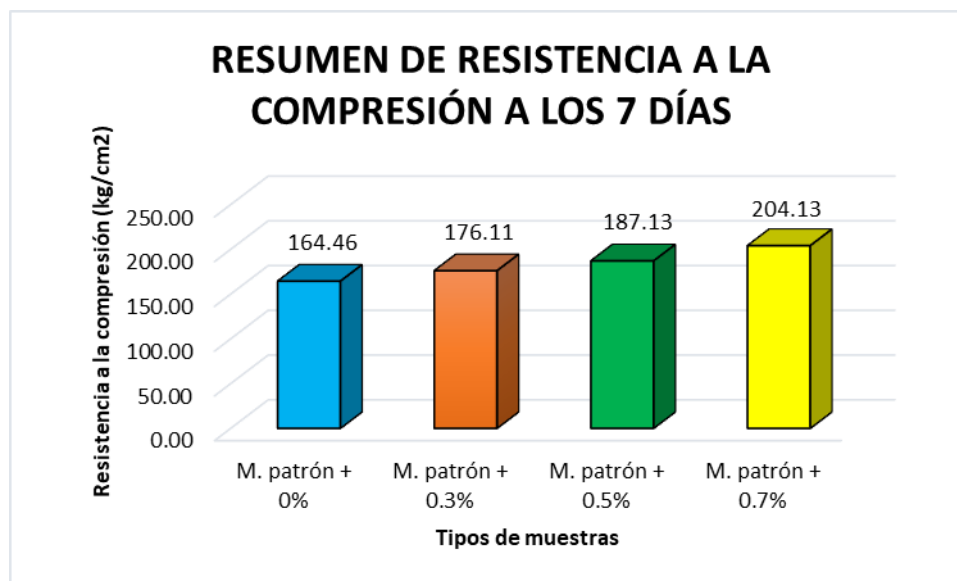
**Tabla 19:** Resistencia a la compresión + 0.7% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.7% fibra	7	205.06	

Patrón + 0.7% fibra	7	203.85	<b>204.13</b>
Patrón + 0.7% fibra	7	203.47	

Fuente: propio

En la tabla 19 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 204.13 kg/cm<sup>2</sup>



**Figura 36:** Resumen de la resistencia a la compresión a los 7 días

Fuente: propio

En la figura 36 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 7 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la compresión mayor.

**Tabla 20:** Resistencia a la compresión de concreto convencional a 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	14	200.24	<b>200.57</b>
Patrón + 0.0% fibra	14	200.32	
Patrón + 0.0% fibra	14	201.14	

Fuente: propia

En la tabla 20 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 14 días después de su vaciado sin incorporar la fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 200.57 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21:** Resistencia a la compresión + 0.3% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	14	212.84	<b>212.53</b>
Patrón + 0.3% fibra	14	215.21	
Patrón + 0.3% fibra	14	209.54	

Fuente: propia

En la tabla 21 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayadas a los 14 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 212.53 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22:** Resistencia a la compresión + 0.5% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.5% fibra	14	226.98	<b>227.07</b>
Patrón + 0.5% fibra	14	227.49	
Patrón + 0.5% fibra	14	226.74	

Fuente: propia

En la tabla 22 observamos los resultados de laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de briquetas ensayados a los 14 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 227.07 kg/cm<sup>2</sup>.

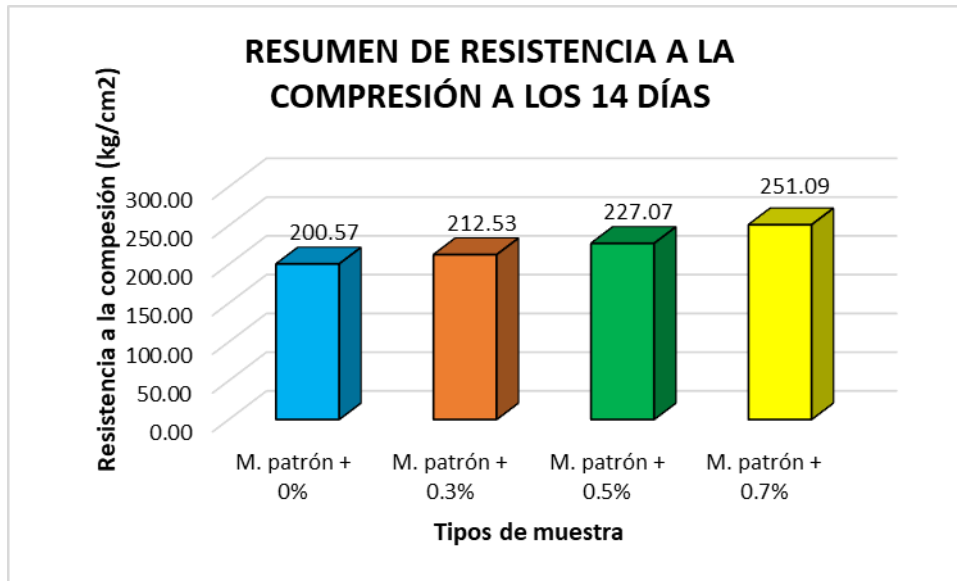
**Tabla 23:** Resistencia a la compresión + 0.7% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.7% fibra	14	249.61	<b>251.09</b>
Patrón + 0.7% fibra	14	253.41	
Patrón + 0.7% fibra	14	250.24	

Fuente: propia

En la tabla 23 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 14 días después de su vaciado

incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 251.09 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 37:** Resumen de la resistencia a la compresión a los 14 días

Fuente: propia

En la figura 37 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 14 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la compresión mayor.

**Tabla 24:** Resistencia a la compresión de concreto convencional a 28 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	28	226.06	<b>225.70</b>
Patrón + 0.0% fibra	28	227.13	
Patrón + 0.0% fibra	28	223.90	

Fuente: propia

En la tabla 24 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 28 días después de su vaciado sin incorporar la fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 225.70 kg/cm<sup>2</sup>.



**Tabla 25:** Resistencia a la compresión + 0.3% de fibra a los 28 días

<b>Identificación</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>	<b>Promedio (kg/cm2)</b>
Patrón + 0.3% fibra	28	236.57	<b>236.85</b>
Patrón + 0.3% fibra	28	239.06	
Patrón + 0.3% fibra	28	234.93	

Fuente: propia

En la tabla 25 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 236.85 kg/cm2.

**Tabla 26:** Resistencia a la compresión + 0.5% de fibra a los 28 días

<b>Identificación</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>	<b>Promedio (kg/cm2)</b>
Patrón + 0.5% fibra	28	252.72	<b>255.98</b>
Patrón + 0.5% fibra	28	257.35	
Patrón + 0.5% fibra	28	257.85	

Fuente: propia

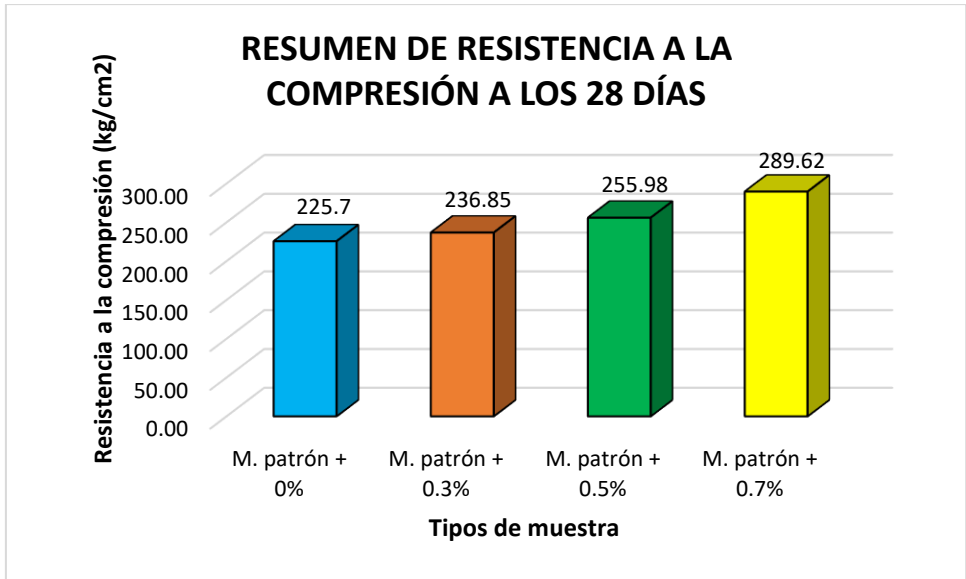
En la tabla 26 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayados a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 255.98 kg/cm2.

**Tabla 27:** Resistencia a la compresión + 0.7% de fibra a los 28 días

<b>Identificación</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>	<b>Promedio (kg/cm2)</b>
Patrón + 0.7% fibra	28	292.32	<b>289.62</b>
Patrón + 0.7% fibra	28	287.69	
Patrón + 0.7% fibra	28	288.86	

Fuente: propia

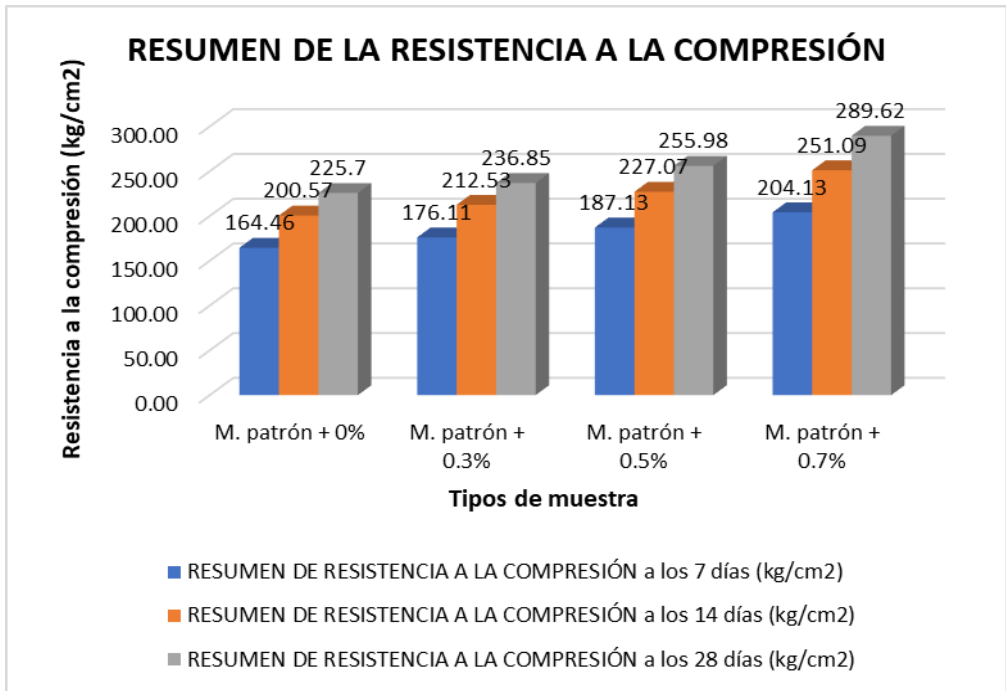
En la tabla 27 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras ensayadas a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 289.62 kg/cm2.



**Figura 38:** Resumen de la resistencia a la compresión a los 28 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 38 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 28 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la compresión mayor.



**Figura 39:** Resumen de la resistencia a la compresión

Fuente: elaboración propia

En la figura 39 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre las muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 7, 14 y 28 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza entre el 0.3%, 0.5% y 0.7% respectivamente presenta una resistencia a la compresión en aumento.

### Resultados de la Resistencia a la Tracción:

Se desarrollo en laboratorio el ensayo de resistencia a la tracción de los especímenes cilíndricos de 6"x12" dosificadas en laboratorio, según lo especifica la norma ASTM C496-17

**Tabla 28:** Resistencia a la tracción del concreto convencional a 7 días.

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	7	17.36	<b>17.33</b>
Patrón + 0.0% fibra	7	17.38	
Patrón + 0.0% fibra	7	17.23	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de briquetas cilíndricas ensayados a los 7 días después de su vaciado sin incorporar ningún tipo de fibra llegando a una resistencia media de 17.33 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 29:** Resistencia a la tracción + 0.3% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	7	19.48	<b>19.48</b>
Patrón + 0.3% fibra	7	19.29	
Patrón + 0.3% fibra	7	19.67	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de las muestras ensayados a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 19.48 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 30:** Resistencia a la tracción + 0.5% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.5% fibra	7	21.14	

Patrón + 0.5% fibra	7	21.21	<b>21.12</b>
Patrón + 0.5% fibra	7	21.03	

Fuente: Elaboración propia

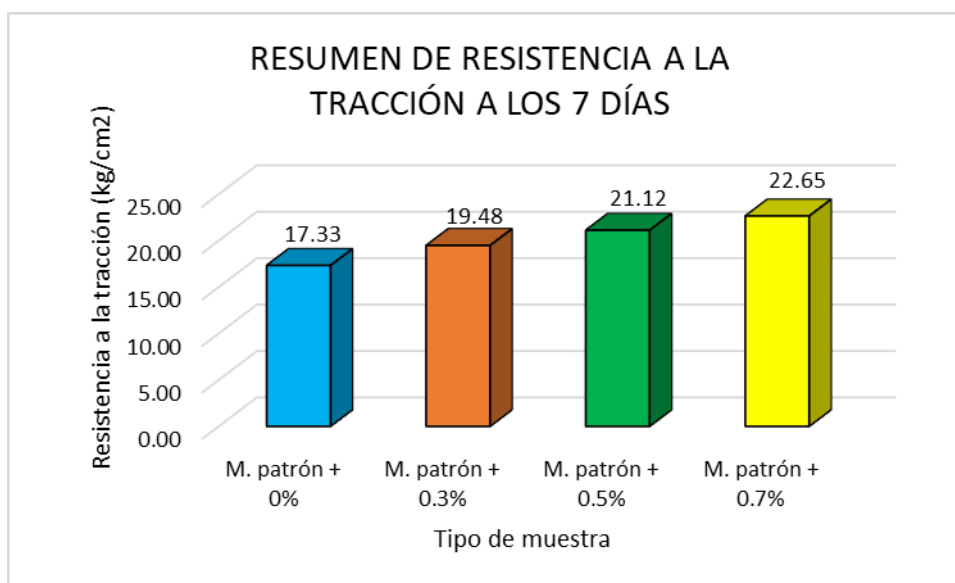
En la tabla 30 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de briquetas cilíndricas ensayados a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 21.12 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 31:** Resistencia a la tracción + 0.7% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.7% fibra	7	22.81	<b>22.65</b>
Patrón + 0.7% fibra	7	22.35	
Patrón + 0.7% fibra	7	22.78	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de muestras ensayadas a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 22.65 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 40:** Resumen de la resistencia a la tracción a los 7 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 40 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 7 días

después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la tensión mayor.

**Tabla 32:** Resistencia a la tracción del concreto convencional a 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	14	20.87	<b>20.76</b>
Patrón + 0.0% fibra	14	20.61	
Patrón + 0.0% fibra	14	20.80	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de briquetas cilíndricas ensayados a los 14 días después de su vaciado sin incorporar ningún tipo de fibra llegando a una resistencia media de 20.76 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 33:** Resistencia a la tracción + 0.3% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	14	22.40	<b>22.37</b>
Patrón + 0.3% fibra	14	22.42	
Patrón + 0.3% fibra	14	22.27	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de las muestras ensayadas a los 14 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 22.37 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 34:** Resistencia a la tracción + 0.5% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.5% fibra	14	24.65	<b>24.53</b>
Patrón + 0.5% fibra	14	24.60	
Patrón + 0.5% fibra	14	24.36	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de las muestras ensayadas a los 14 días después de su vaciado

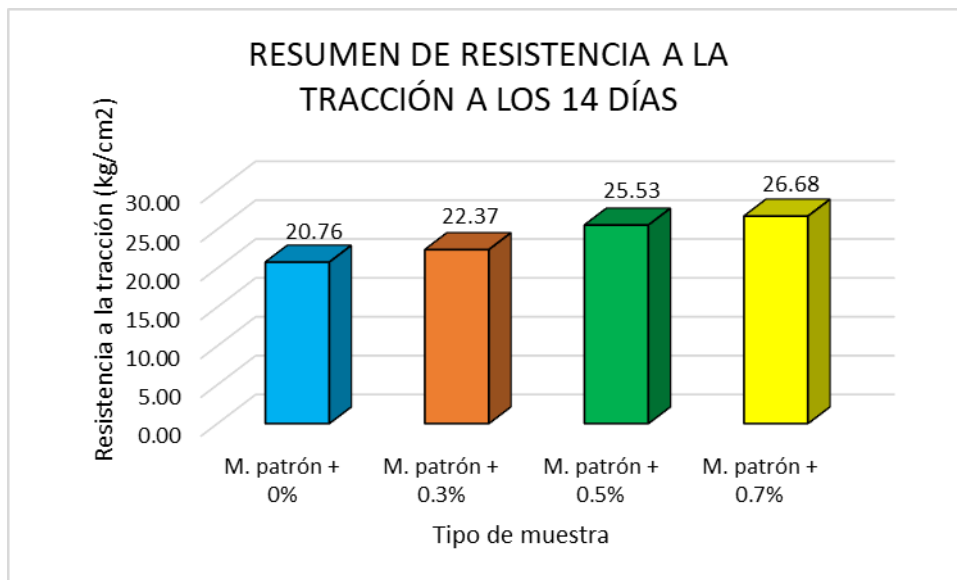
incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 24.53 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 35:** Resistencia a la tracción + 0.7% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.7% fibra	14	27.20	<b>26.68</b>
Patrón + 0.7% fibra	14	25.95	
Patrón + 0.7% fibra	14	26.88	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción muestras ensayadas a los 14 días después de su vaciado incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 26.68 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 41:** Resumen de la resistencia a la tracción a los 14 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 41 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 14 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la tracción mayor.

**Tabla 36:** Resistencia a la tracción del concreto convencional a 28 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	28	22.35	<b>22.43</b>
Patrón + 0.0% fibra	28	22.48	
Patrón + 0.0% fibra	28	22.47	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 36 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de las muestras ensayadas a los 28 días después de su vaciado sin incorporar ningún tipo de fibra llegando a una resistencia media de 22.43 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 37:** Resistencia a la tracción + 0.3% de fibra a los 28 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	28	23.79	<b>23.79</b>
Patrón + 0.3% fibra	28	23.80	
Patrón + 0.3% fibra	28	23.78	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de briquetas cilíndricas ensayados a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 23.79 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 38:** Resistencia a la tracción + 0.5% de fibra a los 28 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.5% fibra	28	25.62	<b>25.52</b>
Patrón + 0.5% fibra	28	25.15	
Patrón + 0.5% fibra	28	25.80	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de las muestras ensayadas a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 25.52 kg/cm<sup>2</sup>.

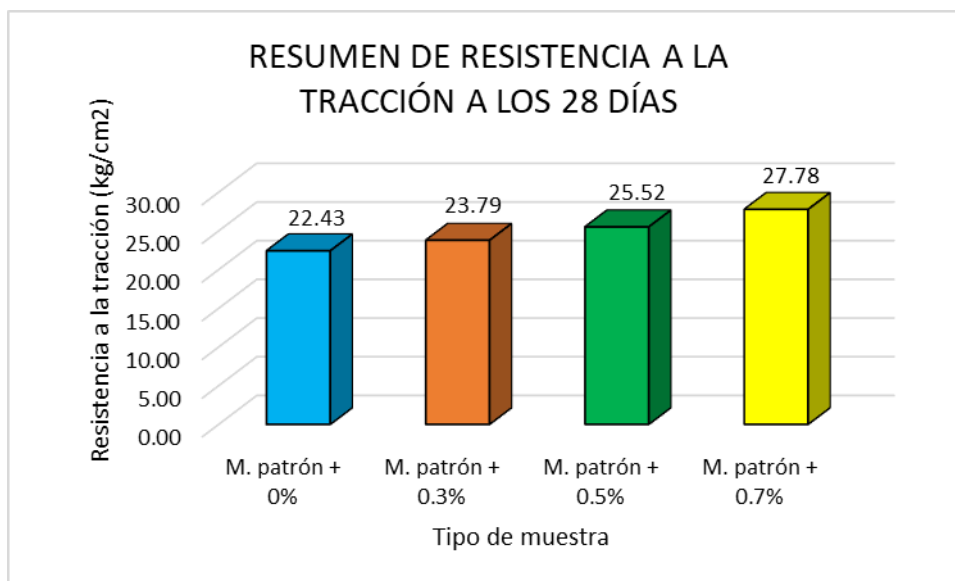
**Tabla 39:** Resistencia a la tracción + 0.7% de fibra a los 28 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.7% fibra	28	27.65	

Patrón + 0.7% fibra	28	27.95	<b>27.78</b>
Patrón + 0.7% fibra	28	27.75	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la tracción de muestras ensayadas a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 27.78 kg/cm<sup>2</sup>.

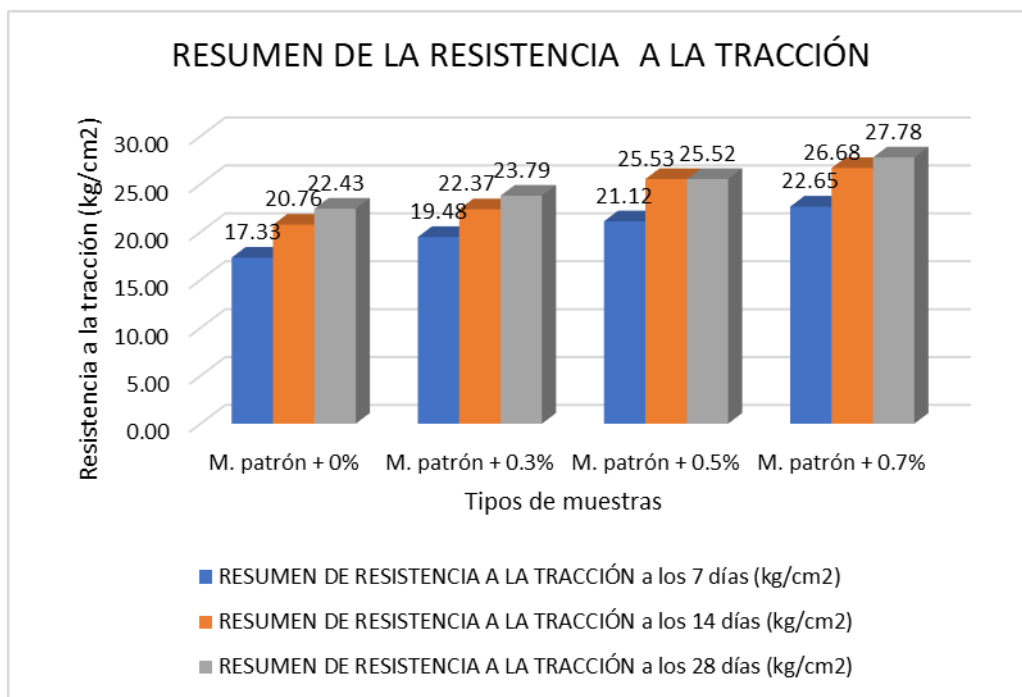


**Figura 42:** Resumen de la resistencia a la tracción a los 28 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 42 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 28 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la tensión mayor.





**Figura 43:** Resumen de la resistencia a la tracción

Fuente: elaboración propia

En la figura 43 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre las muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 7, 14 y 28 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza entre el 0.3%, 0.5% y 0.7% respectivamente muestra una resistencia a la tensión en aumento.

#### Resultados de la Resistencia a la Flexión:

Se realizó en laboratorio los ensayos de resistencia a la flexión de los especímenes prismáticos de 150x150x450mm dosificadas en laboratorio, según lo especifica la norma ASTM C78-21.

**Tabla 40:** Resistencia a la flexión del concreto convencional a 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	7	21.46	<b>21.80</b>
Patrón + 0.0% fibra	7	22.05	
Patrón + 0.0% fibra	7	21.90	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de especímenes prismáticos ensayados a los 7 días después de su vaciado sin incorporar ningún tipo de fibra llegando a una resistencia promedio de 21.80 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 41:** Resistencia a la flexión + 0.3% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	7	23.00	<b>23.13</b>
Patrón + 0.3% fibra	7	22.90	
Patrón + 0.3% fibra	7	23.48	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 41 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de briquetas cilíndricas ensayados a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 23.13 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 42:** Resistencia a la flexión + 0.5% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.5% fibra	7	24.45	<b>24.50</b>
Patrón + 0.5% fibra	7	24.53	
Patrón + 0.5% fibra	7	24.51	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de las muestras ensayadas a los 7 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 24.50 kg/cm<sup>2</sup>.

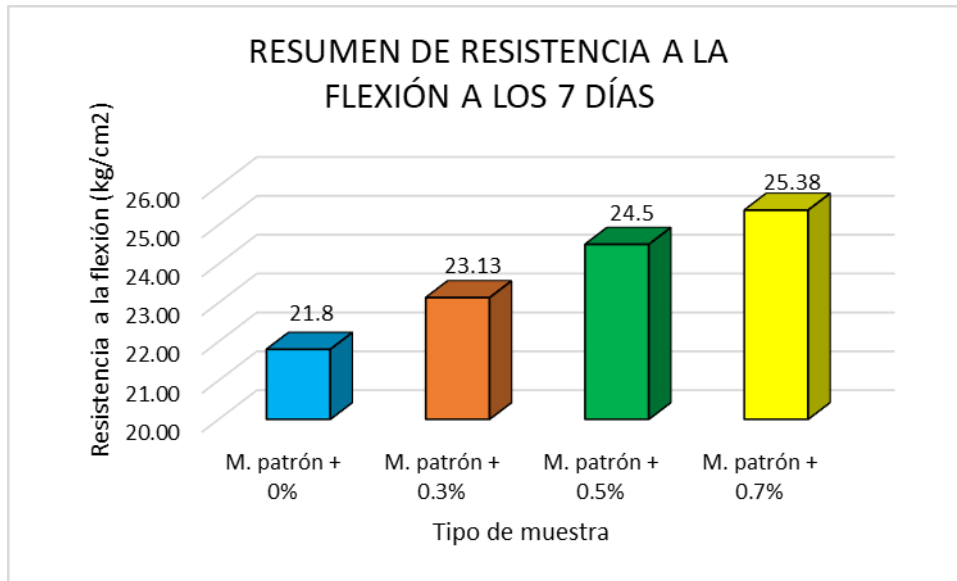
**Tabla 43:** Resistencia a la flexión + 0.7% de fibra a los 7 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.7% fibra	7	25.40	<b>25.38</b>
Patrón + 0.7% fibra	7	25.36	
Patrón + 0.7% fibra	7	25.37	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de briquetas cilíndricas ensayados a los 7 días después de su vaciado

incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 25.38 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 44:** Resumen de la resistencia a la flexión a los 7 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 44 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 7 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la flexión mayor.

**Tabla 44:** Resistencia a la flexión del concreto convencional a 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	14	26.53	<b>26.84</b>
Patrón + 0.0% fibra	14	27.19	
Patrón + 0.0% fibra	14	26.82	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 44 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de especímenes prismáticos ensayados a los 14 días después de su vaciado sin incorporar ningún tipo de fibra llegando a una resistencia promedio de 26.84 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 45:** Resistencia a la flexión + 0.3% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	14	28.53	<b>28.52</b>
Patrón + 0.3% fibra	14	28.34	
Patrón + 0.3% fibra	14	28.69	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 45 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de briquetas cilíndricas ensayados a los 14 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media de 28.52 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 46:** Resistencia a la flexión + 0.5% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.5% fibra	14	30.11	<b>29.84</b>
Patrón + 0.5% fibra	14	29.92	
Patrón + 0.5% fibra	14	29.50	

Fuente: Elaboración propia

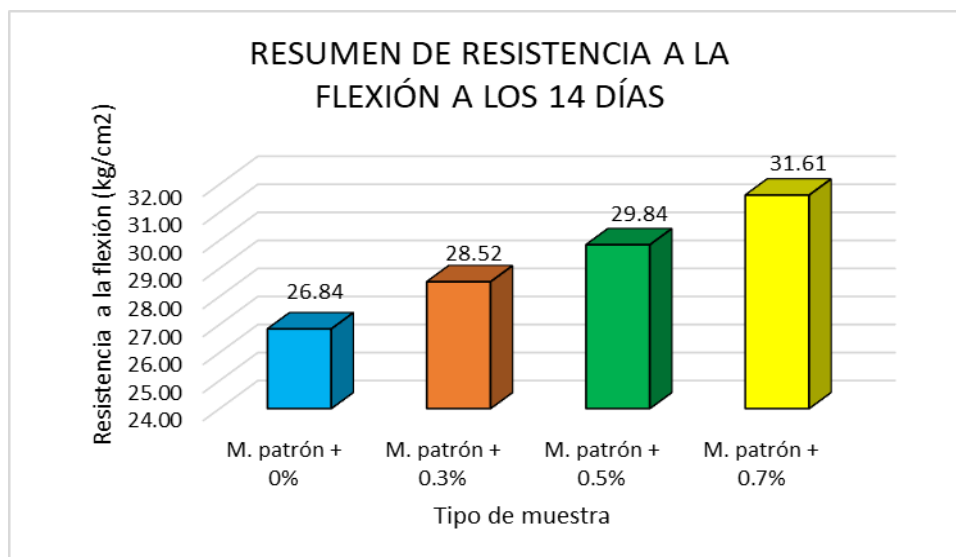
En la tabla 46 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de las muestras ensayados a los 14 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 29.84 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 47:** Resistencia a la flexión + 0.7% de fibra a los 14 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.7% fibra	14	31.97	<b>31.61</b>
Patrón + 0.7% fibra	14	31.34	
Patrón + 0.7% fibra	14	31.52	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 47 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de briquetas cilíndricas ensayados a los 14 días después de su vaciado incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 31.61 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 45:** Resumen de la resistencia a la flexión a los 14 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 45 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 14 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la flexión mayor.

**Tabla 48:** Resistencia a la flexión del concreto convencional a 28 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.0% fibra	28	29.73	<b>29.40</b>
Patrón + 0.0% fibra	28	29.02	
Patrón + 0.0% fibra	28	29.46	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a flexión de la muestra prismática ensayados a los 28 días después de su vaciado sin incorporar ningún tipo de fibra llegando a una resistencia promedio de 29.40 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 49:** Resistencia a la flexión + 0.3% de fibra a los 28 días

Identificación	Edad (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón + 0.3% fibra	28	32.43	<b>32.39</b>
Patrón + 0.3% fibra	28	32.34	
Patrón + 0.3% fibra	28	32.40	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 49 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de muestras cilíndricas ensayados a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.3% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia media es de 32.39 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 50:** Resistencia a la flexión + 0.5% de fibra a los 28 días

<b>Identificación</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Patrón + 0.5% fibra	28	34.49	<b>34.47</b>
Patrón + 0.5% fibra	28	34.45	
Patrón + 0.5% fibra	28	34.46	

Fuente: Elaboración propia

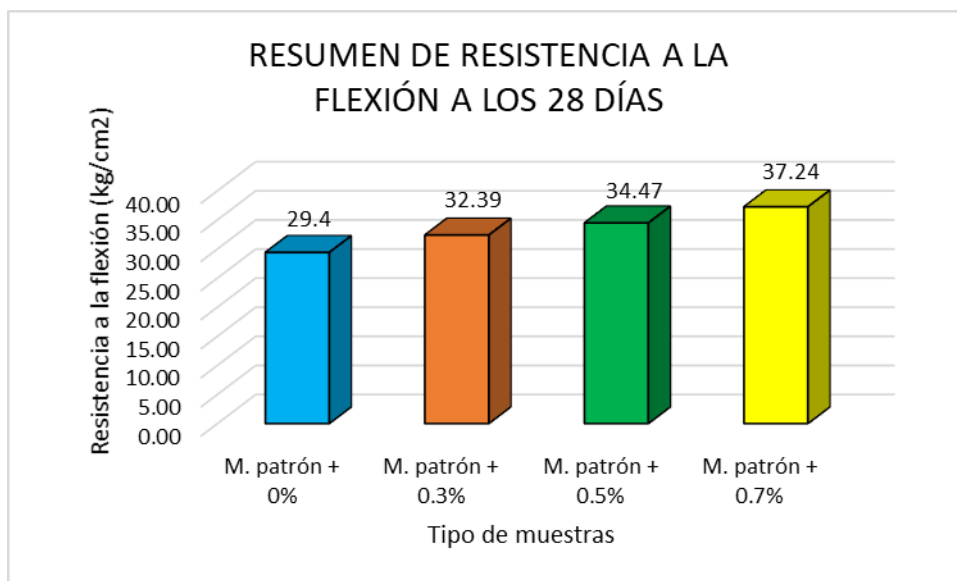
En la tabla 50 observamos los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a la flexión de muestras cilíndricas ensayados a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.5% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 34.47 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 51:** Resistencia a la flexión + 0.7% de fibra a los 28 días

<b>Identificación</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Patrón + 0.7% fibra	28	37.23	<b>37.24</b>
Patrón + 0.7% fibra	28	37.34	
Patrón + 0.7% fibra	28	37.17	

Fuente: Elaboración propia

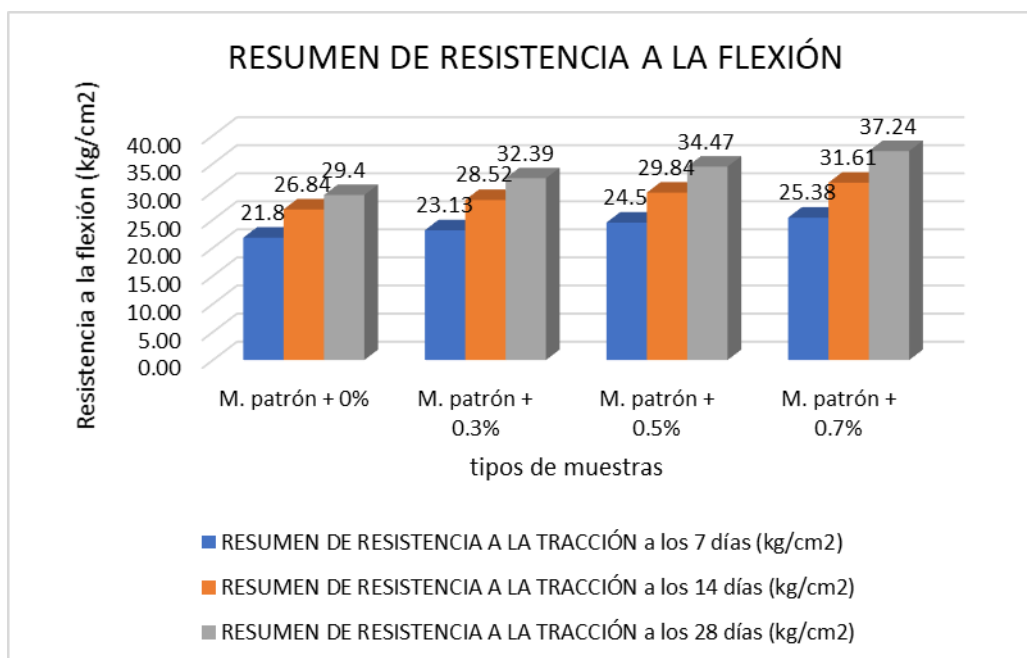
En la tabla 51 observamos los resultados obtenidos en laboratorio del ensayo de resistencia a la flexión de muestras cilíndricas ensayados a los 28 días después de su vaciado incorporando 0.7% de fibra de corteza de linaza llegando a una resistencia promedio de 37.24 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 46:** Resumen de la resistencia a la flexión a los 28 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 46 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre los diferentes tipos de muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 28 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza tiene una resistencia a la flexión mayor.



**Figura 47:** Resumen de la resistencia a la flexión

Fuente: elaboración propia

En la figura 47 observamos un gráfico de barras donde mostramos una comparación entre las muestras y la resistencia que alcanzó cada una de ellas a los 7, 14 y 28 días después de su vaciado, según la imagen podemos deducir que la muestra que fue dosificada agregando un cierto porcentaje de fibra de corteza de linaza entre el 0.3%, 0.5% y 0.7% respectivamente presenta una resistencia a la flexión en aumento.

**Contrastación de Hipótesis:**

Dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para incrementar la resistencia a compresión.

**Planteamiento de las Hipótesis:**

**H<sub>0</sub>:** La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a compresión del concreto de pavimento rígido  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  es del 0.7%

**H<sub>1</sub>:** La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para incrementar la resistencia a compresión del concreto de pavimento rígido  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  no es del 0.7%

**Nivel de Significancia:**

El nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

**Parámetros Estadísticos:**

Para la contrastación del P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 52:** Cálculo de P-valor y Media

<b>P-valor</b>				
Resistencia a la compresión de una probeta con el 0.7% de fibra de linaza	Valor de prueba = 210kg/cm <sup>2</sup>			
	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	3.295	2	0.081	260.817

*Fuente: SPSS.*

En la tabla 52, se muestra que el P-valor tiene un valor de 0.081.

**Regla de decisión:**

- Si P-valor < 0.05: rechazamos la hipótesis nula, y por consiguiente se aceptamos hipótesis alterna.



- Si P-valor > 0.05: aceptamos la hipótesis nula..

**Decisión e Interpretación:**

Según la regla de decisión, el P-valor = 0.081 el cual es mayor al valor de significancia alfa 0.05, lo que señala que aceptamos la hipótesis nula que asegura que la dosificación ideal de corteza de linaza para incrementar la resistencia a compresión del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  es del 0.7%; superando así el 100% del diseño inicial planteado para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

**Planteamiento de las Hipótesis:**

**Ho:** La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para incrementar la resistencia a tracción del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ , es del 0.7%.

**H1:** La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para incrementar la resistencia a tracción del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  no es del 0.7%

**Nivel de Significancia:**

El nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

**Parámetros Estadísticos:**

Para la comparación del P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 53: Cálculo de P-valor y Media**

<b>P-valor</b>				
Resistencia a la tracción de una probeta con el 0.7% de fibra de linaza	Valor de prueba = 22.43kg/cm2			
	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	2.828	2	0.106	25.697

*Fuente: SPSS.*

En la tabla 53, se muestra que el P-valor tiene un valor de 0.106.

**Regla de decisión:**

- Si P-valor < 0.05: rechazamos la hipótesis nula, y por consiguiente se aceptamos hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: aceptamos la hipótesis nula.

**Decisión e Interpretación:**

Según la regla de decisión, el P-valor = 0.106 el cual es mayor al valor de significancia alfa 0.05, lo que los señala que aceptamos la hipótesis nula que asegura que la dosificación ideal de corteza de linaza para incrementar la resistencia a tracción del concreto de pavimento rígido  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  es del 0.7%.

**Planteamiento de las Hipótesis:**

**H<sub>0</sub>:** La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para incrementar la resistencia a flexión del concreto de pavimento rígido  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , es del 0.7%.

**H<sub>1</sub>:** La dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para incrementar la resistencia a flexión del concreto de pavimento rígido  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , no es del 0.7%

**Nivel de Significancia:**

El nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

**Parámetros Estadísticos:**

Para la comparación del P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 54:** Cálculo de P-valor y Media

<b>P-valor</b>				
Resistencia a la flexión de una probeta con el 0.7% de fibra de linaza	Valor de prueba = 29.40kg/cm <sup>2</sup>			
	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	3.773	2	0.064	34.70

Fuente: SPSS.

En la tabla 54, se muestra que el P-valor tiene un valor de 0.064.

**Regla de decisión:**

- Si P-valor  $< 0.05$ : rechazamos la hipótesis nula, y por consiguiente se aceptamos hipótesis alterna.
- Si P-valor  $> 0.05$ : aceptamos la hipótesis nula.

**Decisión e Interpretación:**

Según la regla de decisión, el P-valor = 0.064 el cual es menor al valor de significancia alfa 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula que asegura que la dosificación ideal de corteza de linaza para incrementar la resistencia a flexión del concreto de pavimento rígido  $f^c = 210 \text{kg/cm}^2$  es del 0.7%.

## V. DISCUSIÓN

Teniendo todos los resultados que obtuvimos en laboratorio de las pruebas ejecutadas para calcular las características del concreto endurecido y fresco junto a ellas todas las tablas con los respectivos resultados, al igual que los gráficos realizados una vez adquiridos los resultados y debidamente interpretados deducimos lo siguiente:

Según el objetivo principal que fue determinar la influencia de la fibra de corteza de linaza para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021.

Perca (2017), en su estudio obtuvo una resistencia a la compresión de 138.28, 193.92 y 195.89  $\text{kg/m}^3$  con la incorporación de 0.6  $\text{kg/m}^3$  de corteza de polipropileno a las edades de 7, 14 y 28 días, los valores de 138.28, 193.92 y 195.89  $\text{kg/m}^3$ , con la incorporación de 1.2  $\text{kg/m}^3$  de corteza de polipropileno a las edades de 7, 14 y 28 días, los valores de 152.05, 195.59 y 192.41  $\text{kg/m}^3$ , con la incorporación de 1.8  $\text{kg/m}^3$  de corteza de polipropileno a las edades de 7, 14 y 28 días, los valores de 159.99, 181.31 y 190.75  $\text{kg/m}^3$ , con la incorporación de 2.4  $\text{kg/m}^3$  de corteza de polipropileno a las edades de 7, 14 y 28 días. Concluyendo que la aplicación de estas cortezas mejora parcialmente las propiedades de compresión.

Por otro lado, en nuestros resultados observamos que al aplicar en la dosificación el 0.7% de fibra de corteza de linaza que es el mayor porcentaje aplicado al concreto tenemos una resistencia a la compresión de 204.13, 251.09 y 289.62 a los 7, 14 y 28 días respectivamente, según los datos mencionados deducimos que al agregar una fibra natural como es el caso de la corteza de linaza aumenta significativamente en las características mecánicas del concreto endurecido, resultando una mejor calidad de mezcla que podría influir de manera positiva para ser utilizado en un concreto de pavimento rígido  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca.

Según los objetivos específicos que fueron determinar la dosificación ideal de fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a compresión, tracción y flexión del concreto de pavimento rígido  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021.

Llontop y Ruiz, (2019), en su tesis obtuvieron resultados favorables utilizando la corteza de zanahoria encontrar una mejores propiedades mecánicas del concreto convencional, ya que resultaron valores de 206.70, 241.43, 295.40 y 389.50  $\text{kg/cm}^2$  añadiendo el 0.5% de corteza de zanahoria, valores de 155.97, 267.07, 292.00 y 355.67  $\text{kg/cm}^2$  añadiendo el 1.0% de corteza de zanahoria, valores de 167.13, 276.27, 283.87 y 346.47  $\text{kg/cm}^2$  añadiendo un

1.725% de corteza de zanahoria y su resistencia a la flexión a 3, 7, 14 y 28 días de edad con la adición de 0.5% de corteza de zanahoria se obtuvieron los valores de 23.10, 25.67, 27.80 y 29.97 kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo el 1.0% de corteza de zanahoria se obtuvieron los valores de 17.93, 21.50, 24.97 y 29.87 kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de 1.25% de corteza de zanahoria se obtuvieron los valores de 13.17, 22.17, 25.33 y 29.50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Resistencia a flexión demostraron que para las edades de 3, 7, 14 y 28 días se determinaron los siguientes valores: muestra patrón, 32.7, 35.8, 48.5, 48.2 kN respectivamente, con la adición de 0.50% de corteza de zanahoria se obtuvieron los siguientes valores de 28, 31.3, 32.9, 50.8 kN, con la adición de 0.1% de corteza de zanahoria se obtuvieron los siguientes valores de 31.00, 34.2, 36.1, 40.7 kN, con la adición de 1.25% de corteza de zanahoria se obtuvieron los siguientes valores de 19.8, 38.8, 42.6, 44.7 kN respectivamente. Concluyendo que todos los resultados lograron superar al diseño de mezcla de la muestra patrón incrementando sus características mecánicas del concreto.

En nuestro caso en los resultados obtenidos en cuanto a la resistencia a la tracción, la flexión y la resistencia a la compresión, fueron aumentando según se aumentaba los porcentajes de fibra de corteza de linaza en el concreto, por ello deducimos que la dosificación ideal es cuando agregamos una cantidad considerable de fibra de corteza de linaza, en nuestro caso el porcentaje máximo fue de 0.7% y resultó una dosificación ideal que mejoró las propiedades mecánicas del concreto.

## VI. CONCLUSIONES

Según a los resultados que se obtuvieron en los estudios finales llegamos a las siguientes conclusiones:

Primero, para el aumento de la resistencia a la compresión concluimos que es necesario agregar una dosis correcta, es indispensable agregar un 0.7% de fibra de corteza de linaza, ya que, con esta proporción incorporada en la mezcla de concreto, en 28 días llegó a una resistencia de 289.62 kg/cm<sup>2</sup> superando a la resistencia de la muestra patrón, la muestra incorporando el 0.3% y la muestra incorporando el 0.5%. la totalidad de muestras superaron el 100% de resistencia para un diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Segundo, se concluyó que para una dosificación adecuada para mejorar la resistencia a la tracción es indispensable agregar un 0.7% de fibra de corteza de linaza, ya que, con esta proporción incorporada en la mezcla de concreto, en 28 días llegó a una resistencia de 27.78 kg/cm<sup>2</sup> superando la resistencia de la muestra patrón, la muestra incorporando el 0.3% y la muestra incorporando el 0.5%.

Tercero, se concluyó que para una dosificación adecuada para mejorar la resistencia a la flexión es indispensable agregar un 0.7% de fibra de corteza de linaza, ya que, con esta proporción incorporada en la mezcla de concreto, en 28 días llegó a una resistencia de 37.24 kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia de la muestra patrón, la muestra incorporando el 0.3% y la muestra incorporando el 0.5%.

Cuarto, la fibra de corteza de linaza es un material digno de ser usado, ya que con la incorporación de este material las características mecánicas del concreto endurecido llegaron a mejorar, la fibra de corteza de linaza existe una influencia positiva que mejora los esfuerzos de tensión, flexión y compresión, pudimos corroborar la influencia que producen en la muestra patrón con cada uno de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio y los gráficos comparativos que lo demuestran.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Primero, se recomienda usar fibra de corteza de linaza en una dosificación de 0.7% ya que con esta proporción obtuvimos mejores resultados en las pruebas finales de flexión, compresión y tensión y observamos que la resistencia aumentaba considerablemente conforme pasaban los días, además de que la corteza de linaza es un producto económico y fácil de conseguir en la zona.

Segundo, se recomienda realizar la dosificación de acuerdo a las normas establecidas esto debido a que al agregar alguna fibra natural podría influir de manera negativa si en caso las proporciones de los materiales no estarían en las cantidades adecuadas y podría ser un poco difícil manejar el concreto en estado fresco.

Tercero, las fibras de corteza de linaza deben ser debidamente trabajadas antes de realizar la mezcla de concreto, es decir extraer la fibra evitando que restos externos interfieran con el producto.

Cuarto, recomendamos hacer un estudio de cualquier tipo de fibra natural o material extra que deseamos agregar al concreto, esto debido a que algunos materiales podrían afectar de manera negativa y malograr el concreto al momento de ser ensayados.

## REFERENCIAS

- ASTM C39. (2014). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. *International*.
- ASTM C496. (2011). Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. *International*.
- ASTM C78. (2018). Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). *International*.
- BELLIDO YARLEQUE, L. J. (2018). *Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera*. Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima: UNAM. Retrieved 10 15, 21, from <https://bit.ly/3AMjqh9>
- BURHAN, L., GHAFOR, K., & MOHAMMED, A. (2019). Testing and modeling the young age compressive strength for high workability concrete modified with PCE polymers. *1*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rinma.2019.100004>.
- CHAABENE, W., FLAH, M., & NEHDI, M. (2020). Machine learning prediction of mechanical properties of concrete: Critical review. *260*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119889>.
- concreto, T. d. (2015, 04 8). *Dosificación de agregados*. Retrieved 10 22, 21, from Dosificación de agregados: <https://bit.ly/2XG0NOC>
- CONG, L., WANG, T., TAN, L., YUAN, J., & SHI, J. (2018). Laboratory evaluation on performance of porous polyurethane mixtures and OGFC. *169*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.145>
- Díaz Coronel, C. J. (2021). diseño de mezclas. *tecnología del concreto*.
- ESGUERRA TORRES, Y. E., & FORERO VEGA, L. A. (2020). *Caracterización de propiedades mecánicas de fibras naturales para usos en concretos hidráulicos*. UNIVERSIDAD de CARTAGENA. Cartagena: UC. Retrieved 10 15, 21, from <https://bit.ly/3n0LXe0>



- FIGUEROLA, F., MUÑOZ, O., & ESTÉVEZ, A. M. (2008). La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *AGRO SUR*, 36(2), 50. Retrieved 10 22, 21, from <https://bit.ly/3jrkSQL>
- Granulometria. (2021). *Agregado Grueso*. Retrieved 10 22, 21, from Agregado Grueso: <https://bit.ly/3Gc66Xs>
- HERREROS, D. (2012, 10 13). Llausapancho \* *Heliocarpus popayanensis*. Cusco, Comunidad nativa de Huacaria, Paucartambo. Retrieved 15 10, 21, from <https://bit.ly/3n1bPqj>
- KAARTHIC, N., PRASANTH, M., GOWTHAM, R., KARTHIC, S., & MINI, K. (2018). Enhancement of properties of concrete using natural fibers. 5(11). doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.10.173>.
- KIRTHIKA, S., & SINGH, S. (2020). Durability studies on recycled fine aggregate concrete. 250. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118850>
- LIEW, K., SOJOBI, A., & ZHANG, L. (2017). Green concrete: Prospects and challenges. 156. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.008>.
- MABROUM, S., EL MACHI, A., TAHA, Y., TAGNIT- HAMOU, A., BENZAAZOUA, M., & HAKKOU, R. (2021). Use of flint from phosphate mine waste rocks as an alternative aggregates for concrete. 271. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121886>.
- MAVINKERE, S., SUCHART, S., JYOTISHKUMAR, P., MOHAMMAD, J., CATALIN, I., & ANISH, K. (2019). A comprehensive review of techniques for natural fibers as reinforcement in composites: Preparation, processing and characterization. 207. doi:<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.083>
- OSTROWSKI, K., STEFANIUK, D., SADOWSKI, L., KRZYWINSKI, K., GICALA, M., & ROZANSKA, M. (2020). Potential use of granite waste sourced from rock processing for the application as coarse aggregate in high-performance self-compacting concrete. 238. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117794>
- PALOMINO PINZÓN, Á. J., & MALDONADO GUINEA, Á. C. (2018). *Sustitución experimental del agregado grueso de origen pétreo, por agregado grueso productivo*

*de residuos de construcción y concreto hidráulico*. Universidad Distrital Francisco José de Celdas. Bogotá: UDFJC. Retrieved 10 22, 21, from <https://bit.ly/3js9UtZ>

- POULIKAKOS, L., PITTET, M., DUMONT, A., & PARTL, M. (2015). Comparison of the two point bending and four point bending test methods for aged asphalt concrete field samples. *48*. doi:<https://doi.org/10.1617/s11527-014-0366-8>
- QING, L., CHI, X., MU, R., & CHENG, Y. (2018). Determining tensile strength of concrete based on experimental loads in fracture test. *202*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2018.09.017>.
- ROCHA, S., PEPE, M., MARTINELLI, E., DE ANDRADE, F., & TOLEDO, R. (2018). Influence of natural fibers characteristics on the interface mechanics with cement based matrices. *140*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.12.016>
- SARIKAYA, E., CALLIOGLU, H., & DEMIREL, H. (2019). Production of epoxy composites reinforced by different natural fibers and their mechanical properties. *167*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.03.020>.
- SHAFIEIFAR, M., FARZAD, M., & AZIZINAMINI, A. (2017). Experimental and numerical study on mechanical properties of Ultra High Performance Concrete (UHPC). *156*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.170>
- SUVASH, P., ALGURNON, R., GIDEON, V., & PETRIKS, L. (2018). Properties of cement-based composites using nanoparticles: A comprehensive review. *189*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.062>.
- Trujillo López, L. M. (2018). pPráctica "pses" en el laboratorio de materiales. *Universidad Cooperativa de Colombia*.
- WANGLER, T., ROUSSEL, N., BOS, F., SALET, T., & FLATT, R. (2019). Digital Concrete: A Review. *123*. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884619303680>
- XU, T., & LI, J. (2018). Assessing the spatial variability of the concrete by the rebound hammer test and compression test of drilled cores. *188*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.08.138>.

ANEXOS

“Aplicación de Fibra de Corteza de Linaza para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto de Pavimento Rígido  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  - Juliaca 2021”

Anexo 1. Tabla de matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema Principal</b></p> <p>¿Cómo la aplicación de la fibra de corteza de linaza mejorara las propiedades mecánicas del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Juliaca 2021?</p>	<p><b>Objetivo Principal</b></p> <p>Determinar la influencia de la fibra de corteza de linaza para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Juliaca 2021</p>	<p><b>Hipótesis Principal</b></p> <p>La influencia de la fibra de corteza de linaza para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Juliaca 2021, repercuten de manera positiva en todos los aspectos.</p>	<p><b>V.I.</b></p> <p>Influencia de la fibra de corteza de linaza</p> <p><b>V.D.</b></p> <p>Propiedades Mecánicas de concreto</p>	<p>Propiedades mecánicas de la fibra de corteza de linaza</p> <p>Resistencia a compresión</p> <p>Resistencia a tracción</p> <p>Resistencia a flexión</p>	<p>Proporción</p> <p><math>F'c</math></p> <p>T</p> <p><math>Mr</math></p>	<p><b>Enfoque de Investigación</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño de Investigación</b> Experimental</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> Explicativo</p> <p><b>Tipo de Investigación</b> Aplicada</p> <p><b>Población</b> Concretos de pavimento rígido con y sin la aplicación de fibra de corteza de linaza.</p>
<p><b>Problemas específicos N.º 1</b></p> <p>¿Cuál es la dosificación ideal para mejorar la resistencia a compresión del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> para el pavimento rígido, Juliaca 2021?</p>	<p><b>Objetivos específicos N.º 1</b></p> <p>Determinar la dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a compresión del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Juliaca 2021.</p>	<p><b>Hipótesis específicos N.º 1</b></p> <p>La dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a compresión del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Juliaca 2021, es del 0.7%.</p>	<p><b>V.I.</b></p> <p>Fibra de corteza de linaza</p> <p><b>V.D.</b></p> <p>Resistencia a compresión del concreto</p>	<p>Proporción fibra de corteza de linaza</p> <p>Características físicas del concreto</p>	<p>0.3%</p> <p>0.5%</p> <p>0.7%</p> <p><math>F'c</math></p>	<p><b>Muestra</b></p> <p>09 briquetas de concreto patrón, 3 a los 7, 14, 28 días.</p> <p>09 probetas de concreto con aplicación del 0.3% de fibra de corteza de linaza, 3 a los 7, 14, 28 días.</p> <p>09 probetas de concreto con aplicación del 0.5% de fibra de corteza de linaza, 3 a los 7, 14, 28 días.</p>
<p><b>Problemas específicos N.º 2</b></p> <p>¿Cuál es la dosificación ideal para mejorar la resistencia a flexión del concreto <math>210\text{kg/cm}^2</math> para el pavimento rígido, Juliaca 2021?</p>	<p><b>Objetivos específicos N.º 2</b></p> <p>Determinar la dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a flexión del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> Juliaca 2021.</p>	<p><b>Hipótesis específicos N.º 2</b></p> <p>La dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a flexión del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> Juliaca 2021, es del 0.7%.</p>	<p><b>V.I.</b></p> <p>Dosificación ideal de fibra de corteza de linaza</p> <p><b>V.D.</b></p> <p>Resistencia a flexión del concreto</p>	<p>Proporción de adición</p> <p>Propiedades mecánicas de pavimento rígido</p>	<p>0.3%</p> <p>0.5%</p> <p>0.7%</p> <p><math>Mr</math></p>	<p>09 probetas de concreto con aplicación del 0.7% de fibra de corteza de linaza, 3 a los 7, 14, 28 días.</p> <p><b>Técnicas</b></p> <p>Toma de datos</p> <p>Elaboración de briquetas</p> <p>Ensayos de laboratorio</p> <p>Análisis de resultados</p>
<p><b>Problemas específicos N.º 3</b></p> <p>¿Cuál es la dosificación ideal para mejorar la resistencia a tracción del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> para el pavimento rígido, Juliaca 2021?</p>	<p><b>Objetivos específicos N.º 3</b></p> <p>Determinar la dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a tracción del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Juliaca 2021.</p>	<p><b>Hipótesis específicos N.º 3</b></p> <p>La dosificación ideal de la fibra de corteza de linaza para mejorar la resistencia a tracción del concreto de pavimento rígido <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Juliaca 2021, es del 0.7%.</p>	<p><b>V.I.</b></p> <p>Dosificación ideal de fibra de corteza de linaza</p> <p><b>V.D.</b></p> <p>Resistencia a tracción del concreto</p>	<p>Proporción de adición</p> <p>Propiedades mecánicas de pavimento rígido</p>	<p>0.3%</p> <p>0.5%</p> <p>0.7%</p> <p>T</p>	<p><b>Instrumentos</b></p> <p>Fichas de recolección de datos</p> <p>Materiales para concreto</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio</p> <p>Software de análisis de datos</p>

**Anexo 2. Panel fotográfico**



**Fotografía 1: obtención de la corteza de linaza**



**Fotografía 2: preparación de la fibra de corteza de linaza**





**Fotografía 3: proporción de la fibra de linaza al 0.3%, 0.5% y 0.7%**



**Fotografía 4: secado de los áridos**



**Fotografía 5: ensayo de granulometría**

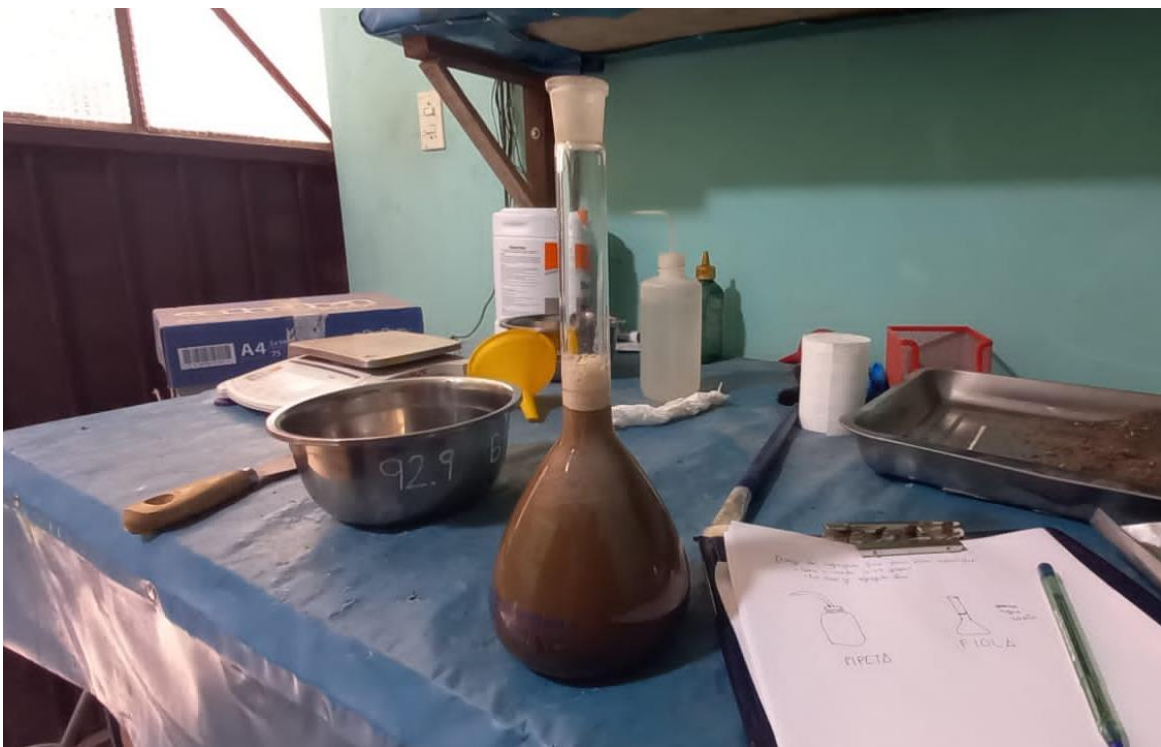


**Fotografía 6: ensayo de compactación agregado grueso**





**Fotografía 7: ensayo de compactación agregado fino**



**Fotografía 8: ensayo de peso específico**



**Fotografía 9: proporciones de la mezcla**



**Fotografía 10: mezcla del concreto**





**Fotografía 11: vaciado de probetas cilíndricas**



**Fotografía 12: curado de probetas**



**Fotografía 13: ensayo a compresión**



**Fotografía 14: ensayo a tracción**





**Fotografía 15: ensayo a flexión**



**Fotografía 16: sección transversal de los tipos de probetas**