



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Influencia de la adición porcentual de fibras de penca de
tuna en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022**

AUTORES:

Ariza Brioso, Darwin Pompeyo (ORCID: 0000-0003-4669-4020)

Ricra Acuña, Roy Hans (ORCID: 0000-0002-4286-6799)

ASESORA:

MG. Poma Gonzales, Carla Griselle (ORCID: 0000-0001-5486-7302)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ-PERÚ

2022

Dedicatoria

Le dedico el presente trabajo primeramente a Dios, el que me ha dado la fortaleza para seguir adelante. De igual forma. A mis padres “Amador y Ilda”, a quien le debo toda mi vida, les agradezco el apoyo incondicional, por creer en mí, por el cariño y su comprensión por el esfuerzo realizado, de no ser así, no hubiese sido posible realizar este sueño que hoy se hace realidad.

A mis hermanos quienes confiaron en mí y siempre están allí cuando los necesito, por alegrarme el día, por darme ánimos para seguir adelante y por cuidar de mí y demás familiares ya que me brindan el apoyo, la alegría y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Darwin.

A mis padres porque creyeron en mí y por qué me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, por su comprensión permanente, así mismo, por sus enseñanzas que a pesar de las adversidades siempre aconsejaban seguir adelante. Por todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y empeño, permitiéndome cumplir mi proyecto de vida hecho realidad.

Roy.

Agradecimiento

Primeramente, me gustaría agradecer a Dios por hacer realidad mi sueño tan anhelado; asimismo, a mis padres por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional. A mis docentes de la escuela de Ingeniería Civil por haber inspirado en mí el sentido de la perseverancia, responsabilidad, compromiso y valores necesarios, demostrado que el mejor maestro es aquel que enseña con valores y virtudes, finalmente, a la universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de realizar mi sueño y ser un profesional.

Darwin.

A mis maestros, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

Roy.

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de gráficos y figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| III. METODOLOGÍA | 11 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 11 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 12 |
| 3.3. Población muestra y muestreo..... | 14 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 15 |
| 3.5. Procedimientos | 16 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 17 |
| 3.7. Aspectos éticos | 17 |
| IV. RESULTADOS..... | 18 |
| V. DISCUSIÓN | 31 |
| VI. CONCLUSIONES | 34 |
| VII. RECOMENDACIONES | 35 |
| REFERENCIAS..... | 36 |
| ANEXOS | 42 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 15 |
| Tabla 2: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 3 días | 18 |
| Tabla 3: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 7 días | 18 |
| Tabla 4: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 14 días | 19 |
| Tabla 5: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 28 días | 19 |
| Tabla 6: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 3 días | 20 |
| Tabla 7: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 7 días | 20 |
| Tabla 8: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 14 días | 21 |
| Tabla 9: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 28 días | 21 |
| Tabla 10: Variación de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual por días..... | 22 |
| Tabla 11: Variación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual por días..... | 23 |
| Tabla 12: Porcentaje de adición de fibras de penca de tuna que mejore las propiedades del mortero | 24 |
| Tabla 13: Prueba de normalidad de las propiedades del mortero..... | 24 |
| Tabla 14: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 3 días..... | 25 |
| Tabla 15: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 7 días..... | 26 |
| Tabla 16: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 14 días..... | 26 |
| Tabla 17: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 28 días..... | 26 |
| Tabla 18: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 3 días..... | 27 |
| Tabla 19: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 7 días..... | 27 |
| Tabla 20: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 14 días..... | 28 |
| Tabla 21: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 28 días..... | 28 |
| Tabla 22: Variación de la significancia sobre la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental por días..... | 29 |
| Tabla 23: Variación de la significancia sobre la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental por días..... | 29 |
| Tabla 24: Adición de fibras de penca en las propiedades del mortero | 30 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ideograma del diseño de investigación | 11 |
|--|----|

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo general determinar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna que mejore las propiedades del mortero, Huaraz – 2022; por lo que en cuanto a la metodología el tipo de investigación fue aplicada de diseño experimental, se tuvo como población 80 muestras donde se tuvo 20 ensayos de mortero convencional con adición de 0%, 1%, 2% y 3% respectivamente, cada adición fue evaluada en 4 periodos (3, 7, 14 y 28 días) contando con 5 muestras en cada periodo. Respecto a los resultados, se halló que el mejor porcentaje de adición de fibra de penca fue el 3%, arrojando una capacidad de absorción a los 3 días de 6,59737 y a los 28 días arrojando un valor de 6,78406, en cuanto a la resistencia a la compresión a los 3 días arrojó un valor de 84,854 y a los 28 días arrojó un valor 101,994. De esta manera que se concluye que, influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022, dado que en la capacidad de absorción y la resistencia de compresión se registró un p-valor $< 0,05$.

Palabras clave: adición de fibras, penca de tuna, propiedades del mortero.

Abstract

The general objective of this research was to determine the influence of the percentage addition of prickly pear fibers that improves the properties of the mortar, Huaraz - 2022; Therefore, in terms of the methodology, the type of research was applied to an experimental design, the population was 80 samples where 20 conventional mortar tests were taken with the addition of 0%, 1%, 2% and 3% respectively, each addition was evaluated in 4 periods (3, 7, 14 and 28 days) with 5 samples in each period. Regarding the results, it was found that the best percentage of penca fiber addition was 3%, yielding an absorption capacity at 3 days of 6.59737 and at 28 days yielding a value of 6.78406, in terms of the compressive strength at 3 days showed a value of 84.854 and at 28 days it showed a value of 101.994. In this way, it is concluded that the addition of prickly pear fibers significantly influences the properties of the mortar, Huaraz - 2022, since a p-value < 0.05 was recorded in the absorption capacity and the compressive strength.

Keywords: addition of fibers, prickly pear, properties of the mortar.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente es posible observar que la industria de la construcción ha adquirido un interés en buscar materiales o añadidos que optimicen los resultados en el proceso constructivo, a su vez esto se debe a que los profesionales del rubro consideran importante contar con soluciones novedosas que atiendan problemas específicos, reduzcan costos o minimicen el impacto ambiental negativo, pero por encima de todo es que pretenden incorporar productos que entreguen mejor soporte en su conjunto, sin dejar de lado los aspectos anteriores. Esta situación ha traído consigo un desarrollo tecnológico en los diversos materiales, como es el caso del concreto; sin embargo, es posible destacar que esto no sucede con el mortero ya que son menores los aportes que se han realizado hasta la fecha, lo cual puede deberse a la subestimación que se le da a este material, tanto en tema de calidad, como en su presencia en una gran cantidad de partidas. Ello pese a que como es sabido el mortero posee funciones de carácter básico y estructural, de aquí la necesidad de poseer mejores propiedades y saber tomar decisiones al respecto para llevar a cabo un correcto control de la obra que proporcione resultados esperados.

En cuanto al Perú, los materiales de construcción son provistos a precios muy elevados, ocasionando que la construcción de viviendas sean caras ; más aún para la mayor parte de la población puesto que tienen recursos económicos limitados, razón por la que el único modo de aminorar dichos costos es a través de la construcción empírica, que suele ser muy deficiente desde la etapa de diseño, por lo cual se señala que en el país la mayoría de construcciones presentan fisuras, siendo algo muy común y constante, lo que se ve influenciado a su vez por las condiciones ambientales y movimientos telúricos. Cabe señalar que, de acuerdo con INEI la mayoría de construcciones está conformada por estructuras de albañilería confinada, la cual está conformada mayormente por muros portantes que están sometidas a cargas axiales y cargas cortantes, pero tienen el problema de ser ejecutadas mayormente sin considerar que el país es altamente sísmico, pues se encuentra en la zona sísmica denominada "Cinturón Circumpacífico" que es la que mayor actividad sísmica tiene en el planeta.

Concerniente al caso local, la situación descrita es relevante también en la ciudad de Huaraz pues se encuentra del mismo modo en una zona de sismicidad alta (zona 3); asimismo, según el INEI el 31.1% de viviendas tienen muros exteriores contruidos a base de ladrillos o bloques de cemento, evidenciando la relevancia en el empleo de materiales los requeridos para estructuras de albañilería y la calidad que se exigen a éstas ante un eventual evento sísmico. Por otra parte, se sabe que las temperaturas son muy bajas debido a la altura con una media de 7.9°C, con fuertes precipitaciones (2066 mm). Dichos puntos son relevantes, pues en la evaluación de la calidad de las propiedades de los morteros por lo regular se toma en cuenta las propiedades tanto en estado plástico como estado endurecido, pero no solo depende de eso sino también del ambiente en el cual se elabora, la proporción y la calidad de las materias.

Frente a esta problemática se propuso la adición de fibras de penca de tuna con la intención de propiciar un cambio positivo sobre las propiedades del mortero, pues son muchos los sectores industriales que en la actualidad se benefician con la explotación de este producto natural, como es el caso de la agroindustria, el sector turismo, el sector textil, las industrias farmacéutica, cosmética y productora de aditivos naturales, además de otros como el sector de la construcción; siendo en este último caso, ideal por sus propiedades aglutinantes que ya han demostrado ser efectivas en la elaboración de adobes y pinturas, o anticorrosivos, como infiltradores de suelo, repelencia al agua, entre otros.

A partir de todo esto, se planteó la interrogante general: ¿De qué manera influye la adición porcentual de fibras de penca de tuna en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022?

La justificación se sustentó, en lo social la presente se debió a la problemática descrita pues se requirió conseguir mejores resultados sobre las propiedades del mortero, siendo que mediante la ayuda de las fibras de penca se alcanzó una mejor calidad, generando menores molestias por su poca duración la cual se ve directamente afectada por aspectos como el clima de la zona. En cuanto a la justificación económica, debido a que la vida útil de los morteros en las edificaciones no es la proyectada se genera mayores gastos pues se necesita enfocar recursos en la mitigación de su deterioro, por lo que este estudio proporciona una solución

de costo aceptable en cuanto a su preparación y un mayor tiempo de vida lo que ayudará en el ahorro de recursos a futuro. Por otro lado, se tiene justificación ambiental, dado que se empleó un producto natural que se halla en la zona y que debido a su característica de rápida producción no genera impacto al medio ambiente. Para finalizar se tiene justificación académica, ya que no se cuentan con suficientes estudios que aborden el tema tratado, por ende, con el propósito de entregar una investigación válida y veraz con una solución ingenieril alineada a los estándares recomendados se cumplirán con los criterios que demandan los procesos científicos, el reglamento que rige a la Universidad César Vallejo al igual que la Normativa Técnica Peruana.

De igual manera, el objetivo general que guio el estudio fue: Determinar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna que mejore las propiedades del mortero, Huaraz – 2022. Para llegar a este objetivo, se formularon como específicos: Comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. Comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. Analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. Analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Finalmente, se formuló la hipótesis general de investigación, H_i : Influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022. H_0 : No influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022. De igual forma, se tuvo como hipótesis específicas: H_{1i} : La influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H_{10} : La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H_{2i} : La influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre

el mortero patrón y el mortero experimental. H20: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. H3i: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H30: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H4i: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. H40: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

II. MARCO TEÓRICO

Como primer apartado de este capítulo se realizó la presentación de los antecedentes desarrollados dentro de la carrera profesional de ingeniería civil y que guardan similitudes en la línea de investigación y la temática, por lo cual guardan cierta relación con el tema de investigación:

En el contexto internacional, Amami y otros (2019) desarrollaron el estudio **“Morteros reforzados con fibra natural para inducir un comportamiento específico de amortización mecánica en ruptura como base de la arquitectura sísmica-resistente”**; con el objetivo principal de definir el proceso de fabricación y utilización de fibras naturales sobre el mortero con la finalidad de verificar la preservación de su comportamiento mecánico en cuanto a tenacidad, ductibilidad, resistencia y su amortización de flexión en posibles rupturas; sobre la metodología esta fue cuasi experimental de carácter longitudinal por lo que el tipo de investigación fue cuantitativa desarrollada a un nivel explicativo, la población estuvo conformada por 70 especímenes de mortero, las cuales fueron evaluadas mediante la técnica observación y el instrumento guía de observación. Se concluyó, en base a los experimentos y mediciones realizadas, la gran importancia de utilizar sistemas capaces de prolongar el tiempo de amortización de las grietas y fisuras de las estructuras arquitectónicas; el uso de fibras en la construcción sismorresistente es tanto más interesante cuanto que las fibras pueden tener una superficie más rugosa, una resistencia a la flexión más extendida y un tiempo de rotura más prolongado. La distribución aleatoria de fibras dentro del mortero particularmente facilitan la adopción generalizada del proceso.

A su vez Santillán (2020) desarrolló el estudio **“Utilización de fibras naturales para el desarrollo de morteros reforzados con fibras”**; con el objetivo principal de realizar una comparación entre la adición de fibras sintéticas y vegetales en la elaboración de los morteros. Sobre la metodología esta fue cuantitativa en su enfoque, nivel explicativo, experimental y longitudinal en su diseño; para el trabajo de campo se tuvieron como población y muestra a 6 probetas elaboradas con mezclas bajo 2 especímenes de aglomerantes, uno compuesto con cierto porcentaje de metacaolín y el otro con cemento portland tipo I, así mismo las dos fibras fueron aplicadas en porcentajes de 4%, 2% y 1% del volumen total del

mortero, siendo las fibras empleadas las de LINTER, en cuantos a la técnica y el instrumento, estos fueron la observación y su respectiva ficha. En las conclusiones se señala que en cuanto a la capacidad de absorción las probetas realizadas con el 1% de fibras naturales con cáñamo, kenaf, lino y nano fibras de celulosa a los 7 días estos obtuvieron un 4,8%, mientras que el patrón alcanzó un 4,4%; a los 14 días las probetas experimentales obtuvieron un 4,8%, mientras que el patrón alcanzó un 4,7%; y a los 28 días las probetas experimentales obtuvieron un 5,0%, mientras que el patrón alcanzó un 5,1%.

Además, Ordoñez y otros (2019) en la tesis **“Caracterización del Mortero Compuesto con Fibras de Cabuya Obtenidas en la Ciudad de Riobamba”**; cuyo objetivo principal fue desarrollar el análisis de como la adición de fibras de Cabuya influye en las propiedades mecánicas y térmicas de los morteros, para ello se aplicó una metodología con enfoque cuantitativo, un diseño cuasi experimental longitudinal de nivel exploratorio, en la investigación se emplearon 5 muestras en total, de los cuales se recogieron datos mediante la técnica observación y el instrumento ficha de laboratorio. Los autores concluyeron que la probeta experimental con 1% de cabuya es mejor respecto a la capacidad de absorción en comparación con las demás probetas experimentales (0,25%, 0,5%, y 0,75%) o patrón, lo que se debe a que los 7 días, la probeta experimental con 1% alcanzó un 8,38%, a los 14 días alcanzó un 8,66%; y a los 28 días alcanzó un 8,78%.

En el escenario nacional, Huerta (2020) desarrolló la investigación **“Uso de fibras del cactus y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto”**, con el objetivo principal de evaluar como la aplicación de fibras de cactus influye sobre las propiedades de resistencia a la compresión y consistencia del concreto. El diseño metodológico aplicado se basa en el enfoque cuantitativo dado que es de carácter experimental con un nivel correlacional, se empleó como muestra a 96 cilindros o probetas sobre los cuales se agregaron las fibras, a estos fueron empleados la técnica de observación y el instrumento guía de evidencias. Se concluyó que, a los 7 días, los morteros experimentales con 0,25% fueron mejores debido a que arrojaron una media de 173,43 kg/cm²; a los 14 días, los morteros experimentales con 0,25% fueron mejores debido a que arrojaron una media de 176,87 kg/cm²; a los 28 días, los morteros experimentales con 0,25%

fueron mejores debido a que arrojaron una media de 239,63 kg/cm²; de este modo se indica que el mortero con 0,25% logra los mejores resultados a diferencia de los demás (0%, 0,5%, 0,75% y 1%).

Además, Ramos (2017) desarrolló la investigación **“Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Fibras de Penca de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”**, cuyo objetivo principal fue evaluar como la adición de fibras de penca de tuna influye en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$. El aspecto metodológico corresponde al cuantitativo aplicándose un diseño experimental y correlación de acuerdo a su nivel, la población y muestra estuvieron conformadas por 72 probetas y 36 muestras de concreto, en cuanto a la técnica e instrumento, estos fueron el análisis documental y protocolos de la NT-MTC, respectivamente. Se concluye que la aplicación de fibras de penca de tuna repercute positivamente sobre las propiedades mecánicas del concreto; así mismo se denota un incremento en la resistencia a la compresión, en la adición del 2% de fibras se halló un incremento de resistencias en +4% en la flexión, +8,68% en la tracción y +25,46% a la compresión, en el caso de la aplicación del 1,5% del aditivo se halló un incremento del +3,29%, +8,40% y un 18,05% en las mismas propiedades y finalmente en la aplicación de fibras en un 1% se obtuvo un +2,51%, +8,27% y un +4,31% correspondientemente.

Herrera y Rodríguez (2020) desarrolló la investigación **“Mortero ecológico 8 % de cemento por cenizas de tallo de maíz añadiendo 3 % de fibras de penca de tuna- Bambamarca –Cajamarca - 2020”**; en la cual se tuvo como objetivo principal desarrollar un análisis de como la resistencia del mortero se ve influenciada por la adición de un 3% de fibras de penca de tuna conjuntamente con un 8% de cenizas de tallo de maíz; en la metodología la investigación empleó el enfoque cuantitativo siendo descriptiva en relación a su nivel y con diseño cuasi experimental se contó con un análisis muestral de 18 probetas a las que se aplicaron la técnica y el instrumento observación y su respectiva guía. Se concluyó que a los 7 días el mortero experimental tuvo peor resultado que el patrón, pues el patrón arrojó un 140,92 kg/cm² mientras que el experimental tuvo un 139,94 kg/cm²; a los 14 días el mortero experimental tuvo peor resultado que el patrón, pues el patrón arrojó un 193,50 kg/cm² mientras que el experimental tuvo un 194,35 kg/cm²; y a los 28 días

el mortero experimental tuvo peor resultado que el patrón, pues el patrón arrojó un 217,07 kg/cm² mientras que el experimental tuvo un 215,33 kg/cm².

En lo concerniente al nivel regional se halló la investigación de Risco (2017), **“Comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto adicionado con fibras de sábila, ciudad de Barranca - 2016”**; que tuvo como objetivo principal evaluar el cambio en las propiedades de resistencia a la compresión y trabajabilidad del concreto tras la adición de fibras de sábila en la mezcla; en la metodología se describe que es una investigación cuantitativa con un diseño cuasi experimental y nivel correlacional, el objeto de estudio y las muestras fueron conformadas por 48 especímenes de concretos elaborados, a los que se aplicaron la técnica de la observación con el instrumentos fichas de evidencias. En cuanto a las conclusiones, las muestras de concretos sobre las cuales se adicionaron fibras de sábila deshidratadas tuvieron cambios positivos en la consistencia plástica logrando un incremento poco mayor a 4,60” por lo cual se adquirió una propiedad de consistencia super fluida; de manera análoga la aplicación de fibras de sábila permitió un incremento en la resistencia a la compresión de un 44,4% a tres días de realizada la muestra, lo cual alcanzados los 28 días incrementó en un 82,93% obteniéndose una resistencia de 237,07 kg/cm²; finalmente se afirma que la aplicación de fibras produce mejoras en el asentamiento en un promedio de 150% por lo cual se tiene una mejora de la trabajabilidad.

Seguidamente, Deltán (2019) desarrolló la investigación **“Influencia de la fibra del bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión y flexión del concreto F’c: 175 Kg/Cm² en Chimbote – 2016”**; con el objetivo principal de analizar el efecto que tiene la adición de fibra de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades mecánicas del concreto, específicamente su resistencia a la compresión y flexión; su metodología indica se aplicó el diseño no experimental – correlacional, la cual se basó en la técnica de la observación directa y su instrumento la guía con el fin de recolectar datos de la población y la muestra conformadas por 16 prismas rectangulares y 48 probetas cilíndricas. Se concluye que la adición de fibras de bagazo de caña de azúcar no mejoran las propiedades del concreto, ello debido que pasados 3 días de elaborada la muestra no se ha logrado alcanzar los valores establecidos en el NTP en cuanto a la resistencia a la

compresión y flexión; específicamente la adición en 2%, 4% y 6% no han logrado alcanzar resultados favorables, dado que el 6% el refuerzo es desfavorable para el concreto en un 76,53% mientras que en el caso del 2% se indica que es desfavorable en un 41,23%, ambas en comparación a la muestra control elaborada sin la adición del bagazo de caña de azúcar.

Finalmente, Lockuan y La Peña (2020) desarrollaron la investigación **“Influencia de la fibra de caña de azúcar al 1%, 2% y 3% en las resistencias a la compresión y flexión del concreto $F'C=210\text{kg/cm}^2$ con respecto al agregado fino – Chimbote – 2020”**; con el objetivo general de evaluar como la adición de fibras de caña de azúcar en diferentes porcentajes influyen sobre las propiedades del concreto, específicamente en la resistencia a la compresión y flexión; en la metodología su investigación tiene un nivel explicativo de diseño no experimental cuya población y muestra fue conformada por 72 vigas y probetas, trabajando con la técnica observación directa y el instrumento fichas técnicas. Se concluye que estadísticamente no hay variación significativa en las resistencias a la flexión a los 28 días de curado, ello debido a que tras 28 días de curado las pruebas de resistencia a la flexión aplicadas en las muestras demuestran que se tiene 2,83 Mpa en la muestra de 3% de fibras, mientras que en la que tiene 2% se obtuvo 3,81 Mpa, 3,68 Mpa en la muestra con 1% de adición y 3,55 Mpa en la viga patrón, siendo que aquella con 2% con una resistencia de 274,9 Kg/cm² la que obtuvo una mayor resistencia, por otro lado es pertinente resaltar que la muestra con un 3% de adición de fibras denota un deterioro en el incremento de la resistencia a la flexión (215.37 kg/cm²) por lo cual no es favorable realizar muestras con porcentajes mayores de adición.

En cuanto a las bases teóricas que sustentaron esta investigación es necesario comenzar por definir que el mortero es la mezcla de carácter homogéneo del cemento, áridos finos, agua y que de acuerdo con los requisitos se añade un aditivo. Para mejorar el desempeño de los morteros, las labores de manejo, aplicación y curado tienen que hacerse con sumo cuidado, pues puede comprometer el desempeño además de la proporción de sus elementos (Nayana y Rakesh, 2018).

Según la normativa del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el mortero se compone por la mezcla de agregado fino y un conjunto de aglomerantes

a los cuales se les vierte agua en cantidades abundantes de manera que se adquieran las propiedades de trabajabilidad y adhesión evitando la segregación de agregado alguno (Vargas et al., 2020).

De acuerdo con lo anterior, el mortero generalmente se emplea en los casos que se requiera de una elevada resistencia. La proporción del cemento: agregados finos cambian la trabajabilidad del producto, en comparación con el mortero en base a cal, pues en ella tanto la plasticidad como la trabajabilidad se caracterizan por ser reducidas. El mortero de cemento Portland fragua velozmente, por lo que se tiene que fabricar de modo continuo con la obra, optimizando los tiempos entre mezclado y colocación. Cabe señalar que no es recomendable usar morteros con elevados contenidos de cemento en estructuras de mampostería ya que son sumamente resistentes con una baja retención de agua, pues pueden ser propensos a rajarse (Mendoza, Sierra y Tobón, 2016).

Específicamente sobre los materiales constituyentes del mortero, es posible mencionar en primer lugar a los conglomerantes que refieren a un componente que pueden combinar cantidades pequeñas o gránulos de sustancias y agregar la propiedad de cohesión debido a la transformación química en la composición, y así produce un nuevo compuesto. El conglomerante empleado para la elaboración de morteros, es un compuesto artificial de carácter mineral e inorgánico, el cual es producto de la mezcla de materiales industriales o materias primas disponibles en el ambiente natural. Respecto a sus variantes, se tienen dos, por un lado, los cales $[Ca(OH)_2]$ que puede ser hidráulica o aérea. En general, es empleado con el fin de aclarar el color y mejorar la plasticidad del mortero. Asimismo, como otro conglomerante se tiene al Cemento (ASTM C150), que son los más empleados en la construcción porque están conformados básicamente a partir de una mezcla de recursos disponibles en el entorno como la arcilla, el yeso y la piedra caliza. En comparación con otros componentes, su precio es relativamente menor y su rendimiento es mejor para las construcciones que se deben cumplir (Tiecher, Langoski y Hasparyk, 2021).

Como segundo material, se puede señalar al agua, ya que tiene como principal función la de hidratar los principios activos del cemento y mejorar en la mezcla fresca la trabajabilidad. En cuanto a los cálculos, en promedio la cantidad de agua

necesaria para hidratar al C2S y C3S es de un 21% y 24% del peso del silicato a elaborarse. Así mismo, desde una perspectiva internacional, se puede valorar que el agua necesaria para lograr hidratar adecuadamente al cemento equivale al 23% del peso de su contenido de anhidro. No obstante, para obtener una trabajabilidad admisible, siempre se emplea una gran cantidad de este recurso. En cuanto a su calidad, es posible utilizar una variedad de tipos que cumplan con las especificaciones mínimas descritas en el Código de Hormigón Estructural EHE-08, el cual señala en su artículo 27 que debe evitarse en el agua generalmente debe de evitarse el añadir compuestos dañinos o puedan alterar el rendimiento del hormigón al acero en caso de corrosión. Para el hormigón blanco, se debe tener cuidado para evitar que posibles impurezas en el agua decoloren el producto (Tiecher, Langoski y Hasparyk, 2021).

Otro material para la conformación del mortero son los áridos, este añadido se puede establecer como un componente granuloso inerte cuyo tamaño se encuentra entre 0 y 40mm y cuenta con propiedades inorgánicas, hecho que ayuda a mejorar la estabilidad volumétrica, la resistencia y la economía del mortero y el hormigón. Así mismo puede emplearse materiales artificiales, reciclados, granulados o triturados, materiales iguales o en mayor grado, que entreguen una elevada resistencia y durabilidad requerida para el mortero. Debe escogerse basado en sus propiedades de durabilidad, absorción del agua, forma, resistencia, tamaños de grano, etc. Los áridos son importantes debido a que son económicos y tienen un rol importante para determinar las características del mortero, ello a pesar de no darse su intervención durante el fraguado ni el endurecimiento del mortero. En una aproximación se estima la conformación de los áridos dentro del hormigón abarca un 80% de su volumen siendo el restante compuesto por pasta de cemento, ocupando aquellos espacios restantes, formando una capa envolvente de partículas. Aunque es un material bastante económico, su empleo no sirve únicamente para minimizar los costos, dado que también sirve para tener un impacto positivo en el hormigón dado que mejora la resistencia mecánica, fluencia, retracción, desgaste y la durabilidad. En el agregado su porosidad y absorbencia son características que afectan significativamente la durabilidad y su adherencia hacia la pasta de cemento, siendo que este último es dependiente de del estado superficial y de la forma del árido, requiriendo una mínima rugosidad y una buena

limpieza de su superficie. En cuanto al tamaño de partícula de arena necesario para el mortero, es de emplearse el método de ensayo de cemento descrito en la norma europea UNE-EN 196-1. El agregado de mortero y hormigón blanco también debe ser blanco, generalmente de mármol triturado o piedra caliza caolinita. Es necesario mencionar que el árido fino o arena es definido por el artículo 28 de la EHE-08 como la parte del árido filtrado a través del tamiz N° 4 serie ASTM. Cabe indicar que la importancia de las propiedades de los agregados. La superficie de la arena rodada es propicia para la trabajabilidad en el hormigón, en cambio, las arenas machadas poseen características propicias para aumentar significativamente la fricción interna de la mezcla, por lo que requiere una mayor cantidad aditivos superplastificantes y/o agua para lograr obtener propiedades y valores similares a los obtenidos por el uso de arenas rodadas del río (Tiecher, Langoski y Hasparyk, 2021).

Finalmente, se tiene a los aditivos como último material del mortero, según las normas EHE-08 y la UNE EN 934-2 son los productos añadidos en un porcentaje menor al 5% del total sobre el amasado del hormigón, los cuales sirven para modificar positivamente las propiedades de este producto durante su composición y fraguado, motivo por el cual deben de dosificarse de acuerdo a su contribución en el cambio de propiedades. Actualmente los aditivos se encuentran sujetos a las normativas ASTM C494/C494M-11 en el que se halla la clasificación sobre estos (Tiecher, Langoski y Hasparyk, 2021).

Entre sus tipos se encuentran, el Tipo A Reductores de agua (Plastificante) los cuales tienen como objetivo reducir la necesidad de agua requerida en la obtención de una trabajabilidad adecuada sin producir segregación. Por su parte los de tipo B son empleados en el fraguado como retardantes en el cemento para alargar su tiempo tanto en los morteros, en la pasta o en el hormigón. Contrariamente se tiene a los aditivos de tipo C cuyo objetivo es el de acelerar el proceso de fraguado en los productos del concreto sin afectar a sus propiedades (Alvaréz, Ríos y Castellanos, 2021). Los aditivos de tipo D son los plastificantes retardantes que permiten reducir el volumen de agua requerido para alcanzar una determinada consistencia y alargar el tiempo del fraguado; los de tipo E son los plastificantes acelerantes que similar a los del tipo D disminuyen la necesidad de agua pero que aceleran el proceso de fraguado por lo que se logra tener una resistencia fija en un periodo de tiempo mejor

(Bustos et al., 2018). Los aditivos de tipo F son los superplastificantes que permiten minimizar las cantidades de agua requerida en la mezcla en 12% logrando alcanzar una consistencia adecuada, los aditivos de tipo G conocidos como superplastificantes retardantes permiten minimizar la cantidad de agua requerida en un 12% pero que permiten incrementar el tiempo del fraguado sin afectar la consistencia de la mezcla. El Tipo S-Aditivos con atributos exclusivos refiere a los aditivos de tipo químico que están siendo constantemente desarrollados y optimizados para dar respuesta a las necesidades específicas de cada edificación. Existen otros aditivos tales como antiespumantes, generadores de expansión, de espuma, de gas, inclusores de aire, desaireadores, aceleradores de endurecimiento, repulsores de agua, aditivos de bombeo, entre otros más (Visairo, Torres y Alvarado, 2019).

En cuanto a la mampostería los morteros, de acuerdo a la normativa ASTM C 270, son clasificados de acuerdo a sus proporciones o propiedades. Todos los estándares deben estar formulados por una única categoría de manera exclusiva. Las especificaciones en sus propiedades mecánicas, físicas y químicas (contenido de aire, retención del agua y resistencia a la compresión) son significativas en cuanto al diseño según en la experimentación de laboratorio, pero se evita su aplicación en el mortero mezclado en la obra. Es de asumirse que la proporción determinada en laboratorio es la misma a utilizarse durante la mezcla en la obra, esperándose que el producto tenga un rendimiento esperado (Mercante et al., 2018).

En cuanto a su resistencia a la compresión a 28 días, es posible detallar: Al Mortero Tipo "M" el cual tiene como característica un alto valor de durabilidad y resistencia frente a muestras de otros tipos. Se sugiere en el uso de mampostería con el fin de mejorar la compresión frente a las condiciones climáticas y propias de la zona como las heladas, los movimientos sísmicos, los fuertes vientos y el incremento de carga en la parte lateral. Su utilización generalmente se da en las mezclas a emplearse en muros de contención, cimentaciones, pozos, aceras y otros que se encuentran constantemente en contacto del suelo. En el caso del Mortero tipo "S" tiene la mayor adherencia que es posible alcanzar por lo cual este tipo de mezcla debe de ser empleada como agente adherente como revestimientos de

pared, techos, baldosas, y otros componentes que requieran de adhesión en su estructura (Anjeneya, Hongjian y Sze, 2021).

Para las divisiones, paredes internas y los enchapes de mamposterías es más pertinente la utilización del mortero de tipo “N” dado que posee mejores características de trabajabilidad, resistencia y costos. De acuerdo a estudios en laboratorio los morteros de tipo “N” pueden alcanzar una resistencia a la compresión en promedio a 125 kg/cm² (Muñoz, Torres y Guzmán, 2019). Finalmente se tienen a los morteros de tipo “O” los cuales se caracterizan por poseer una alta concentración de cal por lo cual logran tener una resistencia inferior, debido a ello este es empleado en divisiones, revestimientos o paredes que no poseen carga ni se encuentran frente a bajas temperaturas, el mortero de tipo “O” es empleado principalmente en las viviendas de dos pisos o menos dado que los maestros de obra optan por minimizar los costos de construcción y obtener una mayor trabajabilidad durante la construcción de una casa (Azevedo et al., 2020).

Es importante mencionar también que de acuerdo al uso que tenga el mortero puede ser clasificado de la siguiente manera: Morteros de recubrimiento, los cuales son empleados para recubrir la estructura y dotar de mayor estética a la construcción, este tipo de mortero permite la aplicación de pintura por lo cual tiene mayores valores de plasticidad sin embargo su resistencia es mínima al ser únicamente de recubrimiento. Por su parte el mortero de relleno es el tipo de mortero empleado para rellenar los espacios para el desarrollo de la mampostería por lo cual presenta un buen nivel de resistencia y plasticidad; finalmente el mortero de pega es el que tiene varias cualidades especiales, ya que este es aplicado para diversos objetivos y es sometido a situaciones donde se requiere de una mayor resistencia a la compresión y tensión (Baloevic et al. 2018).

Referente a las propiedades del mortero, se tiene que este cuenta con las siguientes: Primera, resistencia a la compresión, esta propiedad hace referencia a la cantidad máxima de esfuerzo que es capaz de soportar el mortero al aplicarse un material de aplastamiento, de acuerdo a ello su valor se determina mediante la adición usada y la relación A/C, en especial se considera el módulo de finura el cual indica cuan granulada se encuentra la arena, esta propiedad es de importancia debido a que permite garantizar que el mortero no sufra fácilmente de grietas y

fisuras. Las pruebas realizadas en los morteros para determinar la resistencia a la compresión son desarrolladas acorde a la TP 334.051, en el que se han establecido los procedimientos de ejecución del ensayo, esta se indica que las muestras deben de ser 50mm cúbicos, contándose con tres muestras de cada una de las mezclas del mortero para determinar en los diferentes periodos los cambios en las propiedades del mortero (Nayana y Rakesh, 2018).

Como segunda propiedad se tiene a la absorción, la cual hace referencia a la dilatación que tiene el mortero como consecuencia de la intromisión de agua dentro de la estructura especialmente bajo condiciones de humedad o en determinadas condiciones climatológicas. Según la norma para medir la absorción es necesaria la aplicación del ASTM C642 que es el correspondiente a la densidad, absorción y vacíos de concreto, para ello los morteros deberán de ser pesados tanto cuando están húmedos y secos, lo cual permitirá determinar la variación y calcular el porcentaje promedio de absorción (Nayana y Rakesh, 2018).

Tercera, la capilaridad, esta hace referencia a la disposición que tiene un capilar para que un líquido pueda atravesarla es decir el resultado de la fuerza en el contacto líquido sólido. Según el ASTM C1585 para la realización del ensayo de capilaridad es necesario determinar la tasa de absorción de agua por hormigón, procedimiento en el que se introducen los morteros dentro de un contenedor de agua a una profundidad de 1cm para luego realizar una medición de cuánto asciende el capilar, así mismo se realiza una comparación entre el peso de la muestra con agua absorbida con la muestra seca para hallar el índice medio (Muciño et al., 2020).

Llegado a este punto, es necesario abordar la bibliografía del material que será adicionado al mortero en la presente investigación, siendo para dicho caso las fibras de penca de tuna, por lo que es conveniente expresar que en Latinoamérica se conoce a las cactáceas pertenecientes al género opuntia como "Tuna" o "Tunas". Este género se distribuye en diferentes regiones que componen la cordillera americana encontrándose principalmente en espacios geográficos que poseen un clima desértico como lo es américa del sur, En el territorio peruano este género se encuentra presente en la zona sierra y es empleada por la población para actividades agrícolas y pastorales (Blancas et al. 2018).

Sobre las características morfológicas de la tuna, se sabe que esta forma una especie de ramas de nombre cladodios pero que son conocidas popularmente como pencas cuya longitud oscila entre los 0,3m a 0,6 metros y cuyo ancho se encuentra entre 0,2m a 0,4m con un grosor de entre 20mm y 30mm. Las ramas mayores se conforman por pencas cuya coloración es un verde opacado con presencia de pequeñas y abundantes espinitas cuyo color es amarillo (Erazo et al. 2021). En cuanto al proceso biológico esta planta realiza la fotosíntesis, así mismo se encuentra recubierta de una cutícula formada por lípidos la cual varía un poco ante las estomas presentes y que se cierran en presencia de los rayos del sol. Gracias a sus cutículas la penca puede vivir con un mínimo de agua evitando su deshidratación, en condiciones normales el agua compone hasta un 95% del peso total de la planta; esta planta es reconocida principalmente por la presencia de espinas en los tallos y pencas, finalmente bajo condiciones de humedad es posible que las pencas desarrollen raíces superficiales en los laterales (Díaz et al., 2019).

Sobre la composición química de la paleta de tuna, se tiene que, de un mes a un año de edad del cladodio, la humedad porcentual varia de 92,57 a 94,33; la proteína (x, 6.25) porcentual de 0,94 a 0,48; la grasa porcentual de 0,17 a 0,11; la fibra porcentual de 0,30 a 1,06; las cenizas porcentuales de 0,08 a 1,6; los carbohidratos porcentuales de 5,96 a 2,43; la vitamina C (mg/100g) de 37,27 a 23,11; el calcio porcentual de 0,042 a 0,339; el sodio porcentual de 0,0018 a 0,0183, el potasio porcentual de 0,00098 a 0,143; y el hierro porcentual de 0,0792 a 0,322 (Torres y González, 2021).

La tuna tiene una gran cantidad de propiedades y beneficios, siendo que sirve como una fuente de energía para la producción de enzimas, biomasa y gas metano; algunas industrias utilizan a la tuna como un aditivo debido a sus propiedades aditivas (Aquilina, Borg y Buhagiar, 2018). Profundizando en sus usos y aplicaciones, algunos investigadores indican que la tuna tiene múltiples aplicaciones en el campo industrial y constructivo por lo cual es posible utilizar la pulpa, la cáscara, el mucílago y sus demás componentes para elaborar colorantes, pectinas y aceites de consumo humano (García et al., 2018). En el campo medicinal la tuna es empleada como regulador ante el estreñimiento, inflamaciones y contracciones dada sus propiedades analgésicas, tonificantes, afrodisiacas, laxantes, entre otras;

investigaciones médicas (Vílchez, Inocente y Flores, 2020). Otras investigaciones actuales indican que es posible el emplear polvo de nopal para fines constructivos debido a que permite incrementar en el concreto la característica de dureza, dado que los resultados hallados indican que tras adicionar en 1,2 kg de material seco 5g de mucílago de nopal se ha logrado alcanzar un incremento en la dureza del 56% en comparación a la mezcla normal (Torres, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

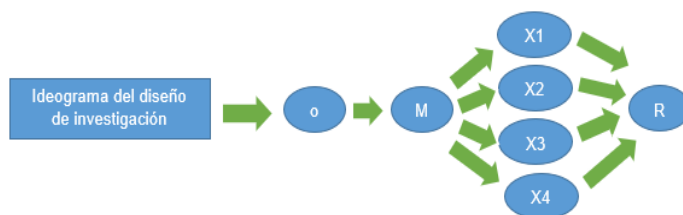
Tipo de investigación

Se desarrolló una investigación aplicada en cuanto a su tipo, siendo que se hizo uso de los conocimientos, experiencias, técnicas e instrumentos propios de la ingeniería civil y que fueron impartidos en la formación académica, la aplicación de estos elementos permitió desarrollar un estudio sobre influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en las propiedades del mortero bajo un rigor científico. El estudio de tipo aplicada se ampara en el conocimiento generado por la investigación básica, esta se sustenta en teoría comprobada para así poder brindar soluciones a problemas específicos (Snyder, 2019).

Diseño de investigación

La investigación se desarrolló bajo el diseño experimental, siendo específicamente experimentalmente puro debido a que sigue una serie de pasos pues se adicionó porcentualmente fibras de penca de tuna para conseguir mejores resultados en las propiedades del mortero. Las investigaciones de carácter experimental se basan en la manipulación controlada y deliberada de las características estudiadas del objeto de estudio con la finalidad de medir y determinar los cambios producidos por la experimentación de manera que se puedan determinar las causales por las que sucede un evento o situación en particular (Hernández y Mendoza, 2019).

Figura 1: Ideograma del diseño de investigación



O = Observación

M = Muestra

X1, X2, X3, X4 = Adición porcentual de fibra de penca de tuna en 0%, 1%, 2% y 3%.

R = Resultados de la evaluación.

- **Observación:** Se visualizará como es que posterior a la adición en diferentes porcentajes de fibras de penca de tuna se influyó sobre las propiedades de absorción y resistencia del mortero, con el fin de obtener datos para procesarlos y generar los resultados de la investigación.
- **Muestra:** Se realizaron 20 ensayos de mortero por cada adición de fibras de penca de tuna, para posteriormente realizar la ruptura en grupos de 5 de acuerdo a los 3, 7, 14 y 28 días.
- **Resultados de la evaluación:** Se encontraron resultados de la influencia en las propiedades del mortero, específicamente en la absorción y la resistencia bajo la adición porcentual de 0%, 1%, 2% y 3% de fibras de penca de tuna, además de que se determinó el que entrega resultados significativos.

3.2. Variables y operacionalización

- **Variable Independiente:** vi1. Adición porcentual de fibras de penca de Tuna
- **Variable Dependiente:** vd2. Propiedades del mortero

Definición conceptual: Es el abordaje de la esencia de una variable mediante términos diferentes y especializados que se hallan generalmente en diccionarios o libros (Hernández y Mendoza, 2019).

Definición operacional: Refiere a una noción que contempla una serie de procedimientos con respecto a las acciones que un investigador debe efectuar para obtener nociones específicas que permitan comprender la existencia de una variable en mayor o menor medida dentro de cualquier contexto (Hernández y Mendoza, 2019).

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|--|---|------------------------|----------------------|--------------------|
| Adición porcentual de fibras de penca de Tuna | Agregado controlado que se efectúa con fibras de penca de tuna (Torres y González, 2021). | Se estableció adicionar en porcentajes de 0%, 1%, 2% y 3% fibras de penca, cada porcentaje o tratamiento contará con 20 repeticiones, teniendo así en total de 80 especímenes de los que se recopilarán datos mediante la técnica observación y el instrumento ficha de registro de observación (Torres y González, 2021). | Fibra de penca de Tuna | Alto | 1,5cm-2cm |
| | | | | Largo | 1,5cm-2cm |
| | | | | Ancho | 0,2cm-0,8cm |
| Propiedades del mortero | Consiste en las características que debe cumplir el mortero en cuanto a la absorción y resistencia conforme a la normativa estandarizada sobre estos aspectos (Nayana y Rakesh, 2018). | Las propiedades del mortero serán evaluadas en 80 especímenes (20 especímenes de 0%, 20 especímenes de 1%, 20 especímenes de 2% y 20 especímenes de 3%) en las cuales se evaluarán las propiedades (física y mecánica) de cada espécimen, siendo esto recogido mediante la técnica análisis documental y el instrumento ficha de análisis documental (Nayana y Rakesh, 2018). | Mortero | Propiedades física | Intervalo |
| | | | | Propiedades mecánica | Intervalo |

3.3. Población muestra y muestreo

Población

Se empleó una población de 80 ensayos de mortero convencional donde 20 contaron con la adición de 0% de fibras de penca de tuna (mortero patrón), así mismo, 20 ensayos contemplaron la adición de 1% de fibras de penca, así también 20 ensayos contaron con la adición de 2% de fibras de penca, finalmente, 20 ensayos contemplaron la adición de 3% de fibras de penca, los ensayos fueron evaluados en 4 periodos (3, 7, 14 y 28 días), los ensayos se llevaron a cabo en moldes de madera de optima resistencia a la deformación-tornillo o similar, las cuales tuvieron las dimensiones de 5x5x5 cm, ajustable en esquinas. En este sentido, la población es un conjuntos de cosas, material, personas u otros que tienen características o atributos en común (Osuagwu, 2020). Este autor también menciona que los criterios de inclusión y exclusión no se contemplan en las investigaciones experimentalmente puras.

Muestra

La muestra fue censal es decir la población se tomó como muestra, quedando así con 80 ensayos de mortero convencional con adición de 0%, 1%, 2% y 3% de fibras de penca de tuna, se emplearon 20 repeticiones para cada porcentaje o tratamiento, de los cuales se rompieron en grupos de 5 de acuerdo a los pedidos de evaluación (3, 7, 14 y 28 días). Como se indica el empleo de la muestra en las investigaciones tiene como fin el generalizar las características mediante el estudio de grupos sobre los cuales se puede tener un mejor manejo (Jelicic, Kovacevic y Runjic, 2020).

Muestreo

La muestra se seleccionó bajo un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que los 80 ensayos propuestos fueron definidos de acuerdo a la accesibilidad del investigador. Esto se debe a que esta técnica consistente en la selección de los elementos muestrales debido a su accesibilidad para el investigador, en otras palabras, las unidades muestrales se escogen porque se encuentran más accesibles al investigador y no por un orden aleatorio propio del muestreo estadístico (Rodas y Santillán, 2019).

Unidad de análisis

Fue cada espécimen (ensayo) que cumplió con los criterios de inclusión y exclusión antes mencionados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según las técnicas de recolección de datos que dan pase a los instrumentos con el propósito de obtener información relevante del problema en estudio (Jackson, 2019), se determinaron los siguientes:

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

| Técnica | Instrumento |
|-----------------------|--------------------------------|
| Observación | Ficha de registro |
| Análisis documentario | Ficha de análisis documentario |

Fuente: Elaboración propia.

Técnicas:

Observación: Permitió visualizar y registrar detalladamente las adiciones porcentuales de fibra de penca de tuna tanto en el mortero patrón como en los morteros experimentales.

Este se define como la actividad de visualizar detenidamente una situación que se desea estudiar con el propósito de acopiar información para efectuar su procesamiento (Hurtado, 2020).

Análisis documentario: Consistió en un trabajo intelectual mediante el cual se extrajeron los datos más relevantes para la investigación a partir de los resultados obtenidos en laboratorio.

Se define como una técnica que permite el reconocimiento, la recolección y la evaluación de documentos para abstraer información del tema abordado (García y Sánchez, 2020).

Instrumentos:

Ficha registro de observación: Fue el instrumento que permitió recoger datos de modo sistemático sobre las adiciones porcentuales de fibra de penca de tuna tanto en el mortero patrón como en los morteros experimentales.

Este es el medio material destinado a ayudar al investigador en la labor de acumular de los aspectos de mayor interés sobre la variable investigada (Gómez, 2021).

Ficha de análisis documentario: Fue el instrumento en el que se recogieron los datos sobre el reporte de laboratorio de los morteros en cada periodo de evaluación, los cuales fueron los más relevantes para responder los objetivos de la investigación.

El instrumento consiste en la herramienta a través de la cual se coleccionan ordenadamente los hallazgos encontrados durante el análisis de documentos (Díaz, 2018).

Validez:

Los instrumentos se validaron en laboratorio bajo la perspectiva de un ingeniero especialista con experiencia en el tema por lo que se dice que estos son válidos para recoger datos de los ensayos. Se determina que la validez de un instrumento debe realizarse mediante el juicio de expertos (Díaz, 2018).

Confiabilidad:

Se efectuó la evaluación estadística de los ensayos por medio del coeficiente R de confiabilidad. Se define la confiabilidad de un instrumento como un atributo que asegura que se tengan los mismos resultados cada vez se use (Díaz, 2018).

3.5. Procedimientos

Para la presente, en primer lugar, se elaboraron los morteros experimentales con la adición en diferentes valores porcentuales de fibra de penca de tuna. Paralelamente, se elaboraron los morteros patrones que no contuvieron la adición del producto mencionado, sirviendo como el estándar de control. Luego de esto, se llevaron ambos tipos de morteros a laboratorio para efectuar las pruebas respectivas que permitieron determinar resultados en cuanto a las propiedades que deben cumplir, estos según las bases científicas abordadas por la ASTM C642 sobre la absorción y la TP 334.051 sobre la resistencia a la compresión. Posterior al trabajo de laboratorio los resultados en bruto obtenidos fueron llenados y procesados mediante la herramienta estadística SPSS y Microsoft Excel, se sintetizó la información relevante que se alineó a responder

las hipótesis planteadas para ser presentada como resultados íntegros y concisos los cuales finalmente fueron interpretados y analizados para generar las conclusiones.

3.6. Método de análisis de datos

En este proceso se emplearon las bases científicas contempladas por la ASTM C642 sobre absorción y la TP 334.051 sobre resistencia a la compresión, además de las técnicas de la estadística básica, descriptiva e inferencial, las cuales involucraron el empleo de cuadros de frecuencia, gráficos y coeficientes estadísticos de manera que puedan ser más entendibles los resultados, así mismo los coeficientes estadísticos permitieron dar una validez estadística a los resultados alcanzados, es necesario resaltar que para el desarrollo de la parte estadística de la investigación se hizo uso de la Hoja de Cálculo Excel y el software estadístico SPSS en su versión 25.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio guardó cumplimiento con los aspectos éticos que tiene una investigación, los principios éticos que se tuvieron en cuenta se mencionan a continuación (Evangelinou, 2017):

Beneficencia: La investigación tuvo como finalidad ser provechosa para la comunidad científica y para la sociedad.

No maleficencia: La investigación fue con la finalidad de aportar una solución que permita atender la problemática antes descrita, por lo que se indica que en ningún momento se buscó perjudicar la situación señalada.

Justicia: En todo el estudio se respetaron las normativas técnicas y las ideas de los diferentes autores, razón por la cual cada teoría o definición se mostrarán debidamente referenciadas.

Autonomía: El desarrollo del estudio siguió un método científico, respetando los pasos o etapas que debe tener un tema de estudio, garantizando así objetividad.

IV. RESULTADOS

De acuerdo al objetivo específico 1: Comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 2: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 3 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 6,16023 | 5 | 0,057471 |
| 1% | 6,18171 | 5 | 0,056899 |
| 2% | 6,27802 | 5 | 0,039036 |
| 3% | 6,59737 | 5 | 0,156915 |
| Total | 6,16023 | 20 | 0,197693 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior respecto a la capacidad de absorción, luego de los 3 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 6,59 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 6,27, con una adición del 1% arrojó un valor de 6,18, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 6,16.

Tabla 3: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 7 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 6,14249 | 5 | 0,040406 |
| 1% | 6,20831 | 5 | 0,019389 |
| 2% | 6,23384 | 5 | 0,066255 |
| 3% | 6,80160 | 5 | 0,112482 |
| Total | 6,34656 | 20 | 0,278986 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior respecto a la capacidad de absorción, luego de los 7 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 6,80 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 6,23, con una adición del 1% arrojó

un valor de 6,21, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 6,14.

Tabla 4: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 14 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 6,17843 | 5 | 0,048128 |
| 1% | 6,20854 | 5 | 0,073759 |
| 2% | 6,24251 | 5 | 0,051537 |
| 3% | 6,81066 | 5 | 0,076691 |
| Total | 6,36003 | 20 | 0,274264 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior respecto a la capacidad de absorción, luego de los 14 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 6,81 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 6,24, con una adición del 1% arrojó un valor de 6,21, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 6,18.

Tabla 5: Comparación la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 28 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 6,17443 | 5 | 0,120039 |
| 1% | 6,24211 | 5 | 0,082420 |
| 2% | 6,35730 | 5 | 0,207221 |
| 3% | 6,78406 | 5 | 0,106045 |
| Total | 6,38948 | 20 | 0,273860 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior respecto a la capacidad de absorción, luego de los 28 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 6,78 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 6,36, con una adición del 1% arrojó un valor de 6,24, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 6,17.

De acuerdo al objetivo específico 2: Comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 6: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 3 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 82,054 | 5 | 0,9083 |
| 1% | 83,146 | 5 | 1,3319 |
| 2% | 83,802 | 5 | 1,0491 |
| 3% | 84,854 | 5 | 1,2353 |
| Total | 83,464 | 20 | 1,4793 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, sobre la resistencia a la compresión luego de los 3 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 84,854 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 83,802, con una adición del 1% arrojó un valor de 83,146, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 82,054.

Tabla 7: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 7 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 82,838 | 5 | 1,3989 |
| 1% | 83,480 | 5 | 1,3885 |
| 2% | 85,374 | 5 | 1,1101 |
| 3% | 87,054 | 5 | 2,1692 |
| Total | 84,687 | 20 | 2,2248 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, sobre la resistencia a la compresión luego de los 7 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 87,054 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 85,374, con una adición del 1% arrojó un valor

de 83,480, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 82,838.

Tabla 8: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 14 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 88,426 | 5 | 1,4832 |
| 1% | 90,574 | 5 | 1,5863 |
| 2% | 92,574 | 5 | 1,5422 |
| 3% | 93,908 | 5 | 1,3774 |
| Total | 91,371 | 20 | 2,5332 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, sobre la resistencia a la compresión luego de los 14 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 93,908 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 92,574, con una adición del 1% arrojó un valor de 90,574, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 88,426.

Tabla 9: Comparación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual en 28 días

| Fibra de penca | Promedio | n | Desv. Stand |
|-----------------------|-----------------|----------|--------------------|
| 0% | 96,894 | 5 | 1,3692 |
| 1% | 98,108 | 5 | 1,8540 |
| 2% | 100,252 | 5 | 1,5131 |
| 3% | 101,994 | 5 | 1,2026 |
| Total | 99,312 | 20 | 2,4393 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, sobre la resistencia a la compresión luego de los 28 días de la elaboración de los cubos, los morteros experimentales con diferente adición porcentual obtuvieron mejores resultados que el mortero patrón, obteniendo así un promedio de 101,994 con una adición del 3%, con una adición del 2% se obtuvo un promedio de 100,252, con una adición del 1% arrojó un valor de 98,108, por otra parte, el mortero patrón (adición 0%) arrojó un promedio de 96,894.

De acuerdo al objetivo específico 3: Analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 10: Variación de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual por días

| Fibra de penca | Promedio de la capacidad de absorción | | | |
|----------------|---------------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | A los 3 días | A los 7 días | A los 14 días | A los 28 días |
| 0% | 6,16023 | 6,14249 | 6,17843 | 6,17443 |
| 1% | 6,18171 | 6,20831 | 6,20854 | 6,24211 |
| 2% | 6,27802 | 6,23384 | 6,24251 | 6,35730 |
| 3% | 6,59737 | 6,80160 | 6,81066 | 6,78406 |
| Total | 6,16023 | 6,34656 | 6,36003 | 6,38948 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior sobre la capacidad de absorción, luego de los 3 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,59737; asimismo, luego de los 7 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,80160; igualmente, luego de los 14 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,81066; por último, luego de los 28 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,78406. En este sentido, se destaca que el mortero con 3% de fibras de penca de tuna a los 14 días alcanzó los mejores resultados a diferencia de los demás.

De acuerdo al objetivo específico 4: Analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 11: Variación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental con diferente adición porcentual por días

| Fibra de penca | Promedio de la resistencia a la compresión | | | |
|-----------------------|---|---------------------|----------------------|----------------------|
| | A los 3 días | A los 7 días | A los 14 días | A los 28 días |
| 0% | 82,054 | 82,838 | 88,426 | 96,894 |
| 1% | 83,146 | 83,480 | 90,574 | 98,108 |
| 2% | 83,802 | 85,374 | 92,574 | 100,252 |
| 3% | 84,854 | 87,054 | 93,908 | 101,994 |
| Total | 83,464 | 84,687 | 91,371 | 99,312 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior sobre la resistencia a la compresión, luego de los 3 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 84,854; asimismo, luego de los 7 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 87,054; igualmente, luego de los 14 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 93,908; por último, luego de los 28 días de la elaboración de los cubos, de entre los morteros con diferente adición porcentual el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 101,994. En este sentido, se destaca que el mortero con 3% de fibras de penca de tuna a los 28 días alcanzó los mejores resultados a diferencia de los demás.

De acuerdo al objetivo general: Determinar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna que mejore las propiedades del mortero, Huaraz – 2022.

Tabla 12: Porcentaje de adición de fibras de penca de tuna que mejore las propiedades del mortero

| | Mejor adición de fibra de penca | | | |
|-----------------------------|--|---------------------|----------------------|----------------------|
| | A los 3 días | A los 7 días | A los 14 días | A los 28 días |
| Capacidad de absorción | | | | |
| Adición al 3% | 6,59737 | 6,80160 | 6,81066 | 6,78406 |
| Resistencia a la compresión | | | | |
| Adición al 3% | 84,854 | 87,054 | 93,908 | 101,994 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados anteriores, en la tabla anterior se presenta el mejor porcentaje de adición de fibra de penca siendo este el 3%, arrojando una capacidad de absorción a los 3 días de 6,59737 y a los 28 días arrojando un valor de 6,78406, en cuanto a la resistencia a la compresión a los 3 días arrojó un valor de 84,854 y a los 28 días 101,994.

Prueba de hipótesis

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de las propiedades del mortero tienen comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad mayor a 30, se procedió al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov de acuerdo a la regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0,05$ los datos tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} \geq 0,05$ los datos tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 13: Prueba de normalidad de las propiedades del mortero

| | Kolmogorov-Smirnov | | |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|-------------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Capacidad de absorción | ,093 | 8 | ,123 |
| Resistencia a la compresión | ,101 | 8 | ,131 |

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados de la prueba de normalidad se puede observar que los datos poseen un comportamiento paramétrico una distribución normal por lo que se aplicó el estadístico de Anova.

Regla de decisión

Para contrastar tanto las hipótesis específicas como la general que se definieron previamente, se respetó la siguiente regla en todos los casos:

- Si el p valor es $> 0,05$ se acepta la Hipótesis Nula (H_0).
- Si el p valor $< 0,05$ se rechaza la Hipótesis Nula, por lo tanto, se acepta la Hipótesis Alterna (H_1).

Prueba de hipótesis específica 1:

- H_0 : La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.
- H_a : La influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 14: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 3 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|----|-------------------|------------------|-------|---------|
| Tratamiento | 3 | 0,0215944312 | 0,00719814372 | 261,9 | 0,001 |
| Error | 16 | 0,0004396833 | 0,00002748021 | | |
| Total | 19 | 0,0220341145 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 3 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,001 < 0,05$.

Tabla 15: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 7 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 1,402624 | 0,4675412 | 98,17 | 0,020 |
| Error | 16 | 0,076202 | 0,0047626 | | |
| Total | 19 | 1,478826 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 7 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,020 < 0,05$.

Tabla 16: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 14 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 1,364017 | 0,4546724 | 111,62 | 0,000 |
| Error | 16 | 0,065177 | 0,0040736 | | |
| Total | 19 | 1,429194 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 14 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,000 < 0,05$.

Tabla 17: Anova de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental en 28 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 1,123437 | 0,3744790 | 19,87 | 0,010 |
| Error | 16 | 0,301554 | 0,0188471 | | |
| Total | 19 | 1,424991 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 28 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,010 < 0,05$.

Prueba de hipótesis específica 2:

- Ho: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.
- Ha: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 18: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 3 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 20,6778 | 6,89261 | 5,28 | 0,010 |
| Error | 16 | 20,9030 | 1,30644 | | |
| Total | 19 | 41,5809 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 3 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,001 < 0,05$.

Tabla 19: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 7 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 54,7515 | 18,25051 | 7,43 | 0,002 |
| Error | 16 | 39,2901 | 2,45563 | | |
| Total | 19 | 94,0417 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 7 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,002 < 0,05$.

Tabla 20: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 14 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 85,9591 | 28,65302 | 12,75 | 0,000 |
| Error | 16 | 35,9668 | 2,24793 | | |
| Total | 19 | 121,9259 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 14 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,000 < 0,05$.

Tabla 21: Anova de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental en 28 días

| F.V. | gl | Suma de Cuadrados | Media Cuadrática | F | P-Valor |
|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 76,8653 | 25,62177 | 11,33 | 0,000 |
| Error | 16 | 36,1904 | 2,26190 | | |
| Total | 19 | 113,0557 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar el ANOVA para un nivel de significancia del 5% se encontró que, a los 28 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, esto sustentado bajo un p-valor de $0,000 < 0,05$.

Prueba de hipótesis específica 3:

- Ho: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.
- Ha: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 22: Variación de la significancia sobre la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental por días

| | Significancia de la capacidad de absorción | | | |
|---------|---|---------------------|----------------------|----------------------|
| | A los 3 días | A los 7 días | A los 14 días | A los 28 días |
| P-Valor | 0,001 | 0,020 | 0,000 | 0,010 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, se observa que a través de los diversos días la influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Prueba de hipótesis específica 4:

- Ho: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.
- Ha: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Tabla 23: Variación de la significancia sobre la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental por días

| | Significancia de la resistencia a la compresión | | | |
|---------|--|---------------------|----------------------|----------------------|
| | A los 3 días | A los 7 días | A los 14 días | A los 28 días |
| P-Valor | 0,010 | 0,002 | 0,000 | 0,000 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, se observa que a través de los diversos días la influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Prueba de hipótesis general:

- Ho: No influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022.
- Ha: Influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022.

Tabla 24: Adición de fibras de penca en las propiedades del mortero

| | Adición a las fibras de penca en las propiedades del mortero | | | |
|-----------------------------|---|---------------------|----------------------|----------------------|
| | A los 3 días | A los 7 días | A los 14 días | A los 28 días |
| Capacidad de absorción | 0,001 | 0,020 | 0,000 | 0,010 |
| Resistencia a la compresión | 0,010 | 0,002 | 0,000 | 0,000 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, y a la regla de decisión se puede afirmar que: influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022, dado que en la capacidad de absorción y la resistencia de compresión se registró un p-valor < 0,05.

V. DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo específico, comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, se obtuvo como resultados que, a los 3 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio de 6,59%, mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 6,16%; asimismo a los 7 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio de 6,80%, mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 6,14%; seguidamente a los 14 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio de 6,81%, mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 6,18%; por último, a los 28 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio de 6,78%, mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 6,17%. Por lo que respecta al antecedente de Santillán (2020), este concluyó que en cuanto a la capacidad de absorción las probetas realizadas con el 1% de fibras naturales con cáñamo, kenaf, lino y nano fibras de celulosa a los 7 días estos obtuvieron un 4,8%, mientras que el patrón alcanzó un 4,4%; a los 14 días las probetas experimentales obtuvieron un 4,8%, mientras que el patrón alcanzó un 4,7%; y a los 28 días las probetas experimentales obtuvieron un 5,0%, mientras que el patrón alcanzó un 5,1%. Se observa que los resultados varían con el antecedente debido a que los materiales del experimento son diferentes.

Respecto al objetivo específico, comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, se obtuvo como resultados que, a los 3 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio de 84,854 kg/cm², mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 82,054 kg/cm²; asimismo a los 7 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio de 87,054 kg/cm², mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 82,838 kg/cm²; seguidamente a los 14 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio

de 93,908 kg/cm², mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 88,426 kg/cm²; por último, a los 28 días los morteros experimentales obtuvieron mejores resultados que el patrón, destacando con una adición del 3% un promedio de 101,994 kg/cm², mientras que el patrón (0%) arrojó un promedio de 96,894 kg/cm². Por lo que respecta al antecedente de Herrera y Rodríguez (2020), se concluyó que a los 7 días el mortero experimental tuvo peor resultado que el patrón, pues el patrón arrojó un 140,92 kg/cm² mientras que el experimental tuvo un 139,94 kg/cm²; a los 14 días el mortero experimental tuvo peor resultado que el patrón, pues el patrón arrojó un 193,50 kg/cm² mientras que el experimental tuvo un 194,35 kg/cm²; y a los 28 días el mortero experimental tuvo peor resultado que el patrón, pues el patrón arrojó un 217,07 kg/cm² mientras que el experimental tuvo un 215,33 kg/cm². De esta manera se observa que los resultados difieren con el antecedente debido a que los materiales empleados en este último son cenizas de tallo de maíz y fibras de penca de tuna.

Sobre el objetivo específico, analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, se obtuvo como resultados, luego de los 3 días que, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,59737%; asimismo, luego de 7 días, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,80160%; igualmente, luego de 14 días, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,81066%; por último, luego de 28 días, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 6,78406%; en este sentido, se destaca que el mortero con 3% a los 14 días alcanzó los mejores resultados a diferencia de los demás, incluyendo el mortero patrón. Por lo que respecta al antecedente de Ordoñez y otros (2019), este concluyó que la probeta experimental con 1% de cabuya es mejor respecto a la capacidad de absorción en comparación con las demás probetas experimentales (0,25%, 0,5%, y 0,75%) o patrón, lo que se debe a que los 7 días, la probeta experimental con 1% alcanzó un 8,38%, a los 14 días alcanzó un 8,66%; y a los 28 días alcanzó un 8,78%. Se observa que los resultados varían con el antecedente debido a que los materiales del experimento son diferentes.

Finalmente, con relación al objetivo específico, analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, se obtuvo como resultados, luego de los 3 días que, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 84,854 kg/cm²; asimismo, luego de los 7 días que, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 87,054 kg/cm²; igualmente, luego de los 14 días que, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 93,908 kg/cm²; por último, luego de los 28 días que, entre los morteros el experimental con 3% fue el mejor debido a un promedio de 101,994 kg/cm²; en este sentido, se destaca que el mortero con 3% a los 28 días alcanzó los mejores resultados a diferencia de los demás, incluyendo el mortero patrón. Por lo que respecta al antecedente de Huerta (2020), pues este concluyó que a los 7 días, los morteros experimentales con 0,25% fueron mejores debido a que arrojaron una media de 173,43 kg/cm²; a los 14 días, los morteros experimentales con 0,25% fueron mejores debido a que arrojaron una media de 176,87 kg/cm²; a los 28 días, los morteros experimentales con 0,25% fueron mejores debido a que arrojaron una media de 239,63 kg/cm²; de este modo se indica que el mortero con 0,25% logra los mejores resultados a diferencia de los demás (0%, 0,5%, 0,75% y 1%). De esta manera se puede observar que los resultados difieren con el antecedente pues no cumple la regla de que a mayor porcentaje no se consigue mejores resultados, esto puede deberse a que si bien los materiales naturales empleados en ambos casos pertenecer a la familia de las cactáceas esto no influye a que se alcance semejanza en este aspecto.

VI. CONCLUSIONES

Respecto al primer objetivo específico, comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, se encontró que a los 3, 7, 14 y 28 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental.

Sobre el segundo objetivo específico, comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, se encontró que a los 3, 7, 14 y 28 días de la elaboración de cubos, la influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental.

En cuanto al tercer objetivo específico, analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, se observó que a través de los diversos días la influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental, destacando a la adición del 3% como la mejor a los 3, 7, 14 y 28 días.

Referente al cuarto objetivo específico, analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, se observó que a través de los diversos días la influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental, destacando a la adición del 3% como la mejor a los 3, 7, 14 y 28 días.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre el primer objetivo específico, se recomienda la utilización de un 3% de fibras de penca de tuna con el fin de garantizar la mejora de la capacidad de absorción del mortero pues fue posible observar su mejora al emplear este porcentaje en comparación de los demás porcentajes.

En base a los resultados obtenidos sobre el segundo objetivo específico, se recomienda la utilización de un 3% de fibras de penca de tuna con el fin de garantizar la mejora de la resistencia a la compresión de los morteros pues fue posible observar su mejora al emplear este porcentaje en comparación de los demás porcentajes.

Teniendo en cuenta los resultados del tercer objetivo específico, se recomienda a futuros investigadores determinar el porcentaje de adición de fibras de penca de tuna que entregue los máximos beneficios sobre la capacidad de absorción del mortero en los 3, 7, 14 y 28 días.

En relación a los resultados del cuarto objetivo específico, se recomienda a futuros investigadores determinar el porcentaje de adición de fibras de penca de tuna que entregue los máximos beneficios sobre la resistencia a la compresión del mortero a los 3, 7, 14 y 28 días.

REFERENCIAS

- ALVARÉZ, H., RÍOS, C. y CASTELLANOS, O., 2021. Propiedades fisicomecánicas, desempeño y durabilidad de morteros geopoliméricos a base de puzolana natural tipo piedra pómez. *INGE CUC* [en línea], vol. 17, pp. 216–229. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/2573/3225>.
- AMAMI, E., BESOMBES, C., MASSI, Y., AIT-MOKHTAR, K., BELARBI, R. y ALLAF, K., 2019. Morteros reforzados con fibra natural para inducir un comportamiento específico de amortización mecánica en ruptura como base de la arquitectura sísmica-resistente. *Revista de la Asociación Española de Materiales Compuestos*, vol. Vol. 5, pp. 37–46.
- ANJENEYA, D., HONGJIAN, D. y SZE, D., 2021. Performance of mortar incorporating calcined marine clays with varying kaolinite content. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 282. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620345571>.
- AQUILINA, A., BORG, R. y BUHAGIAR, J., 2018. The application of Natural Organic Additives in Concrete: *Opuntia ficus-indica*. *IOP* [en línea], pp. 1–10. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/442/1/012016/pdf>.
- AZEVEDO, A., CECCHIN, D., CARMO, D., SILVA, F., CAMPOS, C., SHTRUCKA, T., MARVILA, M. y MONTEIRO, S., 2020. Analysis of the compactness and properties of the hardened state of mortars with recycling of construction and demolition waste (CDW). *Journal of Materials Research and Technology* [en línea], vol. 9, pp. 5942–5952. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785420311637>.
- BALOEVIC, G., RADNIC, J., MATESAN, D. y GRGIC, N., 2018. Behavior of fiber reinforced mortar composites under impact load. *Latin American Journal of Solids and Structures* [en línea], vol. 15. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/lajss/a/Bh7pGbY5zzvTYNmqd78PwPs/?lang=en>.
- BLANCAS, V., PACHECO, J., MARTÍNEZ, W., CHÁVEZ, H., ARREOLA, M., MERCEDES, E. y GUZMÁN, A., 2018. Soundness in Mortars of Portland Cement with Substitutions Using Cactus (*Opuntia ficus-indica*) and Corn Starch.

- Key Engineering Materials* [en línea], vol. 789, pp. 150–154. Disponible en: <https://www.scientific.net/KEM.789.150>.
- BUSTOS, A., COBO, A., GONZALEZ, F. y MORENO, E., 2018. Influencia de la adición de fibras en las propiedades de los morteros de cal hidráulica. *DYNA SL* [en línea], vol. 94, pp. 228–232. Disponible en: <https://www.revistadyna.com/busqueda/influencia-de-adicion-de-fibras-en-propiedades-de-morteros-de-cal-hidraulica>.
- DELTÁN, L., 2019. *Influencia de la fibra del bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión y flexión del concreto F'c: 175 Kg/Cm2 en Chimbote – 2016*. S.I.: Universidad César Vallejo.
- DÍAZ, C., 2018. Investigación cualitativa y análisis de contenido temático. Orientación intelectual de revista Universum. *Revista General de Información y Documentación* [en línea], vol. 28, pp. 119–142. Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/view/60813/4564456547606>.
- DÍAZ, Y., MENCHACA, C., ROCABRUNO, C. y URUCHURTU, J., 2019. Natural additive (nopal mucilage) on the electrochemical properties of concrete reinforcing steel. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea], vol. 9, pp. 260–276. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4276/427659112002/427659112002.pdf>.
- ERAZO, A., CHAMORRO, H., ÁLVAREZ, P., SUÁREZ, A. y CONDO, L., 2021. Caracterización socio productivo de la *Opuntia ficus indica* (Tuna) en las comunidades del cantón Guano. *Bosques Latitud Cero* [en línea], vol. 11, pp. 155–165. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1Yh61_9leE0KuTu9d5SXr7cRpbs5gjtWE/view.
- EVANGELINO, A., 2017. A Reflection on the Methodology Used for a Qualitative Longitudinal Study. *Issues in Educational Research*, vol. 27, pp. 269–284.
- GARCÍA, A., BAUTISTA, G., CERÓN, B. y MUÑOZ, M., 2018. Valorización de la Cáscara de Tuna en un Producto de Panificación. *PÁDI* [en línea], vol. 11, pp. 12–15. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326606872_Valorizacion_de_la_Cas

cara_de_Tuna_en_un_Producto_de_Panificacion.

- GARCÍA, J. y SÁNCHEZ, P., 2020. Diseño teórico de la investigación: instrucciones metodológicas para el desarrollo de propuestas y proyectos de investigación científica. *Información Tecnológica* [en línea], vol. 31, pp. 159–170. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v31n6/0718-0764-infotec-31-06-159.pdf>.
- GÓMEZ, G., 2021. Métodos y técnicas de investigación utilizados en los estudios sobre comunicación en España. *Revista Mediterránea* [en línea], vol. 12, pp. 115–127. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/111189/1/ReMedCom_12_01_09_es_p.pdf.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2019. *Metodología de la investigación*. 1. Ciudad de México: McGRAW-HILL. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- HERRERA, K. y RODRÍGUEZ, D., 2020. *Mortero ecológico 8 % de cemento por cenizas de tallo de maíz añadiendo 3 % de fibras de penca de tuna-Bambamarca –Cajamarca - 2020*. S.l.: Universidad César Vallejo.
- HUERTA, M., 2020. *Uso de fibras de cactus y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto*. S.l.: Universidad Federico Villareal.
- HURTADO, F., 2020. Fundamentos Metodológicos de la Investigación: El Génesis del Nuevo Conocimiento. *Revista Scientific* [en línea], vol. 5, pp. 99–119. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5636/563662985006/html/>.
- JACKSON, K., 2019. A Review of Research Methods Trends in Educational Leadership Journals. *Education Leadership Review*, vol. 20, pp. 119–132.
- JELICIC, A., KOVACEVIC, T. y RUNJIC, E., 2020. Research methodology used in the 50 most cited articles in the field of pediatrics: types of studies that become citation classics. *BMC Med Res Methodol*, vol. 10.
- LOCKUAN, J. y LA PEÑA, P., 2020. *Influencia de la fibra de caña de azúcar al 1%, 2% y 3% en las resistencias a la compresión y flexión del concreto F'c=210kg/cm2 con respecto al agregado fino – Chimbote – 2020*. S.l.: Universidad César Vallejo.
- MERCANTE, I., ALEJANDRINO, C., OJEDA, J., CHINI, J., MAROTO, C. y

- FAJARDO, N., 2018. Mortar and concrete composites with recycled plastic: A review. *Science and Technology of Materials* [en línea], vol. 30, pp. 69–79. Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-science-technology-materials-395-pdf-S2603636318300599>.
- MUCIÑO, A., LÓPEZ, H., GUILLÉN, C. y CARBAJAL, C., 2020. Propiedades mecánicas de morteros con arenas del centro de México. *Academia* [en línea], vol. 11. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/aca/article/view/77611/69354>.
- MUÑOZ, A., TORRES, N. y GUZMÁN, A., 2019. Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable. *Revista ingeniería de construcción* [en línea], vol. 34, pp. 25–32. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v34n1/en_0718-5073-ric-34-01-00025.pdf.
- NAYANA, A. y RAKESH, P., 2018. Strength and durability study on cement mortar with ceramic waste and micro-silica. *Materials Today: Proceeding* [en línea], vol. 5, pp. 24780–24791. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785318325768>.
- ORDOÑEZ, M., ARCOS, J., IBAÑEZ, W. y CAZAR, S., 2019. Caracterización del Mortero Compuesto con Fibras de Cabuya Obtenidas en la Ciudad de Riobamba. *Revista Ciencia Digital*, vol. Vol. 3, pp. 33–48.
- OSUAGWU, L., 2020. Research Methods: Issues and Research Direction. *Business and Management Research*, vol. 9, pp. 46–55.
- RAMOS, J., 2017. *Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Fibras de Penca de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017*. S.I.: Universidad César Vallejo.
- RISCO, A., 2017. *Comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto adicionado con fibras de sábila, ciudad de Barranca - 2016*. S.I.: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- RODAS, F. y SANTILLÁN, J., 2019. Breves consideraciones sobre la Metodología de la Investigación para investigadores principiantes. *INNOVA Research Journal* [en línea], vol. 4, pp. 170–184. Disponible en:

- <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/974/1564>.
- SANTILLÁN, N., 2020. *Utilización de fibras naturales para el desarrollo de morteros reforzados con fibras*. S.I.: UPC BARCELONATECH.
- SNYDER, H., 2019. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, vol. 104, pp. 333–339.
- TIECHER, F., LANGOSKI, M. y HASPARYK, N., 2021. Behavior of mortars with different types of cement when induced to Delayed Ettringite Formation (DEF). *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea], vol. 11, pp. 1–16. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4276/427668623001/427668623001.pdf>.
- TORRES, A., 2019. Water and chloride permeability of cement-based mortar with additions of dehydrated cacti. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* [en línea], vol. 94, pp. 3488–3494. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.5938>.
- TORRES, A. y GONZÁLEZ, P., 2021. Opuntia Ficus-Indica (OFI) Mucilage as Corrosion Inhibitor of Steel in CO₂-Contaminated Mortar. *Materials* [en línea], vol. 14. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/5/1316/htm>.
- VARGAS, M., HERMOZA, M., TUPAYACHY, D., ALMIRÓN, J., HUANCA, P. y VELASCO, F., 2020. Manufacture of geopolymeric mortars from ash coming from the ubinas volcano, assessment of its mechanical, physical and microstructural properties. *Revista Boliviana de Química* [en línea], vol. 37, pp. 148–159. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4263/426365043003/html/>.
- VÍLCHEZ, H., INOCENTE, M. y FLORES, O., 2020. Actividad cicatrizante de seis extractos hidroalcohólicos de plantas en heridas incisas de *Rattus norvegicus albinus*. *Revista Cubana de Medicina Militar* [en línea], vol. 49, pp. 86–100. Disponible en: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/489/465>.
- VISAIRO, R., TORRES, A. y ALVARADO, R., 2019. Specimen size effect on the durability indexes determination for cement-based materials. *Revista ALCONPAT* [en línea], vol. 9, pp. 288–302. Disponible en:

<https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/381/601>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|--|---|------------------------|----------------------|--------------------|
| Adición porcentual de fibras de penca de Tuna | Agregado controlado que se efectúa con fibras de penca de tuna (Torres y González, 2021). | Se estableció adicionar en porcentajes de 0%, 1%, 2% y 3% fibras de penca, cada porcentaje o tratamiento contará con 20 repeticiones, teniendo así en total de 80 especímenes de los que se recopilarán datos mediante la técnica observación y el instrumento ficha de registro de observación (Torres y González, 2021). | Fibra de penca de Tuna | Alto | 1,5cm-2cm |
| | | | | Largo | 1,5cm-2cm |
| | | | | Ancho | 0,2cm-0,8cm |
| Propiedades del mortero | Consiste en las características que debe cumplir el mortero en cuanto a la absorción y resistencia conforme a la normativa estandarizada sobre estos aspectos (Nayana y Rakesh, 2018). | Las propiedades del mortero serán evaluadas en 80 especímenes (20 especímenes de 0%, 20 especímenes de 1%, 20 especímenes de 2% y 20 especímenes de 3%) en las cuales se evaluarán las propiedades (física y mecánica) de cada espécimen, siendo esto recogido mediante la técnica análisis documental y el instrumento ficha de análisis documental (Nayana y Rakesh, 2018). | Mortero | Propiedades física | Intervalo |
| | | | | Propiedades mecánica | Intervalo |

Anexo 2: Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES E ITEMS | MÉTODOLOGÍA | |
|---|--|---|---|--|-------------------------------------|
| PROBLEMA GENERAL ¿De qué manera influye la adición porcentual de fibras de penca de tuna en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022? | OBJETIVO GENERAL Determinar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna que mejore las propiedades del mortero, Huaraz – 2022. OBJETIVOS ESPECÍFICOS a) Comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. b) Comparar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. c) Analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. d) Analizar la influencia de la adición porcentual de fibras de penca de tuna en la variación de la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. | HIPÓTESIS GENERAL Hi: Influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022. H0: No influye la adición de fibras de penca de tuna significativamente en las propiedades del mortero, Huaraz – 2022. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS H1i: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H10: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no difiere significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H2i: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. H20: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no difiere significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. H3i: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H30: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no varía significativamente en la capacidad de absorción entre el mortero patrón y el mortero experimental. H4i: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. H40: La influencia de la adición de fibras de penca de tuna no varía significativamente en la resistencia a la compresión entre el mortero patrón y el mortero experimental. | Vi1: Adición porcentual de fibras de penca de Tuna | Tipo: Aplicada Diseño: Experimental puro MUESTRA: 80 ensayos Instrumento - Guía de observación | |
| | | | DIMENSIONES: Fibra de penca de Tuna | | Vd2: Propiedades del mortero |
| | | | DIMENSIONES: Mortero | | |

Anexo 4: Resultados de laboratorio



- ESTUDIO GEOTECNICOS
- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTO Y CONCRETO
- ALQUILER DE EQUIPOS LIVIANOS DE LABORATORIO
- SERVICIOS MULTIPLES



NICOLES HYDGEOSTRUCTS.A.C.
RUC N° 20571269571 RNP S0665815 - B0269528

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTERO DE CONCRETO ASTM C39/C39-M

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICION PORCENTUAL DE FIBRAS DE PENCA DE TUNA
EN LAS PROPIEDADES DEL MORTERO, HUARAZ-2022"

SOLICITA : ARIZA BRIOSO, DARWIN POMPEYO.

: RICRA ACUÑA, ROY HANS.

LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

FECHA : 27/04/2022

DOSIFICACION

F'c de diseño : 100 Kg/Cm2

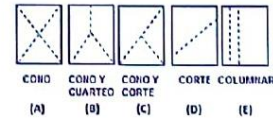
TIPO DE ROTURA

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura : 5cm

Área : 25 cm²

Superficie : 150 cm²



| Nº | DESCRIPCION | DISEÑO Kg/cm2 | TIR | FECHA | | EDAD DIAS | CARGA (Kg) | f _c Kg/cm2 | % |
|----|--|------------------|-----|------------|------------|--------------|---------------|--------------------------|-------|
| | | | | MOLDEO | ROTURA | | | | |
| 1 | Mortero N°1 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12980 | 87 | 86.53 |
| 2 | Mortero N°2 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 13130 | 88 | 87.53 |
| 3 | Mortero N°3 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12700 | 85 | 84.67 |
| 4 | Mortero N°4 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12910 | 86 | 86.07 |
| 5 | Mortero N°5 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 13570 | 90 | 90.47 |
| 6 | Mortero N°1 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12880 | 86 | 85.87 |
| 7 | Mortero N°2 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12920 | 86 | 86.13 |
| 8 | Mortero N°3 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12800 | 85 | 85.33 |
| 9 | Mortero N°4 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12910 | 86 | 86.07 |
| 10 | Mortero N°5 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12520 | 83 | 83.47 |
| 11 | Mortero N°1 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12740 | 85 | 84.93 |
| 12 | Mortero N°2 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12700 | 85 | 84.67 |
| 13 | Mortero N°3 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12380 | 83 | 82.53 |
| 14 | Mortero N°4 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12250 | 82 | 81.67 |
| 15 | Mortero N°5 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12540 | 84 | 83.60 |
| 16 | Mortero N°1 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12680 | 85 | 84.53 |
| 17 | Mortero N°2 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12410 | 83 | 82.73 |
| 18 | Mortero N°3 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12180 | 81 | 81.20 |
| 19 | Mortero N°4 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12270 | 82 | 81.67 |
| 20 | Mortero N°5 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 27/04/2022 | 7 | 12590 | 84 | 83.60 |



FELIX SAMI ANPACORI
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 65960
 MAESTRIA EN GEOTECNIA

LABORATORIO: Jr. HORACIO ZEVALLOS GAMEZ N° 891
AL COSTADO DEL MINISTERIO DEL MTC
VILLON ALTO - HUARAZ - ANCASH

TELF 043-639566
CEL 943 164 771 - 954 479 814 - 900 594 969 - 949952008
f RAUL COILA MAMANI | a raulgeotec76@gmail.com



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTERO DE CONCRETO

ASTM C39/C39-M

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICION PORCENTUAL DE FIBRAS DE PENCA DE TUNA
EN LAS PROPIEDADES DEL MORTERO, HUARAZ-2022"

SOLICITA : ARIZA BRIOSO, DARWIN POMPEYO.

: RICRA ACUÑA, ROY HANS.

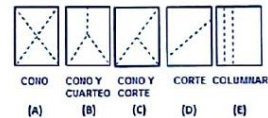
LUGAR : HUARAZ – HUARAZ - ANCASH

FECHA : 18/05/2022

DOSIFICACION

F'c de diseño : 100 Kg/Cm²

TIPO DE ROTURA



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura : 5cm

Área : 25cm²

Superficie : 150cm²

| N° | DESCRIPCION | DISEÑO Kg/cm ² | TIR | FECHA | | EDAD DIAS | CARGA (Kg) | f _c Kg/cm ² | % |
|----|--|------------------------------|-----|------------|------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------|
| | | | | MOLDEO | ROTURA | | | | |
| 1 | Mortero N°1 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15010 | 100 | 100.07 |
| 2 | Mortero N°2 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15460 | 103 | 103.07 |
| 3 | Mortero N°3 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15890 | 106 | 102.93 |
| 4 | Mortero N°4 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15270 | 102 | 101.80 |
| 5 | Mortero N°5 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15320 | 102 | 102.10 |
| 6 | Mortero N°1 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15150 | 101 | 101.00 |
| 7 | Mortero N°2 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15370 | 102 | 102.47 |
| 8 | Mortero N°3 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14990 | 100 | 99.93 |
| 9 | Mortero N°4 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14810 | 99 | 98.73 |
| 10 | Mortero N°5 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14870 | 99 | 99.13 |
| 11 | Mortero N°1 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14530 | 97 | 96.87 |
| 12 | Mortero N°2 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 15080 | 101 | 100.53 |
| 13 | Mortero N°3 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14950 | 100 | 99.67 |
| 14 | Mortero N°4 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14470 | 96 | 96.47 |
| 15 | Mortero N°5 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14550 | 97 | 97.00 |
| 16 | Mortero N°1 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14730 | 98 | 98.20 |
| 17 | Mortero N°2 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14230 | 95 | 95.30 |
| 18 | Mortero N°3 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14590 | 97 | 97.00 |
| 19 | Mortero N°4 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14430 | 96 | 96.30 |
| 20 | Mortero N°5 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 18/05/2022 | 28 | 14690 | 98 | 98.00 |



PELIX SAMIRAN PACHA
REG. CIP N° 6890
MAESTRIA EN GEOTECNIA



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTERO DE CONCRETO ASTM C39/C39-M

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICION PORCENTUAL DE FIBRAS DE PENCA DE TUNA
EN LAS PROPIEDADES DEL MORTERO, HUARAZ-2022"

SOLICITA : ARIZA BRIOSO, DARWIN POMPEYO.

: RICRA ACUÑA, ROY HANS.

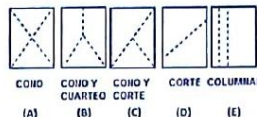
LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

FECHA : 23/04/2022

DOSIFICACION

F'c de diseño : 100 Kg/Cm²

TIPO DE ROTURA



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura : 5 cm

Área : 25 cm²

Superficie : 150 cm²

| N° | DESCRIPCION | DISEÑO Kg/Cm2 | TIR | FECHA | | EDAD DIAS | CARGA (Kg) | fc Kg/cm2 | % |
|----|--|------------------|-----|------------|------------|--------------|---------------|--------------|-------|
| | | | | MOLDEO | ROTURA | | | | |
| 1 | Mortero N°1 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12760 | 85 | 85.07 |
| 2 | Mortero N°2 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12670 | 84 | 84.47 |
| 3 | Mortero N°3 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12440 | 83 | 82.93 |
| 4 | Mortero N°4 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12900 | 86 | 86.00 |
| 5 | Mortero N°5 al 3% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12870 | 86 | 85.80 |
| 6 | Mortero N°1 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12430 | 83 | 82.87 |
| 7 | Mortero N°2 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12790 | 85 | 85.27 |
| 8 | Mortero N°3 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12660 | 84 | 84.40 |
| 9 | Mortero N°4 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12420 | 83 | 82.80 |
| 10 | Mortero N°5 al 2% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12550 | 84 | 83.67 |
| 11 | Mortero N°1 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12780 | 85 | 85.20 |
| 12 | Mortero N°2 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | B | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12440 | 83 | 82.93 |
| 13 | Mortero N°3 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12220 | 81 | 81.47 |
| 14 | Mortero N°4 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12450 | 83 | 83.00 |
| 15 | Mortero N°5 al 1% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12590 | 84 | 83.13 |
| 16 | Mortero N°1 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12280 | 82 | 81.87 |
| 17 | Mortero N°2 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | D | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12510 | 83 | 83.00 |
| 18 | Mortero N°3 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12170 | 81 | 81.47 |
| 19 | Mortero N°4 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | C | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12370 | 82 | 82.00 |
| 20 | Mortero N°5 al 0% Fibra De Penca De Tuna | 100 | E | 20/04/2022 | 23/04/2022 | 3 | 12210 | 81 | 81.47 |



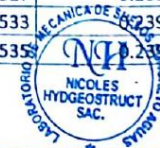
FÉLIX SAMUZA ALVARADO
 INGENIERO CIVIL
 REG. C. 116950
 MAESTRIA EN GEOTECNIA

LABORATORIO: Jr. HORACIO ZEVALLOS GAMEZ N° 891
AL COSTADO DEL MINISTERIO DEL MTC
VILLON ALTO - HUARAZ - ANCASH

TELF: 043-639566
CEL. 943 164 771 - 954 479 814 - 900 594 969 - 949952008
RAUL COILA MAMANI | raulgeotec76@gmail.com



| N° ESPECIMENES | DIAS DE SECADO | % DE FIBRA DE PENCA DE TUNA | PESO SECO (KG) | PESO HUMEDO (KG) | % DE AGUA |
|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------|------------|
| 1 | 3 | 0% | 0.22531 | 0.24031 | 6.65749412 |
| 2 | | | 0.22542 | 0.23992 | 6.43243723 |
| 3 | | | 0.22512 | 0.23962 | 6.44100924 |
| 4 | | | 0.22521 | 0.24021 | 6.66045025 |
| 5 | | | 0.22515 | 0.24045 | 6.79546969 |
| 6 | | 1% | 0.22519 | 0.23939 | 6.30578622 |
| 7 | | | 0.22519 | 0.23919 | 6.21697233 |
| 8 | | | 0.22523 | 0.23943 | 6.30466634 |
| 9 | | | 0.22522 | 0.23932 | 6.26054524 |
| 10 | | | 0.22532 | 0.23952 | 6.30214806 |
| 11 | | 2% | 0.22516 | 0.23896 | 6.12897495 |
| 12 | | | 0.22521 | 0.23921 | 6.21642023 |
| 13 | | | 0.22516 | 0.23906 | 6.17338781 |
| 14 | | | 0.22514 | 0.23894 | 6.12951941 |
| 15 | | | 0.22523 | 0.23933 | 6.26026728 |
| 16 | | 3% | 0.22531 | 0.23921 | 6.16927788 |
| 17 | | | 0.22532 | 0.23932 | 6.21338541 |
| 18 | | | 0.22529 | 0.23899 | 6.08105109 |
| 19 | | | 0.22532 | 0.23912 | 6.12462276 |
| 20 | | | 0.22534 | 0.23934 | 6.21283394 |
| 21 | 7 | 0% | 0.22532 | 0.24042 | 6.70157998 |
| 22 | | | 0.22528 | 0.24058 | 6.7915483 |
| 23 | | | 0.22511 | 0.24051 | 6.84109991 |
| 24 | | | 0.22519 | 0.24089 | 6.9718904 |
| 25 | | | 0.22531 | 0.24041 | 6.70187741 |
| 26 | | 1% | 0.22518 | 0.23918 | 6.21724842 |
| 27 | | | 0.22518 | 0.23918 | 6.21724842 |
| 28 | | | 0.22527 | 0.23927 | 6.2147645 |
| 29 | | | 0.22519 | 0.23909 | 6.17256539 |
| 30 | | | 0.22529 | 0.23959 | 6.3473745 |
| 31 | | 2% | 0.22521 | 0.23921 | 6.21642023 |
| 32 | | | 0.22517 | 0.23917 | 6.21752454 |
| 33 | | | 0.22515 | 0.23905 | 6.173662 |
| 34 | | | 0.22515 | 0.23915 | 6.21807684 |
| 35 | | | 0.22523 | 0.23923 | 6.215868 |
| 36 | | 3% | 0.22532 | 0.23912 | 6.12462276 |
| 37 | | | 0.22531 | 0.23911 | 6.12489459 |
| 38 | | | 0.22527 | 0.23927 | 6.2147645 |
| 39 | | | 0.22533 | 0.23913 | 6.12435095 |
| 40 | | | 0.22535 | 0.23915 | 6.1238074 |



FELIX SAMILLAN PACORRI
INGENIERO CIVIL
CÓDIGO 00000
MAESTRIA EN GEOTECNIA



| N° ESPECIMENES | DIAS DE SECADO | % DE FIBRA DE PENCA DE TUNA | PESO SECO (KG) | PESO HUMEDO (KG) | % DE AGUA |
|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------|------------|
| 41 | 14 | 0% | 0.22531 | 0.24051 | 6.74626071 |
| 42 | | | 0.22542 | 0.24072 | 6.78733032 |
| 43 | | | 0.22521 | 0.24041 | 6.74925625 |
| 44 | | | 0.22512 | 0.24072 | 6.92963753 |
| 45 | | | 0.22512 | 0.24052 | 6.84079602 |
| 46 | | 1% | 0.22520 | 0.23920 | 6.21669627 |
| 47 | | | 0.22519 | 0.23929 | 6.26137928 |
| 48 | | | 0.22521 | 0.23941 | 6.30522623 |
| 49 | | | 0.22524 | 0.23934 | 6.25998934 |
| 50 | | | 0.22531 | 0.23921 | 6.16927788 |
| 51 | | 2% | 0.22510 | 0.23920 | 6.26388272 |
| 52 | | | 0.22520 | 0.23910 | 6.1722913 |
| 53 | | | 0.22520 | 0.23910 | 6.1722913 |
| 54 | | | 0.22517 | 0.23937 | 6.30634632 |
| 55 | | | 0.22520 | 0.23900 | 6.12788632 |
| 56 | | 3% | 0.22530 | 0.23930 | 6.21393697 |
| 57 | | | 0.22530 | 0.23930 | 6.21393697 |
| 58 | | | 0.22525 | 0.23905 | 6.12652608 |
| 59 | | | 0.22531 | 0.23911 | 6.12489459 |
| 60 | | | 0.22534 | 0.23934 | 6.21283394 |
| 61 | 28 | 0% | 0.22531 | 0.24041 | 6.70187741 |
| 62 | | | 0.22540 | 0.24080 | 6.83229814 |
| 63 | | | 0.22513 | 0.24073 | 6.92932972 |
| 64 | | | 0.22520 | 0.24050 | 6.79396092 |
| 65 | | | 0.22513 | 0.24013 | 6.66281704 |
| 66 | | 1% | 0.22519 | 0.24029 | 6.70544873 |
| 67 | | | 0.22517 | 0.23917 | 6.21752454 |
| 68 | | | 0.22522 | 0.23961 | 6.38930823 |
| 69 | | | 0.22522 | 0.23932 | 6.26054524 |
| 70 | | | 0.22531 | 0.23931 | 6.21366118 |
| 71 | | 2% | 0.22517 | 0.23917 | 6.21752454 |
| 72 | | | 0.22521 | 0.23959 | 6.38515164 |
| 73 | | | 0.22515 | 0.23915 | 6.21807684 |
| 74 | | | 0.22515 | 0.23915 | 6.21807684 |
| 75 | | | 0.22522 | 0.23912 | 6.17174318 |
| 76 | | 3% | 0.22532 | 0.23912 | 6.12462276 |
| 77 | | | 0.22532 | 0.23922 | 6.16900408 |
| 78 | | | 0.22528 | 0.23898 | 6.08132102 |
| 79 | | | 0.22533 | 0.23911 | 6.11547508 |
| 80 | | | 0.22533 | 0.23971 | 6.3817512 |
| PROMEDIO | | | | | 6.35010129 |



FELIX SAMILAN PACORI
 INGENIERO CIVIL
 REG. EN INGENIERIA
 MINISTERIO DE AGRICULTURA
 Y RIEGO
 OFICINA GENERAL DE REGISTRO
 MINISTERIO DE AGRICULTURA
 Y RIEGO

Anexo 3: Evidencias del trabajo de campo

1. Obtención de las paletas de penca de tuna



2. Extracción y secado de las fibras de penca de tuna



3. Corte de fibra de penca de tuna seca



4. Impermeabilizado de las fibras de penca de tuna



5. Tamizado de arena gruesa



6. Pesado de los materiales según el diseño de mezcla



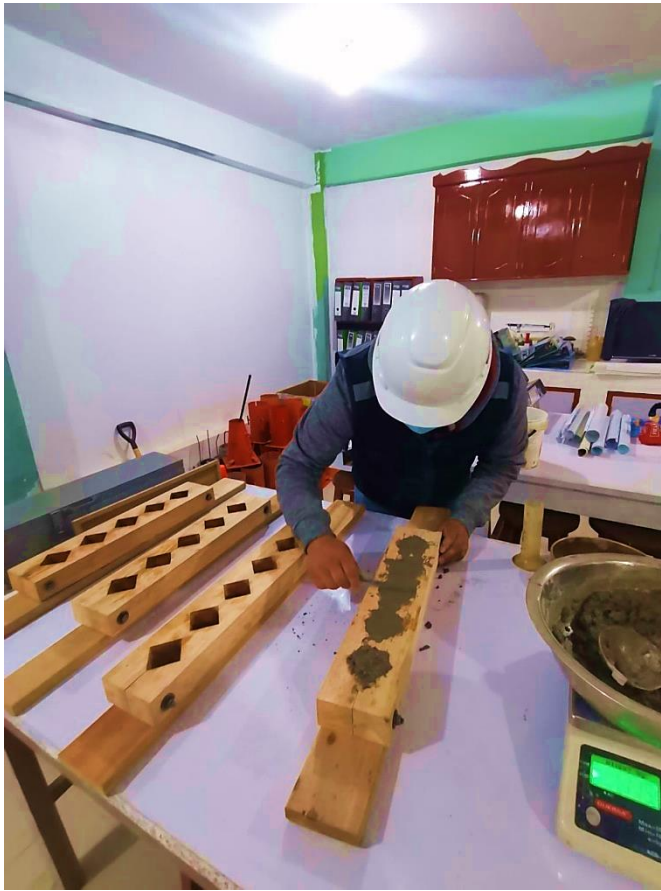
7. Añadido de la fibra de la penca de tuna a la mezcla según diseño



8. Echado de petróleo a los moldes



9. Echado de la mezcla en los moldes



10. 20 cubos de mortero al 0%



11. 20 cubos de mortero al 1%



12. 20 cubos de mortero al 2%



13. 20 cubos de mortero al 3%



14. Desencofrado de los cubos



15. Curado de los cubos según el porcentaje añadido



16. Rotura al tercer día de secado de los cubos (5 cubos de cada diseño)



17. Rotura al séptimo día de secado de los cubos (5 cubos de cada diseño)



18. Rotura al catorceavo día de secado de los cubos (5 cubos de cada diseño)



19. Rotura al veintiochoavo día de secado de los cubos (5 cubos de cada diseño)

