

“INFLUENCIA DEL REEMPLAZO PARCIAL DE  
CÁSCARA SECA DE PIÑA EN 3%,5%,7% AL  
AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA DEL  
CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>, CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERA CIVIL**

**Autor:**

Nayeli Rocio Chavez Gutierrez

**Asesor:**

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen  
<https://orcid.org/0000-0001-5024-7595>

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN</b>	<b>71106769</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>HÉCTOR ARTURO CUADROS ROJAS</b>	<b>43275350</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>KATIA CARRIÓN RABANAL</b>	<b>46269439</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repository.unipiloto.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.usmp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## DEDICATORIA

Con cariño y gratitud, dedico este logro a las personas que han sido mi inspiración y sostén a lo largo de esta travesía académica, En primer lugar, a mis padres Jorge Roger Chávez Vásquez y Mercedes Gutiérrez Alcántara por su amor incondicional, su apoyo constante y sacrificio que han sido el motor de mi perseverancia; en segundo lugar, a mis hermanos Jorge Luis Chávez Gutiérrez y Denís Araceli Chávez Gutiérrez, quienes fueron mi guía y ejemplo a seguir para estudiar esta carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Con humildad y profunda gratitud, quiero expresar mi agradecimiento a Dios por su inmensa bondad y por haberme guiado y sostenido a lo largo de esta travesía académica y en la realización de esta tesis.

Agradezco también al Ing. Tulio Edgar Guillen Sheen, por sus valiosas aportaciones y retroalimentación constructiva durante el desarrollo de este trabajo; sus comentarios y sugerencias contribuyeron a enriquecer significativamente mi investigación.

Finalmente, no puedo dejar de agradecer a mis amigos y familiares por su constante apoyo emocional y aliento durante esta ardua travesía.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	29
1.3. Objetivos	29
1.3.1. Objetivo General	29
1.3.2. Objetivos Específicos	29
1.4. Hipótesis	29
1.4.1. Hipótesis General	30
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>31</b>
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	33
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>54</b>
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS	54
RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	61
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
CONCLUSIONES	71
<b>REFERENCIAS</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Composición Química de la cáscara de piña.....	28
<b>Tabla 2:</b> Muestra de la investigación.....	32
<b>Tabla 3:</b> Cantidades mínimas de muestra para ensayo de Humedad.....	41
<b>Tabla 4:</b> Resultados del ensayo de contenido de humedad para agregado fino.....	54
<b>Tabla 5:</b> Resultados del ensayo del contenido de humedad para agregado grueso. ....	54
<b>Tabla 6:</b> Resultados del ensayo de contenido de humedad para la cáscara seca de piña.....	55
<b>Tabla 7:</b> Resultados del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino. ....	55
<b>Tabla 8:</b> Resultados del ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso. ....	56
<b>Tabla 9:</b> Resultados del ensayo del análisis granulométrico de la cáscara seca de piña.....	57
<b>Tabla 10:</b> Análisis Granulométrico de la cáscara seca de piña.....	58
<b>Tabla 11:</b> Resultados del ensayo de peso unitario del agregado fino. ....	58
<b>Tabla 12:</b> Resultados del ensayo de peso unitario del agregado grueso.....	59
<b>Tabla 13:</b> Resultados del ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos.....	59
<b>Tabla 14:</b> Resultados del ensayo de peso específico y absorción de agregados finos.....	60
<b>Tabla 15:</b> Resultados del ensayo de gravedad específica y absorción de la cáscara seca de piña	60
<b>Tabla 16:</b> Resultados del ensayo a compresión a los 7 días de curado.....	61
<b>Tabla 17:</b> Resultados del ensayo a compresión a los 14 días de curado.....	63
<b>Tabla 18:</b> Resultados del ensayo a compresión a los 28 días de curado.....	64
<b>Tabla 19:</b> Resumen de las resistencias.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Modelo de Protocolo.....	33
<b>Figura 2:</b> Mapa de la ubicación de la distribuidora de la cantera .....	38
<b>Figura 3:</b> Transporte de la cáscara de piña desde baños del Inca hacia Cajamarca.....	39
<b>Figura 4:</b> Limpieza de cáscara de piña.....	39
<b>Figura 5:</b> Cáscara de piña seca y parcialmente seca .....	40
<b>Figura 6:</b> Cáscara seca de piña en el proceso de trituración .....	40
<b>Figura 7:</b> Probetas en reposo para alcanzar su endurecimiento .....	51
<b>Figura 8:</b> Análisis granulométrico del agregado fino. ....	56
<b>Figura 9:</b> Análisis granulométrico del agregado grueso .....	57

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1</b> Resultados de los esfuerzos promedio de las probetas curadas a 7 días .....	62
<b>Gráfica 2:</b> Resultados de los esfuerzos promedio de las probetas curadas a 14 días.....	64
<b>Gráfica 3:</b> Resultados de los esfuerzos promedio de las probetas curadas a 28 días.....	66
<b>Gráfica 4:</b> Resistencia a la compresión de probetas a los 7,14 y 28 días .....	66
<b>Gráfica 5:</b> Resistencias de las probetas patrón y con adición en 3%,5% y 7% de cáscara de piña a 7,14 y 28 días.....	67

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Módulo de Finura .....	43
<b>Ecuación 2</b> Contenido de humedad.....	45
<b>Ecuación 3</b> Gravedad Específica .....	47
<b>Ecuación 4</b> Absorción.....	47
<b>Ecuación 5</b> Compresión del mortero.....	52

## RESUMEN

La presente investigación se centra en la viabilidad de emplear cáscara seca de piña como sustituto parcial del agregado fino en la producción de concreto con una resistencia nominal de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. El objetivo principal de este estudio es evaluar el impacto de diferentes porcentajes de reemplazo (3%, 5% y 7%) en la resistencia del concreto. Este estudio sigue un enfoque cuantitativo, nivel explicativo y se basa en un diseño cuasiexperimental. En el curso de esta investigación, se fabricarán y luego se ensayarán 48 especímenes de concreto, sometiéndolos a pruebas de compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados revelan que la resistencia a los 28 días de curado con el reemplazo del 3% de cáscara seca de piña al agregado fino fue de 189.53 kg/cm<sup>2</sup>; con reemplazo parcial de cáscara de piña en 5% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 145.22 kg/cm<sup>2</sup>; y en el caso del concreto con reemplazo parcial de cáscara de piña en 7% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 125.45kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, la adición de cáscara seca de piña como reemplazo parcial del agregado fino tiene un impacto negativo en el concreto, ya que disminuye su resistencia.

**PALABRAS CLAVES:** Compresión, piña, resistencia.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, hemos sido testigos de los notables avances en la ciencia y tecnología aplicados al campo del concreto. Estos avances han permitido que podamos llevar a cabo construcciones de manera más eficiente, económica y segura, satisfaciendo así las exigencias de la vida moderna (Montoya Ventura, 2019).

Sin embargo, en Sudamérica, específicamente en relación con el concreto, existe una preocupación importante que es la limitación de recursos económicos. Esta limitación puede dar lugar a la reducción de la calidad y resistencia de las estructuras construidas, ya que en muchas ocasiones no se utilizan las cantidades necesarias de materiales. Por lo tanto, resulta crucial asegurar la producción de un producto final de alta calidad y durabilidad.

En el contexto de Perú, y especialmente en los sectores más modestos de la industria de la construcción, se enfrentan numerosas dificultades debido al constante aumento de los costos de los materiales (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021).

Las evoluciones tecnológicas y los desafíos tanto ambientales como económicos que surgen con el tiempo impulsan a la industria de la ingeniería civil a explorar innovadoras soluciones que promuevan un desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Una de las mejoras significativas en el campo de la ingeniería civil consiste en la sustitución de agregados a partir de residuos orgánicos; esta innovación contribuye a reducir la contaminación ambiental, un ejemplo claro de estos agregados incluye el uso de subproductos como la fibra de hoja de la planta de

piña, cáscara de café, tallo de plátano, cáscara de arroz, fibra de zanahoria, fibra de coco, cáscara de maní, entre otros. Que se han empleado con éxito para llevar a cabo operaciones de construcción, sin comprometer la eficiencia.

Por lo tanto, la propuesta de desarrollar e implementar como agregado fino basado en la cáscara seca de piña podría representar una solución prometedora para abordar este desafío.

La cáscara de piña es un subproducto agrícola abundante, su disposición inadecuada puede generar problemas ambientales, ya que se considera residuo orgánico y este genera contaminación.

Pues en los países en desarrollo, se enfrenta un desafío crítico relacionado con el manejo adecuado de los residuos orgánicos. La demanda de recursos naturales está en constante aumento, y esto se refleja en la extracción de recursos, que ha aumentado más del triple desde 1970 (Organización de las Naciones Unidas, 2018).

A nivel global, cada persona genera aproximadamente un kilogramo de basura al día, y en conjunto, la región latinoamericana produce alrededor del 10% de los residuos mundiales, según un informe de la (Organización de las Naciones Unidas, 2018). La mayoría de estos residuos en las ciudades latinoamericanas son orgánicos, representando el 75% en países de bajos ingresos y el 36% en países de ingresos más altos; según (Pon, 2019), coordinador de productos químicos y derechos de ONU Medio Ambiente.

En el caso de Perú, el país genera alrededor de 21 mil toneladas de residuos municipales al día, con una producción per cápita de 0.8 kilogramos de basura

orgánica, de la cual solo el 1% se recupera (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2019).

Se necesita abordar de manera efectiva la gestión de los residuos orgánicos, aprovechando la abundante producción de piñas. Ya que se evidencio que la producción mundial de piña fue de 27 402 956 Tn en el año 2017 (Centro de exportación e inversión de la República Dominicana, 2017). Latinoamérica es también la segunda región productora de piñas a nivel mundial, equivalente al 36% del volumen total, según (Food and Agriculture Organization, 2020). La producción total de piñas de Perú llegó a las 567.1 toneladas (Asociación de Exportadores, 2021).

Se presentarán los antecedentes similares al presente estudio que en los últimos años hayan sido publicados en artículos científicos.

(Pinzón Rojas & Peña Cruz, 2021) “Análisis del comportamiento mecánico del concreto adicionado con fibra de hoja de la planta piña Oro Miel” el objetivo principal fue evaluar el comportamiento del concreto con adición de hoja de la planta piña Oro Miel en porcentajes de 0.5%,1% y 2% a edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados del estudio mostraron que, a los 28 días, las resistencias a la compresión para las mezclas con un 0%,0.5%, 1% y 2% de fibra de piña son de 18 MPa, 21 MPa, 24 MPa y 22 MPa respectivamente. En conclusión, la mezcla con un 1% de fibra; mostro la mayor resistencia a la compresión, con un aumento del 25% en comparación con la muestra estándar, superando la resistencia del diseño original. En conclusión, si se aumentaba la cantidad de fibra por encima del 1%, la resistencia comenzaba a disminuir, como se vio en el diseño con un 2% de fibra.

(Lara, 2017) “Determinación de los porcentajes óptimos de fibra de coco en hormigones hidráulicos” el propósito de esta investigación fue comparar y evaluar la durabilidad y resistencia a los 14 y 28 días de curado del hormigón con la inclusión de fibra de estopa de coco en 0.5%, 1.5% y 2% en su composición. Los resultados indicaron que, a los 28 días de curado, con la adición de fibra de estopa de coco en 0.5% fue de 218.09 kg/cm<sup>2</sup>; con adición del 1.5% fue de 248.15 kg/cm<sup>2</sup>; y con adición del 2% fue de 192.36 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluye que con la adición del 0.5% y 1.5% de fibra de estopa de coco la resistencia fue mayor que el concreto con f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que con el 2% de adición la resistencia reduce.

(Ruiz Chávez & Llontop Esquerre , 2019) “Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón” tuvo como objetivo diseñar una mezcla de concreto con la adición de fibra de zanahoria en 0.5%, 1% y 1.725% para mejorar las propiedades mecánicas a 3, 7, 14 y 28 días de curado. El estudio metodológico fue experimental y los resultados de los ensayos demostraron que la resistencia a la compresión del concreto común a los 28 días fue de 346.40kg/cm<sup>2</sup> y adicionando zanahoria en 0.5%,1% y 1.725% fue de 389.50 kg/cm<sup>2</sup>, 355.67 kg/cm<sup>2</sup> y 346.47 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En conclusión, todos los diseños llegaban a superar la resistencia del concreto patrón.

(Acuña Reymundo & García Canma , 2023) “Influencia de la adición de cenizas de cáscaras de naranja en las propiedades mecánicas y físicas del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> Ventanilla – 2023” El objetivo principal de este estudio fue investigar el impacto de la inclusión de cenizas de cáscara de naranja en proporciones del 1.25%, 2.5%, 3.75% y 5% en las propiedades físicas de un concreto con una resistencia

nominal de  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , evaluando su desempeño a los intervalos de 7, 14 y 28 días. Después de un período de 28 días, los resultados indicaron que el concreto estándar alcanzó una resistencia de  $245 \text{ kg/cm}^2$ . Sin embargo, con la incorporación del 1.25% de cenizas de cáscara de naranja, se logró una resistencia de  $245.47 \text{ kg/cm}^2$ . Para la adición del 2.5%, la resistencia fue de  $166.23\%$ , mientras que con el 3.75%, se alcanzó una resistencia de  $168.48 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente, con un 5% de cenizas de cáscara de naranja, la resistencia fue de  $310.47 \text{ kg/cm}^2$ . En conclusión, se observó que los porcentajes de adición que mostraron un aumento significativo en la resistencia del concreto fueron el 1.25% y el 5%, lo que sugiere su potencial aplicación en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto.

(Rosas García, 2020) "Comparación de la resistencia en  $\text{kg/cm}^2$  del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara de café como sustituto porcentual del agregado fino" En esta investigación, se evaluó cómo reemplazar el 5%, 8% y 10% del agregado fino en el concreto con ceniza de cáscara de café teniendo como objetivo evaluar cómo afecta su resistencia a la compresión. Los resultados mostraron que, a los 28 días de edad, el concreto con un 5% de ceniza alcanzó una resistencia de  $176.56 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el concreto con un 8% alcanzó la resistencia de  $156.24 \text{ kg/cm}^2$  y con 10% de ceniza alcanzó el  $130.38 \text{ kg/cm}^2$ . En conclusión, la adición de ceniza de cáscara de café al concreto disminuyó la resistencia a medida que se aumentaba la cantidad de ceniza.

(Ruiz Chávez & Llontop Esquerre , 2019) "Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón" tuvo como objetivo diseñar una mezcla de concreto con la adición de fibra de zanahoria en 0.5%, 1% y 1.725% para

mejorar las propiedades mecánicas a 3, 7, 14 y 28 días de curado. El estudio metodológico fue experimental y los resultados de los ensayos demostraron que la resistencia a la compresión del concreto común a los 28 días fue de 346.40kg/cm<sup>2</sup> y adicionando zanahoria en 0.5%,1% y 1.725% fue de 389.50 kg/cm<sup>2</sup>, 355.67 kg/cm<sup>2</sup> y 346.47 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En conclusión, todos los diseños llegaban a superar la resistencia del concreto patrón.

(Acuña Reymundo & García Canma , 2023) “Influencia de la adición de cenizas de cáscaras de naranja en las propiedades mecánicas y físicas del concreto f´c=210 kg/cm<sup>2</sup> Ventanilla – 2023” El objetivo principal de este estudio fue investigar el impacto de la inclusión de cenizas de cáscara de naranja en proporciones del 1.25%, 2.5%, 3.75% y 5% en las propiedades físicas de un concreto con una resistencia nominal de f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, evaluando su desempeño a los intervalos de 7, 14 y 28 días. Después de un período de 28 días, los resultados indicaron que el concreto estándar alcanzó una resistencia de 245 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, con la incorporación del 1.25% de cenizas de cáscara de naranja, se logró una resistencia de 245.47 kg/cm<sup>2</sup>. Para la adición del 2.5%, la resistencia fue de 166.23%, mientras que con el 3.75%, se alcanzó una resistencia de 168.48 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, con un 5% de cenizas de cáscara de naranja, la resistencia fue de 310.47 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, se observó que los porcentajes de adición que mostraron un aumento significativo en la resistencia del concreto fueron el 1.25% y el 5%, lo que sugiere su potencial aplicación en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto.

(Rosas García, 2020) “Comparación de la resistencia en kg/cm<sup>2</sup> del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara de café como sustituto porcentual del agregado

fino” En esta investigación, se evaluó cómo reemplazar el 5%, 8% y 10% del agregado fino en el concreto con ceniza de cáscara de café teniendo como objetivo evaluar cómo afecta su resistencia a la compresión. Los resultados mostraron que, a los 28 días de edad, el concreto con un 5% de ceniza alcanzó una resistencia de 176.56 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con un 8% alcanzó la resistencia de 156.24 kg/cm<sup>2</sup> y con 10% de ceniza alcanzó el 130.38 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, la adición de ceniza de cáscara de café al concreto disminuyó la resistencia a medida que se aumentaba la cantidad de ceniza.

(Leiva Saavedra & Terrones Gamonal, 2021) “Efecto de falso tallo de plátano y cenizas de cáscara de arroz en la tenacidad y resistencia de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>”

El objetivo de este estudio fue examinar cómo la incorporación de falso tallo de plátano y cenizas de cáscara de arroz en concentraciones del 1%, 2% y 3% afecta la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia nominal de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados mostraron que a los 28 días de curado cuando se añadió un 1% de falso tallo de plátano, la resistencia a la compresión fue de 206.20 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual fue menor que la del concreto estándar. Similarmente, al agregar un 2% de falso tallo de plátano, la resistencia fue de 203.20 kg/cm<sup>2</sup>, también inferior a la del concreto estándar. Por último, con un 3% de falso tallo de plátano, la resistencia alcanzada fue de 200 kg/cm<sup>2</sup>, nuevamente más baja que la del concreto estándar. En cuanto a las cenizas de cáscara de arroz a los 28 días de curado, al añadir un 1%, 2% y 3%, las resistencias obtenidas fueron de 205.30 kg/cm<sup>2</sup>, 202.10 kg/cm<sup>2</sup> y 198.40 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, todas menores que la resistencia del concreto estándar. En conclusión, los resultados indican que la adición de falso tallo de plátano y cenizas de cáscara de arroz disminuyó la resistencia a la compresión del concreto en

proporción a la cantidad añadida, lo que refuta la hipótesis de que estos aditivos podrían mejorar la resistencia del concreto.

(Cieza Carranza & Llaja Silva, 2022) "Concreto simple con sustitución de cenizas de cáscara de maní y polvo de ladrillo para mejorar su resistencia, Tarapoto -2022" El objetivo principal de este estudio fue determinar si es posible aumentar la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto simple con una resistencia nominal de 210 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar parte del cemento Portland por cenizas de cáscara de maní y polvo de ladrillo en proporciones del 1.5%, 2.5% y 5%. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión obtenida después de 28 días de curado fue de 228.4 kg/cm<sup>2</sup>, 223.1 kg/cm<sup>2</sup> y 173.4 kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas con un 1.5%, 2.5% y 5% de ceniza y polvo de ladrillo, respectivamente. Asimismo, la resistencia del concreto convencional fue de 222.1 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, se demuestra que al incorporar estos materiales en proporciones del 1.5% y 2.5%, se lograron resistencias superiores a las del concreto convencional.

Teniendo en cuenta los estudios anteriores nos podemos basar en que la gran mayoría en su diseño patrón hacen adición de otros materiales que no son los comunes y en ocasiones aumenta la resistencia del concreto; la justificación práctica detrás de la tesis es el aprovechamiento de recursos locales, pues Cajamarca es una región donde la producción de piña es significativa. Utilizar la cáscara seca de piña como un material en la fabricación de concreto puede representar una forma sostenible de aprovechar los recursos locales y reducir la demanda de recursos naturales no renovables, lo que es fundamental para abordar los problemas de sostenibilidad ambiental. Desde el punto de vista teórico, esta investigación se justifica debido a la

falta de estudios específicos sobre el uso de cáscara de piña en el concreto en la región de Cajamarca. La literatura existente sobre materiales alternativos en la construcción se ha centrado en otros materiales, y hay una necesidad de evaluar científicamente el potencial de la cáscara de piña y su influencia en la resistencia del concreto.

El estudio también se justifica desde una perspectiva metodológica, ya que se propone evaluar la influencia de diferentes porcentajes de reemplazo de cáscara seca de piña en el agregado fino en la resistencia del concreto. Esto implicará la preparación de muestras de concreto con variaciones controladas en la proporción de cáscara de piña, seguidas de pruebas de resistencia a diferentes edades del concreto, lo que permitirá obtener datos científicos sólidos sobre cómo este material afecta las propiedades del concreto en la región de Cajamarca en 2023. La metodología proporcionará información valiosa para futuras investigaciones.

Resulta fundamental familiarizarse con las definiciones conceptuales de los términos fundamentales a fin de comprender más profundamente la investigación actual, por eso se presenta algunos conceptos:

## **CONCRETO**

Es un material compuesto por una mezcla de cemento, agua, agregados y posibles aditivos que, después de mezclarse y moldearse, fragua y endurece en una masa sólida con propiedades mecánicas y de durabilidad adecuadas para su uso en la construcción. (ASTM C125, 2020)

## - COMPONENTES DEL CONCRETO

### CEMENTO PORTLAND

Producto hidráulico complejo que se obtiene mediante la combinación química de clinker, yeso y otros materiales como la escoria de alto horno, cenizas volantes y puzolanas. El cemento Portland al mezclarse con agua, tiene la capacidad de reaccionar lentamente hasta formar una masa endurecida. (Portland Cement Association, 2022)

#### **Características**

- Propiedades hidráulicas: fragua y endurecer mediante la reacción química con el agua.
- Resistencia: es capaz de soportar cargas y tensiones importantes.
- Durabilidad: tiene una durabilidad significativa y puede mantener sus propiedades a lo largo del tiempo.
- Color: es un material grisáceo, aunque existen variedades que tienen diferentes tonalidades.
- Tiempo de fraguado: varía según su tipo y puede oscilar entre los 30 minutos y varias horas.
- Adhesividad: tiene la capacidad de adherirse a otros materiales, lo que lo convierte en un material adecuado para la construcción.

#### **Tipos**

La (NTP 334.009, 2020) que se basa en la (ASTM C150, 2021) contempla 5 tipos de cementos:

- Tipo I: destinado a obras de concreto en general, en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se requieren propiedades especiales.
- Tipo II: destinado a obras de concreto en general y a obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.
- Tipo III: aplicaciones que requieren una alta resistencia inicial temprana, como en la construcción de estructuras prefabricadas. Sin embargo, su fragilidad y falta de tenacidad lo hacen inadecuado para aplicaciones que requieren una alta resistencia a la abrasión o impacto.
- Tipo IV: es un concreto con alta resistencia inicial y se utiliza comúnmente en la construcción de infraestructuras, como puentes y carreteras, donde se requiere una resistencia inicial alta para soportar cargas pesadas. También se utiliza en la fabricación de productos prefabricados.
- Tipo V: tiene una composición química especial que lo hace resistente a los sulfatos y previene el deterioro por sulfatación. Es utilizado en la construcción de estructuras de concreto que se encuentran en contacto con suelos o aguas subterráneas que contienen sulfatos.

### **AGREGADOS**

Son materiales pétreos, que se utilizan en la producción de concreto.

Representan entre el 60% y el 80% del volumen del concreto y son esenciales para la resistencia y la durabilidad de este. (ASTM C125, 2020)

## Tipos

- AGREGADO FINO

La (ASTM C125, 2020) define a los agregados finos como aquellos que pasan por el tamiz de malla N°4 (4.75 mm) y quedan retenidos en el tamiz de malla N° 200 (0.075 mm). Además, debe cumplir con las especificaciones que establece la (NTP 400.037, 2018) dentro de las más importantes tenemos:

El material debe consistir en arena natural, arena manufacturada o una combinación de ellas.

Debe tener una granulometría adecuada.

El material debe estar libre de materia orgánica y otras sustancias.

Debe cumplir con los requisitos de absorción de agua y pérdida por abrasión establecidos en la norma.

- AGREGADO GRUESO

En la (ASTM C125, 2020) se establece que el agregado grueso es aquel material pétreo que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75 mm). Deberá cumplir con las especificaciones de la (NTP 400.037, 2018)“Agregados para concreto. Requisitos” dentro de las más importantes tenemos:

El agregado grueso deberá ser grava, piedra chancada, concreto chancado, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de la norma mencionada.

Estar limpio, sin materia orgánica, arcilla, limo, polvo y otras impurezas.

Tener granulometría adecuada.

## AGUA

La (ASTM C94, 2021) determina que el agua utilizada en la producción de concreto debe ser limpia, fresca y libre de sustancias que puedan afectar negativamente la calidad del concreto, dentro de estas sustancias tenemos: materia orgánica, ácidos, álcalis, aceites, grasas, cloruros y sulfatos. De acuerdo con la ubicación y condiciones de Perú la (NTP 339.088, 2019) establece las siguientes especificaciones para el agua que se debe utilizar en el concreto:

- El agua debe ser potable y libre de sustancias.
- La turbidez del agua no debe superar los 5 NTU (Unidades de Turbidez Nefelométricas).
- El pH del agua debe estar en un rango de 6 a 8.
- La concentración de cloruros en el agua no debe superar los 500 mg/L.
- La concentración de sulfatos en el agua no debe superar los 500 mg/L.

## ADITIVOS

Según la (ASTM C125, 2020) los aditivos son sustancias que pueden ser de origen orgánico o inorgánico que se agregan al concreto antes o durante la mezcla para modificar sus propiedades. La (NTP 334.088, 2021) clasifica a los aditivos según su función y efecto en el concreto, son 8 que se mencionan a continuación:

- Aditivos reductores de agua.
- Aditivos acelerantes de fraguado.
- Aditivos retardantes de fraguado.
- Aditivos plastificantes.

- Aditivos aireantes.
- Aditivos impermeabilizantes.
- Aditivos para la corrección de fisuras.
- Aditivos para la protección del acero de refuerzo.

Asimismo, esta norma hace mención a las especificaciones que deben tener los aditivos, dentro de las más importantes tenemos que deben ser:

- Químicamente estables.
- Solubles en agua.
- No contener materias extrañas en cantidades perjudiciales.
- No contener sustancias que puedan ser tóxicas o corrosivas para el acero de refuerzo o para otros materiales que estén en contacto con el concreto.
- No reducir la resistencia del concreto a la compresión o a la tracción.
- No reducir la durabilidad del concreto.

## **DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO**

Se refiere al proceso de elegir cuidadosamente las proporciones de los diferentes materiales que compondrán el concreto, considerando las especificaciones de resistencia y durabilidad requeridas, así como las condiciones específicas de colocación, acabado y tiempo de fraguado. Este proceso implica determinar la cantidad adecuada de cada material (cemento, agregados, agua, aditivos) y la relación en la que se mezclarán para lograr un concreto que satisfaga los requisitos de resistencia y durabilidad establecidos. (ASTM C94, 2021)

## **PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO**

Según (ACI 318, 2019) son las que se mencionan a continuación:

- **Trabajabilidad:** es la facilidad con la que el concreto puede ser colocado, compactado y acabado.
- **Consistencia:** se relaciona con la cantidad de agua que se utiliza en la mezcla de concreto, y se refiere a la capacidad de la mezcla para fluir y llenar completamente el molde.
- **Exudación:** se refiere a la separación de la pasta de cemento del agregado grueso, lo que puede dar lugar a una superficie irregular y una baja resistencia del concreto.
- **Segregación:** es la separación de los agregados en la mezcla, lo que puede dar lugar a una falta de homogeneidad y una baja resistencia del concreto.
- **Tiempo de fraguado:** es el tiempo que tarda el concreto en endurecerse después de la mezcla. Un tiempo de fraguado demasiado rápido o lento puede afectar la calidad y la resistencia del concreto.
- **Temperatura:** la temperatura del concreto fresco puede afectar su consistencia y el tiempo de fraguado.

## **PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO**

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Es la propiedad del concreto para resistir una carga de compresión sin fallar, para medir esta resistencia se utiliza una probeta de concreto que se somete a una prueba de compresión, y se registra la carga máxima que puede soportar antes de fallar. Este

resultado es importante ya que se utiliza para evaluar si el concreto cumple con las especificaciones y requisitos de diseño. (ASTM C39, 2021)

La (NTP 339.034 , 2015) establece que:

- La máquina de ensayo deberá estar calibrada, además deberá contar con la capacidad conveniente para proveer con la velocidad de carga indicada en el apartado.
- Las muestras deben ser cilíndricas y tener una relación entre la altura y el diámetro de 2:1.
- Las muestras deben ser preparadas de acuerdo con ciertas especificaciones, como la utilización de moldes de acero y la compactación del concreto en capas.
- Se deben registrar los resultados de la carga máxima y el área transversal de la muestra, y se calcula la resistencia a la compresión dividiendo la carga máxima entre el área transversal.
- La edad mínima de las muestras para realizar la prueba de compresión es de 28 días.

### **CÁSCARA SECA DE PIÑA**

La cáscara de piña, que representa aproximadamente el 13.48% del peso total de la fruta, es abundante y problemático debido a su tendencia a descomponerse y causar problemas ambientales. Para llegar a su estado seco se debe deshidratar o secar la parte exterior de la piña, se obtiene generalmente después de quitar la pulpa y el jugo de la piña fresca. Debido a su naturaleza fibrosa, puede tener cierta tenacidad que le permita resistir impactos o fuerzas, estas fibras se pueden comparar con las fibras utilizadas en el concreto reforzado, como las fibras de acero o las fibras de

polipropileno, que se agregan para mejorar la resistencia (Maldonado Rodriguez, Bratovic, Mahmoud, & Hikal, 2021). En su composición química tiene:

**Tabla 1**  
*Composición Química de la cáscara de piña.*

Parámetro	% en base seca
Celulosa	56-62
Hemicelulosa	16-19
Pectinas	2-2.5
Lignina	9-13
Materiales solubles en agua	1.15
Grasa y cera	4-7
Cenizas	2-3

En la investigación liderada por Ted Slaghekm y su equipo, se utilizó la lignina para fabricar un asfalto más ecológico y resistente evitando que con el tiempo aparezcan grietas. Esto implica que la lignina, un componente de las plantas, se está considerando como un material alternativo en la construcción de carreteras, lo que demuestra su potencial en aplicaciones relacionadas con materiales de construcción. (Tecnocarreteras, 2015)

Por otro lado, por primera vez la comunidad científica ha descubierto que la cáscara de piña contiene minúsculas partículas con una forma de rosetas que podrían estar compuestas de sílice, estas partículas de sílice alcanzarían un tamaño aproximado de 10 micrómetros.

Estas partículas de sílice se obtienen junto con la nanocelulosa, lo que sugiere que la biomasa vegetal tiene un gran potencial. El rendimiento de recuperación alcanzado fue del 7.2% en relación a la cantidad inicial de materia sólida. Dadas su tamaño y forma, estas pequeñas partículas pueden tener una variedad de aplicaciones interesantes. (LANOTEC, 2018)

## 1.2. Formulación del problema

- ¿Cómo influye el reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3%,5%,7% al agregado fino en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo General

- Analizar cómo influye el reemplazo parcial de la cáscara seca de piña en 3%,5%,7% al agregado fino en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados y de la cáscara seca de piña.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y del concreto con reemplazo parcial del 3%, 5% y 7% de cáscara seca de piña al agregado fino, después de 7, 14 y 28 días de curado.

## 1.4. Hipótesis

Teniendo en cuenta que la investigación tiene suficientes datos para hacer una prueba estadística y también tiene un diseño de mezcla que es experimental se plantea:

#### **1.4.1. Hipótesis General**

- El reemplazo parcial de la cáscara seca de piña en los porcentajes de 3%, 5% y 7% al concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> tiene un impacto positivo significativo en un 10% de su resistencia final.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

**Nivel explicativo**, se enfoca en proporcionar respuestas sobre las causas y razones detrás de eventos y fenómenos, tanto en el ámbito físico como en el social. Su objetivo principal es describir por qué ocurre un fenómeno y las circunstancias que lo impulsan. Además, busca comprender cómo se relacionan las variables involucradas, ya sea una o varias, para identificar las conexiones y los factores que contribuyen a la aparición del fenómeno. (Fernández Collado & Baptista Lucio, 2019). Es de ese nivel, porque en los resultados se muestra en cuanto varía la resistencia de acuerdo con los porcentajes utilizados en esta investigación, es así como ambas variables se relacionan.

El estudio tiene un **enfoque cuantitativo**, se enfoca en recopilar datos para responder preguntas de investigación y validar hipótesis previamente planteadas. Se centra en la medición de variables y el uso de instrumentos de investigación, empleando estadísticas descriptivas e inferenciales, así como la verificación de hipótesis estadísticas. Esto implica la formulación de hipótesis, la selección de muestras y otros métodos que permiten cuantificar y analizar los datos recopilados. (Ñaupas Paitán, Palacios Vilela, Valdivia Dueñas, & Romero Delgado, 2018). Se considero este enfoque ya que los resultados serán resistencias a compresión de concreto, y se partió de una hipótesis y en cómo las pruebas se comportan o funcionan en el presente.

**Diseño cuasiexperimental**, implica la manipulación deliberada de al menos una variable independiente para observar su impacto en una o más variables dependientes. Sin embargo, la diferencia principal con respecto a los experimentos verdaderos radica en la medida de certeza o confiabilidad que se puede obtener en cuanto a la equivalencia original de los grupos (Fernández Collado & Baptista Lucio, 2019). Se considera ese diseño ya que los

porcentajes de reemplazo de cáscara seca de piña en esta investigación son diferentes y se verá el efecto que tendrá en las propiedades mecánicas del concreto.

La **población** se refiere a un conjunto específico y disponible de casos que se utilizará como base para seleccionar la muestra, y que cumple con ciertos criterios previamente establecidos. La población de este estudio está conformada por las probetas de concreto patrón con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, y las probetas con reemplazo parcial del 3%, 5% y 7% de cáscara seca de piña al agregado fino.

La **muestra** es una porción o subgrupo de la población de estudio que se elige para su análisis o estudio. Es importante que la muestra sea representativa de la población en términos de características y propiedades. (Otzen & Manterola, 2017). El tipo de muestreo de esta tesis es no probabilístico, y se siguió lo que establece la NTP 339.034 la cual hace mención que para probetas de medidas de 15cm\*30cm se necesitan como mínimo dos testigos para validar un dato. Es por ello que la muestra está conformada por:

48 probetas que servirán para el ensayo a compresión.

**Tabla 2**

Diseño de concreto con f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo a compresión		
	Edades		
	7 días	14 días	28 días
Concreto patrón	4	4	4
Concreto con reemplazo del 3% de cáscara de piña	4	4	4
Concreto con reemplazo del 5% de cáscara de piña	4	4	4
Concreto con reemplazo del 7% de cáscara de piña	4	4	4
TOTAL		48	

*Muestra de la investigación*

Nota. Para cada edad se realizarán 16 probetas. Con las especificaciones de la norma ASTM C31/NTP 339.033.

## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

### TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **TÉCNICAS:** Observación directa de los fenómenos que ocurrirán en los ensayos, registrando cuidadosamente las propiedades físico-mecánicas de los agregados y las resistencias a la compresión.
- **INSTRUMENTOS:** Protocolos que son aquellos que establece las normas, procedimientos y especificaciones los cuales se necesitarán para hacer los ensayos correctamente y estos nos permitirán acopiar los resultados de manera segura dentro de estos encontraremos los de la ASTM y los de la NTP.

**Figura 1:**

Modelo de Protocolo

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOKOLO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
ENSAYO			
NORMA	NTP 339.185		
TESIS	"INFLUENCIA DEL REEMPLAZO PARCIAL DE CÁSCARA SECA DE PIÑA EN 3%,5%,7% AL AGREGADO FINO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM <sup>2</sup> , CAJAMARCA 2023"		
CANTERA	Juan sin miedo E.I.R.L.	TIPO DE MATERIAL	Agregado fino y grueso de río
UBICACIÓN	Baños del Inca	COLOR DE MATERIAL	Grís
FECHA DE MUESTRA	30/06/2023	HORA DE ENSAYO	06:20 p.m
FECHA DE ENSAYO	31/06/2023	REVISADO POR	Hoyos Martínez Jorge Luis

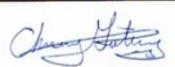
A. CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO FINO			
ENSAYO N°	1	2	3
Identificación del recipiente o Tara	NC-1	NC-2	NC-3
Peso del recipiente ( gr. )	35.40	38.90	35.20
Peso de (M. Hum. + recipiente ) ( gr. )	504.80	479.10	517.60
Peso de (M. Seca. + recipiente ) ( gr. )	481.50	457.30	492.70
Peso del Agua ( gr. )	23.30	21.80	24.90
Peso de la Muestra Seca ( gr. )	446.10	418.40	457.50
Contenido de Humedad ( % )	5.22%	5.21%	5.44%
Promedio del Contenido de Humedad ( % )	5.29%		

B. CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO GRUESO			
ENSAYO N°	1	2	3
Identificación del recipiente o Tara	NC-4	NC-5	NC-6
Peso del recipiente ( gr. )	34.80	36.10	37.30
Peso de (M. Hum. + recipiente ) ( gr. )	471.20	499.30	495.70
Peso de (M. Seca. + recipiente ) ( gr. )	460.90	489.40	482.80
Peso del Agua ( gr. )	10.30	9.90	12.90
Peso de la Muestra Seca ( gr. )	426.10	453.30	445.50
Contenido de Humedad ( % )	2.42%	2.18%	2.90%
Promedio del Contenido de Humedad ( % )	2.50%		

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Chavez Gutierrez Nayeli Rocío	NOMBRE: Hoyos Martínez Jorge Luis	NOMBRE: Ing. Guillón Sheen Tullio Edgar
FECHA: 18/07/2023	FECHA: 18/07/2023	FECHA: 18/07/2023

Nombre y normas que corresponden al ensayo

Datos generales

Resultados del ensayo

Observaciones, firmas y nombres del responsable, coordinador y asesor.

Asimismo, se muestra la fecha

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

- El procedimiento de tratamiento de datos empieza por la organización de los datos en el software Excel. Para después realizar una revisión de los datos e identificar y corregir posibles errores, datos o valores atípicos, luego se hace un análisis estadístico descriptivo en donde se determinará la desviación estándar en % para cada grupo de probetas (3%, 5%, 7%) y para el grupo de control (sin reemplazo de cáscara de piña). Luego se realiza el análisis de regresión en donde se explorará posibles relaciones entre la variable independiente y la variable dependiente. Después se hará una presentación gráfica en donde se utilizarán gráficos (gráficos de

dispersión y gráficos de barras) para visualizar los datos y resaltar patrones o tendencias.

- Para evaluar adecuadamente las características pertinentes de las técnicas y materiales utilizados, es importante considerar aspectos como:

a) Evidencia de validez

- ✓ Los procedimientos de prueba se seleccionaron en base a estándares internacionales (ASTM) y las NTP, para garantizar la validez y la comparabilidad de los resultados.
- ✓ Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura para respaldar la elección de la cáscara de piña como material de reemplazo.

b) Puntuaciones de confiabilidad

- ✓ Se verificó que los equipos de medición estén calibrados para garantizar resultados precisos.

c) Equidad

- ✓ Se establecieron procedimientos estandarizados para garantizar la equidad en las condiciones de prueba.

d) Criterios de calidad

- ✓ Se siguieron normativas específicas (ASTM y NTP) para asegurar la calidad en las pruebas de resistencia del concreto.
- ✓ Se establecieron criterios claros para la aceptación o rechazo de datos atípicos. Dentro de los cuales tuvimos que a los 7 días de curado las probetas

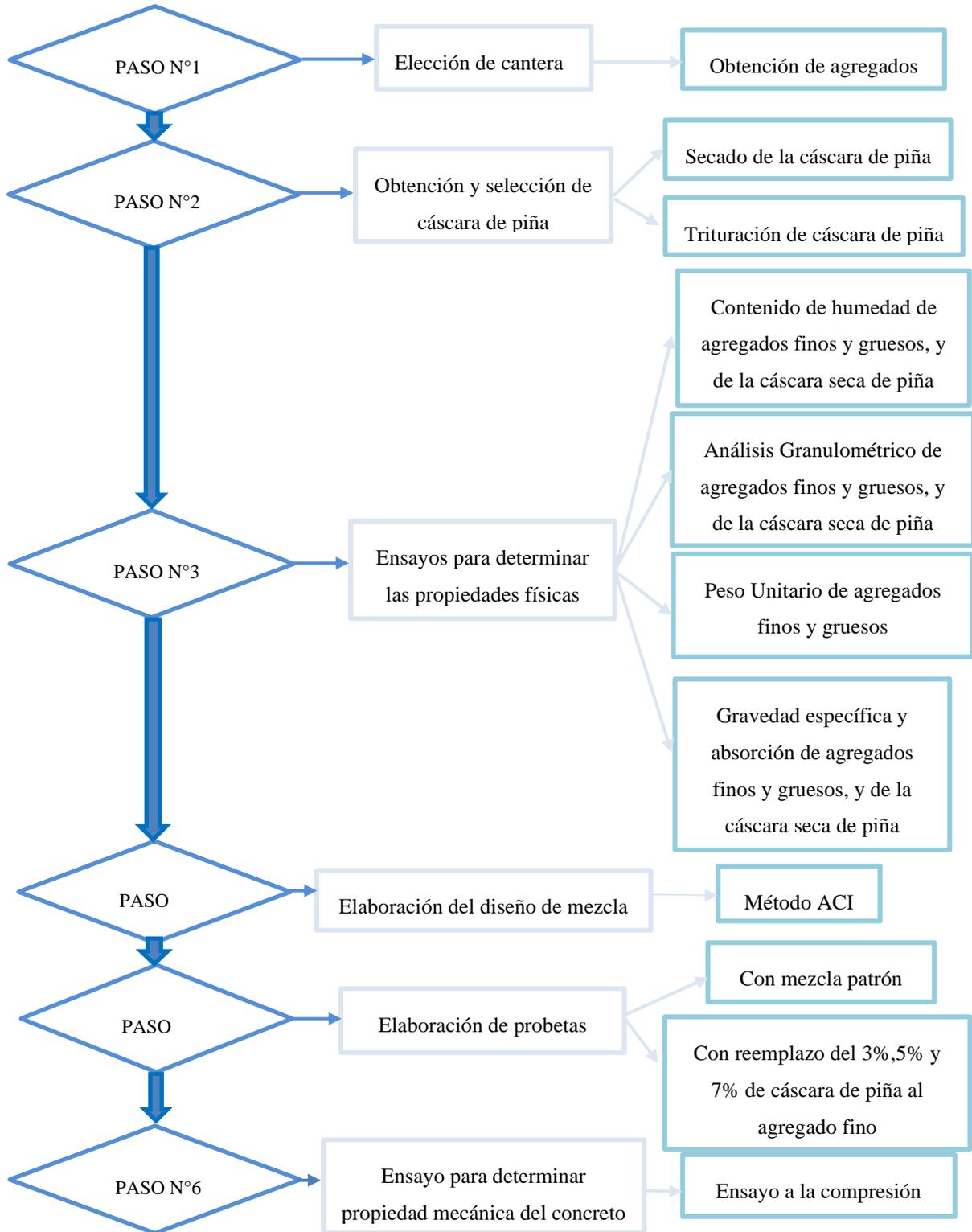
patrón deberían alcanzar el 65% de su resistencia final, a los 14 días debió alcanzar el 90% de su resistencia final y a los 28 días debió llegar al 100% de su resistencia final. También se tuvo que se aceptarán aquellos datos que se encuentren por debajo o lleguen a la resistencia final de 294 kg/cm<sup>2</sup> para garantizar consistencia en las condiciones de prueba.

Este tipo de presentación detallada de las características pertinentes de las técnicas y materiales utilizados fortalecerá la validez y la credibilidad del estudio y proporcionará a los lectores una comprensión clara de la metodología empleada.

## PROCEDIMIENTO

### Flujograma 1

*Procedimiento*



- La cantera que se eligió fue “JUAN SIN MIEDO E.I.R.L” por su cercanía a la Universidad Privada del Norte; su distribuidora se encuentra en la dirección: Av. De evitamiento Norte K-1. Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca y Distrito Cajamarca, Barrio Pueblo Nuevo. Esta cantera distribuye agregado fino y grueso, materiales esenciales en la fabricación del concreto y mortero. Estos materiales son traídos desde Baños del Inca.

**Figura 2**

M



*cación de la distribuidora de la cantera*

**Fuente:** Google Maps

Sur: 70845.6  
Oeste: 783030.6

- En cuanto a la cáscara de piña, se obtuvo de la plaza de “Baños del Inca” en donde venden jugo de piña y otras frutas. Se saca la cáscara de la piña para que utilicen la pulpa en el jugo, esta cáscara se recolecta en baldes grandes de 20 lt, para posteriormente llevarlo en carro hacia el lugar donde se iba a limpiar (Cajamarca).

**Figura 3**



- La capa de la piña era muy gruesa porque tenía un poco de pulpa, entonces se procedió a limpiar con un cuchillo para que solo quede la cáscara. Además, como la cáscara era grande se procedió a cortar en tiras para que su secado sea más rápido.

**Figura 4**

*Limpieza de cáscara de piña*



*Fuente: Elaboración Propia*

- Luego se coloca encima de una superficie plana y limpia, para dejarla secar al medio ambiente por un mes y medio. Se ubico en un ambiente adecuado para evitar que este se mezcle con cualquier impureza.

**Figura 5**

*Cáscara de piña seca y parcialmente seca*



- Después del proceso de secado, va a pasar al proceso de trituración con ayuda de un molino de mano. Las partículas que caerán se recogerán en una bolsa de plástico para luego ser almacenado en un lugar adecuado hasta que este sea utilizado. Se tamiza y todo lo que pasa la malla N°4 se utilizará para el reemplazo de cáscara de piña en el agregado fino.

**Figura 6**

*Cáscara seca de piña en el proceso de trituración*



- Se compararán los agregados de la cantería para ser ensayos y determinar sus propiedades mediante los siguientes ensayos, los cuales se realizaron en el siguiente orden:

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO Y GRUESO**

**(ASTM C136 / NTP 400.12)** esta norma técnica especifica los procedimientos y métodos de prueba para determinar la distribución granulométrica del agregado fino, grueso y global por tamizado. Para este método se toma una muestra seca de agregado, cuya masa es conocida, y se somete a un proceso de separación utilizando una serie de tamices que van desde aberturas más grandes a aberturas más pequeñas. Esto se realiza con el objetivo de determinar la distribución del tamaño de las partículas en la muestra.

#### *Equipos y materiales:*

- Balanza que debe contar con una aproximación de 0.01gr.
- Tamices que deberán cumplir con los estándares de la NTP 350.001.
- La extracción de la muestra debe realizarse siguiendo las pautas establecidas en la NTP 400.010. Además, es necesario de que la cantidad de muestra recolectada cumpla con los requisitos mínimos establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Cantidades mínimas de muestra para ensayo de Humedad*

TMN Agregado	Masa Mínima (kg)
9.5 mm ( $\frac{3}{8}$ pulg)	1.0
12.5 mm ( $\frac{1}{2}$ pulg)	2.0
19.0 mm ( $\frac{3}{4}$ pulg)	5.0
25.0 mm (1 pulg)	10.0

37.5 mm (1 ½ pulg)	15.0
50.0 mm (2 pulg)	20.0
63.0 mm (2 ½ pulg)	35.0
75.0 mm (3 pulg)	60.0
90.0 mm (3 ½ pulg)	100.0
100 mm (4 pulg)	150.0
125 mm (5 pulg)	300.0

*Fuente: NTP 400.012*

Para el agregado fino, utilizar una aproximación de 0,1 gramos y una precisión exacta de 0,1 gramos o 0,1% por ciento de la masa de la muestra.

Para la adición de agregado grueso o agregado global, con una aproximación precisa de 0,5 g o 0,1 % de la masa de la muestra.

*Procedimiento:*

- Secar la muestra hasta que alcance un peso constante a una temperatura de aproximadamente 110 °C con una variación de  $\pm 5$  °C.
- Se eligen tamices de tamaños apropiados para obtener la información necesaria según las especificaciones que se apliquen al material que se va a analizar.
- Se establece un límite en la cantidad de material que se coloca sobre el tamiz utilizado para asegurar que todas las partículas tengan la oportunidad de pasar a través de la abertura del tamiz varias veces durante el proceso de tamizado.
- Se tomaron medidas para evitar una carga excesiva de material.

- El proceso de tamizado se lleva a cabo durante un tiempo suficiente para garantizar que al final no más del 1% de la masa del residuo quede atrapado en un solo tamiz. Para realizar el tamizado manual, se sostuvo firmemente un tamiz con su tapa y fondo bien ajustados en posición ligeramente inclinada en una mano. Se golpeo el filo del tamiz contra el talón de la otra mano hacia arriba, a una velocidad de aproximadamente 150 golpes por minuto, girando el tamiz un sexto de revolución cada 25 golpes.
- Después del tamizado, se verifico la masa total del material con la masa de la muestra colocada en cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0,3% de la masa seca original de la muestra, el resultado no debe utilizarse para propósitos de aceptación.
- La muestra de ensayo después del proceso de secado debía tener un peso mínimo de 300 g.
- Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el módulo de finura.

**Ecuación 1:**

Módulo de Finura

$$MF = \sum \frac{\% \text{Ret. Acum. en los tamices N}^\circ 4,8,16,30,50 \text{ y } 100}{100}$$

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C566 / NTP 339.185)** la humedad o contenido de humedad de un suelo se define como la proporción, expresada en porcentaje, del peso del agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de las partículas sólidas.

### Equipos y material:

- Horno de secado con control termostático, preferiblemente de tipo de tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Balanza con capacidad adecuada y con las siguientes aproximaciones: 0,01 g para muestras de menos de 200 g y 0,1 g para muestras de más de 200 g.
- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, al cambio de peso debido al enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable y a la limpieza
- Se utilizó una muestra modificada obtenida de la cantera.

### Procedimiento:

- Se calcula y anota el peso de un recipiente limpio y seco (incluyendo su tapa, si se utiliza).
- Se coloca el espécimen de ensayo que está húmedo en el recipiente designado y, en caso de utilizarlo, se asegura la tapa en su posición. Luego se calcula el peso del recipiente y del material húmedo mediante el uso de una balanza seleccionada de acuerdo con el peso del espécimen.
- Se retira la tapa (si se utilizó) y se coloca el recipiente con el material húmedo dentro del horno. Se procede a secar el material hasta que alcance una masa constante. Manteniéndose así el proceso de secado en el horno a una temperatura de  $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ , a menos que se indique otra temperatura específica.
- Después de que el material se haya secado completamente y alcance un peso constante, se retira el recipiente del horno (y se coloca la tapa si se utilizó).

Se permite que tanto el material como el recipiente se enfríen a temperatura ambiente o hasta que el recipiente se pueda manipular cómodamente sin afectar el funcionamiento de la balanza debido a corrientes de convección o calentamiento adicional. Luego, se determina el peso del recipiente y el material seco utilizando la misma balanza utilizada anteriormente y se registra este valor. Las tapas de los recipientes se utilizan si se sospecha que la muestra está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

La fórmula que se utilizó para calcular la gravedad específica se muestra a continuación.

#### **Ecuación 2**

*Contenido de humedad*

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

**Donde:**

$W\%$  = Contenido de Humedad.

$W_w$  = Peso del agua

$W_s$  = Peso del material seco

### **GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS**

**(ASTM C127 / NTP 400.021)** se utiliza para determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado fino. Estos valores son utilizados en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, así como en el control de la uniformidad de las características físicas del agregado.

### Equipos:

- Balanza que tenga una sensibilidad de 0.1% del peso medido. Se debió asegurar de que la balanza sea capaz de medir con precisión el peso de los objetos con una capacidad de 1000 gramos o más.
- Frasco volumétrico con una capacidad de 500 ml. Se debe verificar que el frasco esté calibrado hasta 0.1 ml a una temperatura de 20 °C, esto garantizará mediciones precisas del volumen de líquidos.
- Molde cónico metálico que tenga un diámetro de 40 mm  $\pm$  3 mm en la parte superior, 90 mm  $\pm$  3 mm en la parte inferior y una altura de 75 mm  $\pm$  3 mm.
- Varilla compactadora de metal que tenga un peso de 340 gramos  $\pm$  15 gramos, deberá tener un extremo de superficie plana circular con un diámetro de 25 mm  $\pm$  3 mm. Esta varilla se utilizó para compactar las muestras.

### Procedimiento:

- Se coloca el material en un recipiente y se cubre con agua, dejándolo reposar durante 24 horas. Durante este tiempo, se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia para asegurar un secado uniforme. Este proceso continúa hasta que los granos del agregado no se adhieran entre sí.
- Luego, se utiliza un molde cónico donde se coloca la muestra del agregado fino. Se apisona suavemente 25 veces con una varilla de metal y se levanta el molde verticalmente. Se repite el proceso de secado y uso del molde

cónico hasta que el cono de agregado se desintegre, indicando que el agregado fino ha alcanzado el estado de saturación superficialmente seco.

- A continuación, se introduce una muestra preparada de 500 gramos en un frasco y se añade agua hasta aproximadamente el 90% de la capacidad del frasco para eliminar el aire atrapado. Se agita constantemente y se coloca en un baño de agua a una temperatura entre 21 °C y 25 °C durante 1 hora.
- Después, se llena el frasco hasta la marca de 500 ml y se determina su peso total.
- Finalmente, se extrae el agregado fino del frasco, se seca hasta alcanzar un peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C. Posteriormente, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante ½ hora a 1 ½ hora y se pesa.

Una vez completados estos pasos, se utiliza la fórmula correspondiente para calcular la gravedad específica del agregado fino.

### **Ecuación 3**

*Gravedad Específica*

$$P_{esss} = \frac{500}{(v - va)} \times 100$$

**Donde:**

*P<sub>esss</sub>* = Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo.

Se emplea la siguiente fórmula para calcular la absorción

### **Ecuación 4**

*Absorción*

$$Ab = \frac{500 - w_o}{w_o} \times 100$$

**Donde:**

Ab = Absorción.

wo = Peso en el aire de la muestra secada en el

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (ASTM C29 / NTP 400.017)** este

método de ensayo abarca la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de los espacios vacíos en el agregado fino, grueso o en una combinación de ambos, utilizando el mismo procedimiento de determinación.

Este método se aplica a agregados con un tamaño máximo nominal de 150 mm.

Existen dos maneras que se mencionan a continuación

- Método del apisonado (T.M.N. menor a 1 ½") – Peso Unitario Compactado.

**Equipos:**

- Balanza que tenga una aproximación de 0,05 kg, y que permita leer con una exactitud de 0,1% del peso de la muestra para obtener resultados más precisos.
- Barra compactadora recta de acero liso con un diámetro de 16 mm (5/8") y una longitud de aproximadamente 60 cm, la barra debe terminar en una punta semiesférica y se utilizará para compactar las muestras.
- Pala o cucharón de mano de capacidad suficiente para llenar el recipiente con el agregado, esta herramienta se utilizará para manipular y transferir el agregado al recipiente de medida.
- Moldes cilíndricos y metálicos de medida.

**Procedimiento:**

- Se coloca el agregado en el recipiente en tres capas de volumen aproximadamente igual hasta que esté lleno.

- Se nivela cada capa utilizando la mano y apisona con 25 golpes de varilla. Distribuye los golpes uniformemente en cada capa utilizando el extremo semiesférico de la varilla.
  - Al apisonar la primera capa, asegúrate de que la varilla no golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, aplica la fuerza necesaria para que la varilla atraviese únicamente la capa respectiva.
  - Una vez que el recipiente esté lleno, utiliza la varilla como regla para alisar la superficie y nivelarla.
  - Se determina el peso del recipiente lleno en kilogramos.
- Método de llenado con cucharón de mano (Peso Unitario del agregado suelto).

Procedimiento:

- Se deberá utilizar una herramienta, como una pala o un cucharón de mano, para llenar el recipiente.
- Se aseguro de que el agregado se descargue desde una altura no mayor a 50 mm por encima del borde del recipiente.
- Continuar llenando el recipiente hasta que esté colmado.
- Utilizar una regla para eliminar cualquier agregado que sobrepase el borde del recipiente.
- Descartar el agregado sobrante de manera adecuada.
- Registrar el peso total del recipiente lleno junto con el agregado.
- Se debe asegurar de anotar el peso con una aproximación de 0.05 kg.

- Registrar el peso del recipiente vacío.
- Anotar el peso con una aproximación de 0.05 kg.

Luego de tener las propiedades físicas de los agregados se hace el diseño de mezcla. El cual se tendrá en cuenta para elaborar las probetas en el laboratorio.

Para la elaboración de probetas:

- Tener las cantidades necesarias de todos los materiales (agua, agregado grueso. Agregado fino, cáscara seca de piña y cemento tipo I).
- Todos los materiales mencionados, se introducirán en el trompo mezclador, hasta que logre la consistencia adecuada.
- Vaciamos todo el material en una carretilla, y luego mediremos el Slump.
- Para medir el Slump, necesitaremos el molde de cono de Abrams el cual se colocará en una superficie plana, luego llenamos el cono con el concreto en 3 capas las cuales tendrán que ser compactadas con la varilla de acero con 25 golpes por cada capa, Al llenar al borde se engrasa y se retira el molde. En seguida se mide el asentamiento del concreto, desde la parte más desfavorable o baja del concreto hasta la altura del molde.
- Posteriormente al alcanzar el Slump adecuado, vamos a vaciar el concreto a los moldes de los especímenes; cabe recalcar que dichos moldes deben estar engrasados y limpios previamente. El llenado también se hace en 3 capas y con 25 golpes con la varilla de acero. Para eliminar los espacios vacíos se tiene que golpear con el maso de goma por el exterior del molde.
- Finalmente, los moldes se deberán colocar en una superficie plana y en un ambiente adecuado.

**Figura 7**

*Probetas en reposo para alcanzar su endurecimiento*



- Después de la elaboración de probetas se procede a curar a la edad de 7,14, y 28 días, para luego realizar el:

### **ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO (ASTM C39 / NTP**

**339.034)** es un procedimiento utilizado para determinar la resistencia del mortero a la compresión. Esta norma técnica peruana establece los requisitos y la metodología para llevar a cabo el ensayo. Mediante el ensayo, se preparan especímenes de mortero con una mezcla específica de cemento, arena y agua, de acuerdo con las proporciones indicadas en la norma. Estos especímenes se someten a fuerzas de compresión controladas hasta que se produce la rotura. La resistencia a la compresión se determina midiendo la carga máxima soportada antes de la rotura y calculando la resistencia promedio del mortero.

Equipos:

- Máquina de ensayo que puede ser de tipo hidráulica o mecánica, y debe tener una abertura suficiente entre las superficies de apoyo del cojinete superior e inferior para permitir el uso de aparatos de verificación. Es

importante que la carga aplicada al espécimen de ensayo se indique con una exactitud de  $\pm 1,0\%$  para asegurar mediciones precisas y confiables durante el ensayo.

Procedimiento:

- Extracción de los especímenes de concreto para ensayo: sacar las probetas y transportarlas hasta donde se encuentra la máquina de compresión.
- Tolerancias de tiempo para los ensayos: Los cubos deben ser ensayados dentro de los siguientes rangos de tiempo: a los 7 días  $\pm 3$  horas, a los 14 días  $\pm 6$  horas y a los 28 días  $\pm 12$  horas.
- Preparación de las probetas para el ensayo: Antes de someter los cubos a la prensa hidráulica, se debe asegurar de que estén secos y limpios de arena suelta o incrustaciones en las caras que estarán en contacto con los bloques de la prensa hidráulica.
- Ensayo de resistencia a la compresión: Registrar la carga máxima aplicada a cada cubo durante el ensayo en la prensa hidráulica hasta que se produzca su rotura. Una vez que la probeta se rompa, calcular la resistencia a la compresión del mortero.

#### ***Ecuación 5***

*Compresión del mortero*

$$f'm = \frac{P}{A}$$

**Donde:**

$f'm$  = Resistencia a la compresión expresado en kg/cm<sup>2</sup>.

P = Carga máxima en kg

A = Área de la superficie del cubo en cm<sup>2</sup>

## ASPECTOS ÉTICOS

Durante la realización de la presente investigación, se aplicará un nivel de rigor científico, que a menudo se utiliza para evaluar la calidad científica de la investigación. Los principios que rigen esta evaluación se basan en:

**Originalidad:** se refiere a que la investigación se fundamenta en antecedentes totalmente verídicos, los cuales están respaldados por la normativa APA. Por otro lado, esta investigación presenta una perspectiva única y una contribución significativa al conocimiento en el campo de estudio de Ing Civil.

**Credibilidad:** se muestran datos reales, que se han obtenido de manera rigurosa y fiable y la data obtenida ha sido procesada correctamente para obtener conclusiones precisas y coherentes.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación se obtuvieron en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte, sede de Cajamarca.

#### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS

**OBJETIVO ESPECÍFICO 1:** Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados y de la cáscara seca de piña.

##### 1. Contenido de humedad

1.1. Contenido de humedad para agregado fino. Se sacaron 3 muestras las cuales dan como resultado que dicho contenido de humedad es de 5.29 %.

**Tabla 4:**

*Resultados del ensayo de contenido de humedad para agregado fino.*

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del Agua (gr.)	23.30	21.80	24.90
Peso de la Muestra Seca (gr.)	446.10	418.40	457.50
Contenido de Humedad (%)	5.22%	5.21%	5.44%
Promedio del Contenido de Humedad (%)	<b>5.29%</b>		

1.2. Contenido de humedad para agregado grueso. Se utilizaron 3 muestras las cuales dan como resultado que dicho contenido de humedad es de 2.5 %.

**Tabla 5:**

*Resultados del ensayo del contenido de humedad para agregado grueso.*

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del Agua (gr.)	10.30	9.90	12.90
Peso de la Muestra Seca (gr.)	426.10	453.30	445.50
Contenido de Humedad (%)	2.42%	2.18%	2.90%
Promedio del Contenido de Humedad (%)	<b>2.50%</b>		

1.3. Contenido de humedad para la cáscara seca de piña. Como resultado de las tres muestras obtenidas, se obtuvo un valor de 0% de contenido de humedad.

**Tabla 6**

*Resultados del ensayo de contenido de humedad para la cáscara seca de piña*

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del Agua (gr.)	0.00	0.00	0.00
Peso de la Muestra Seca (gr.)	180.60	122.60	161.50
Contenido de Humedad (%)	0.00%	0.00%	0.00%
Promedio del Contenido de Humedad (%)	<b>0.00%</b>		

## 2. Análisis granulométrico

2.1. Análisis granulométrico del agregado fino. Para este ensayo se empleó 1.5 kg y, el mayor peso retenido fue 528.80 gr de la malla N° 50.

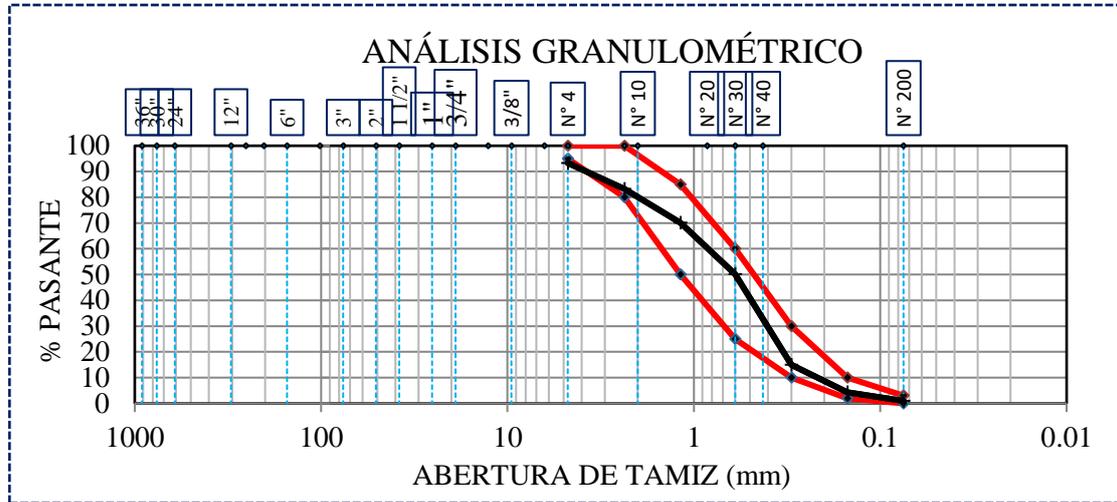
**Tabla 7:**

Resultados del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% QUE PASA
	pulg	mm		
1	3/8"	9.500 mm	0	100.00
2	N° 4	4.750 mm	100.40	93.31
3	N° 8	2.360 mm	150.60	83.27
4	N° 16	1.180 mm	198.00	70.07
5	N° 30	0.600 mm	298.20	50.19
6	N° 50	0.300 mm	528.80	14.93
7	N° 100	0.150 mm	158.60	4.36
8	N° 200	0.075 mm	51.00	0.96
9	CAZO LETA	0.000 mm	14.20	0.00
<b>TOTAL</b>			1499.80	

**Figura 8**

Análisis granulométrico del agregado fino.



Nota. Se puede ver la línea negra que hace referencia a los datos obtenidos en el ensayo de granulometría con respecto al % que pasa por las mallas, las líneas rojas hacen referencia a los usos granulométricos que establece la norma para agregados finos.

También se determinó que el módulo de finura es de 2.84

$$MF = \frac{(6.69 + 16.74 + 29.94 + 49.82 + 85.08 + 95.65)}{100} = \frac{283.92}{100} = 2.84$$

2.2. Análisis granulométrico del agregado grueso. Para este ensayo se tuvo una muestra de 5kg y el mayor peso retenido fue 3136.10 gr de la malla N° 1/2".

**Tabla 8:**

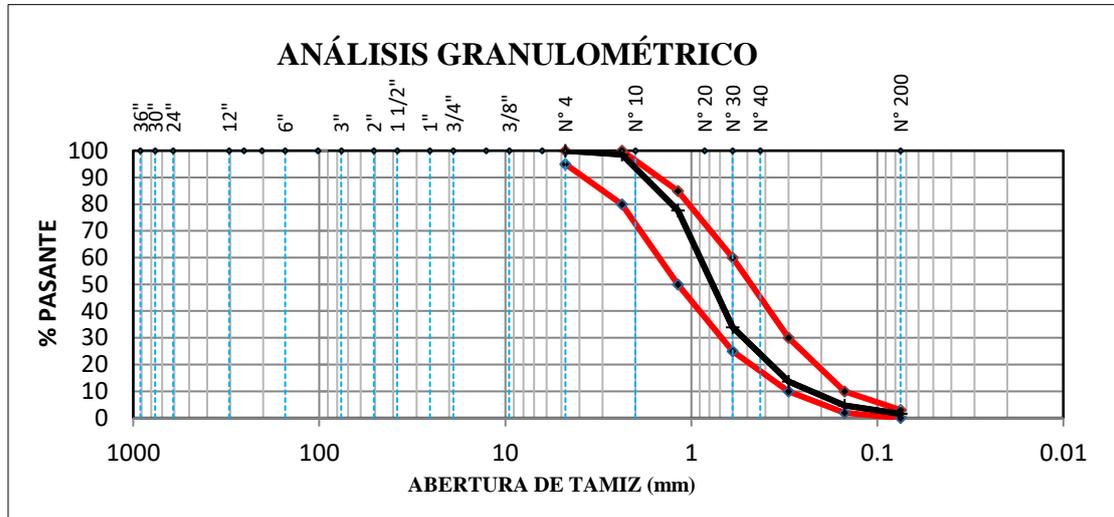
Resultados del ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% QUE PASA
	pulg	mm		
1	1 1/2"	37.500 mm	0.00	100.00
2	1"	25.000 mm	0.00	100.00
3	3/4"	19.000 mm	840.30	83.19
4	1/2"	12.500 mm	3136.10	20.47
5	3/8"	9.500 mm	707.50	6.32
6	N4	4.750 mm	291.50	0.49
7	CAZO LETA	0.000 mm	24.40	0
TOTAL			4999.80	



**Tabla 10**

*Análisis Granulométrico de la cáscara seca de piña*



Nota. Se puede ver la línea negra que hace referencia a los datos obtenidos en el ensayo de granulometría con respecto al % que pasa por las mallas, las líneas rojas hacen referencia a los usos granulométricos que establece la norma para agregados finos.

También se determinó que el módulo de finura es de 2.71.

$$MF = \frac{(0.02 + 1.41 + 22.34 + 66.08 + 86.32 + 95.24)}{100} = 271.4 / 100 = 2.71$$

### 3. Peso unitario del agregado

3.1. Peso unitario del agregado fino, como resultado que el peso unitario compactado del agregado fino es 1.42 gr/cm<sup>3</sup> y el peso unitario suelto es 1.46 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 11**

*Resultados del ensayo de peso unitario del agregado fino.*

AGREGADO FINO	TAMAÑO MÁX. NOMINAL			VOLUMEN MOLDE	9418.00 cm <sup>3</sup>
DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
Peso del AF Compactado	gr.	13340.00	13400.00	13320.00	-----
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.42	1.42	1.41	<b>1.42</b>
Peso del AF Suelto	gr.	13720.00	13800.00	13660.00	-----
<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.46	1.47	1.45	<b>1.46</b>

3.2. Peso unitario del agregado grueso, tuvo como resultado que el peso unitario compactado del agregado grueso es 1.70 gr/cm<sup>3</sup> y el peso unitario suelto es 1.80 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 12**

*Resultados del ensayo de peso unitario del agregado grueso*

AGREGADO GRUESO	TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1/2"		VOLUMEN MOLDE	9418.00 cm <sup>3</sup>
	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
Peso del AG Compactado,	gr.	15980.00	16080.00	16000.00	-----	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.70	1.71	1.70		<b>1.70</b>
Peso del AG Suelto	gr.	16940.00	16980.00	17000.00	-----	
<b>PESO UNITARIO SUELTO,</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.80	1.80	1.81		<b>1.80</b>

#### 4. Gravedad específica y absorción de agregados

4.1. Gravedad específica y absorción de agregados finos, se tuvo como resultado que la absorción de los agregados finos es de 1.89%.

**Tabla 13**

*Resultados del ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos*

DESCRIPCIÓN	UND	T1	T2	T3	RESULTADO
Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.60	2.57	-	<b>2.59</b>
Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.64	2.63	-	<b>2.64</b>
Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.70	2.74	-	<b>2.72</b>
Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	1.36	2.42	-	<b>1.89</b>

4.2. Gravedad específica y absorción de agregados gruesos, se tuvo como resultado que la absorción de los agregados gruesos es de 3.05%.

**Tabla 14**

*Resultados del ensayo de gravedad específica y absorción de agregados gruesos*

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
Peso específico aparente seco $P. e. a (seco) = \frac{A}{B - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.51	2.54	-	<b>2.52</b>
Peso específico aparente SSS $P. e. a (SSS) = \frac{B}{B - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.58	2.62	-	<b>2.60</b>
Peso específico nominal $P. e. a (SSS) = \frac{A}{A - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.71	2.76	-	<b>2.73</b>
Absorción $Abs (\%) = \frac{B - A}{A} * 100\%$	gr/cm <sup>3</sup>	2.98%	3.12%	-	<b>3.05%</b>

4.3. Gravedad específica y absorción de la cáscara seca de piña, se tuvo como resultado que la absorción de la cáscara de piña es de 0.39 %.

**Tabla 15:**

Resultados del ensayo de gravedad específica y absorción de la cáscara seca de piña

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.65	2.77	2.84	<b>2.75</b>
Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.66	2.78	2.85	<b>2.76</b>
Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.68	2.80	2.88	<b>2.78</b>
Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	0.34	0.40	0.44	<b>0.39</b>

## RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**Objetivo Específico 2:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y del concreto con reemplazo parcial del 3%, 5% y 7% al agregado fino, después de 7, 14 y 28 días de curado.

Se muestran los resultados del ensayo a compresión de 16 probetas curadas a 7 días.

**Tabla 16**

*Resultados del ensayo a compresión a los 7 días de curado*

DESCRIPCIÓN	ID. DE PROBETA	DIÁMETRO prom.	ALTURA prom.	CARGA ÚLTIMA	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ prom kg/cm <sup>2</sup>	% de resistencia
<b>Probetas Patrón</b>	PP (01)	15.423 cm	30.610 cm	43201.00	231.23	223.34	106%
	PP (02)	15.567 cm	30.523 cm	41021.00	215.54		
	PP (03)	15.470 cm	30.020 cm	41947.00	223.17		
	PP (04)	15.446 cm	30.633 cm	41863.00	223.42		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 3% al agregado fino</b>	PCP 3% (01)	15.493 cm	30.140 cm	27789.00	147.40	134.52	64%
	PCP 3% (02)	15.513 cm	30.539 cm	24351.00	128.83		
	PCP 3% (03)	15.523 cm	30.447 cm	24561.00	129.77		
	PCP 3% (04)	15.257 cm	30.527 cm	24144.00	132.07		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 5% al agregado fino</b>	PCP 5% (01)	15.526 cm	30.553 cm	19956.00	105.41	108.40	52%
	PCP 5% (02)	15.557 cm	30.677 cm	20745.00	109.14		
	PCP 5% (03)	15.410 cm	30.683 cm	20483.00	109.82		
	PCP 5% (04)	15.413 cm	30.620 cm	20384.00	109.25		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 7% al agregado fino</b>	PCP 7% (01)	15.427 cm	30.410 cm	15473.00	82.78	83.28	40%
	PCP 7% (02)	15.503 cm	30.500 cm	17769.00	94.13		
	PCP 7% (03)	15.587 cm	30.460 cm	14358.00	75.25		
	PCP 7% (04)	15.493 cm	30.550 cm	15267.00	80.98		

Se tiene como resultado después de 7 días de curado que para las probetas patrón la resistencia promedio es de 223.34 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 106%.

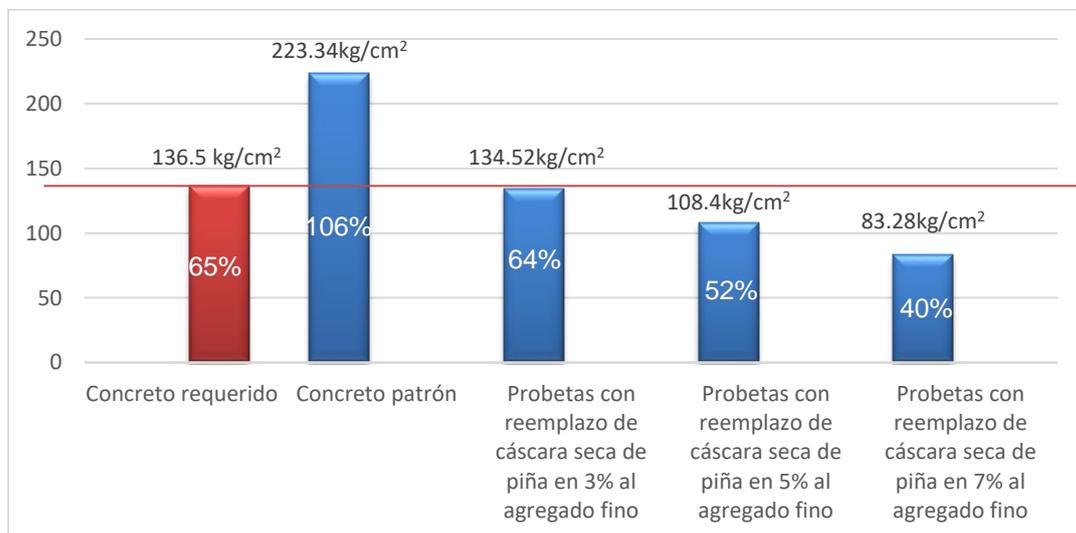
Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3% al agregado fino tuvo una resistencia de 134.52 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 64%.

Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 5% al agregado fino tuvo una resistencia de 108.40 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 52%.

Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 7% al agregado fino tuvo una resistencia de 83.28 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 40%.

### Gráfica 1

*Resultados de los esfuerzos promedio de las probetas curadas a 7 días*



Nota. Se puede observar que la probeta patrón alcanzó más de lo requerido, mientras que las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3%, 5%, 7% no llegaron a lo requerido.

Se muestra en la siguiente tabla los resultados del ensayo a compresión de 16 probetas las cuales fueron curadas 14 días.

**Tabla 17**

*Resultados del ensayo a compresión a los 14 días de curado*

<b>14 DÍAS DE CURADO</b>							
DESCRIPCIÓN	ID. DE PROBETA	DIÁMETRO prom.	ALTURA prom.	CARGA ÚLTIMA	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ prom kg/cm <sup>2</sup>	% de resistencia
<b>Probeta Patrón</b>	PP (05)	15.427 cm	30.647 cm	50251.00	268.85	261.13	124%
	PP (06)	15.503 cm	30.453 cm	49968.00	264.70		
	PP (07)	15.587 cm	30.613 cm	48266.00	252.96		
	PP (08)	15.493 cm	30.653 cm	48642.00	258.01		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 3% al agregado fino</b>	PCP 3% (05)	15.497 cm	30.587 cm	33967.00	180.09	178.78	85%
	PCP 3% (06)	15.420 cm	30.467 cm	32556.00	174.33		
	PCP 3% (07)	15.457 cm	30.553 cm	34678.00	184.81		
	PCP 3% (08)	15.583 cm	30.597 cm	33548.00	175.90		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 5% al agregado fino</b>	PCP 5% (05)	15.510 cm	30.607 cm	25745.00	136.26	134.33	64%
	PCP 5% (06)	15.477 cm	30.683 cm	26355.00	140.09		
	PCP 5% (07)	15.350 cm	30.333 cm	24812.00	134.08		
	PCP 5% (08)	15.407 cm	30.633 cm	23657.00	126.90		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 7% al agregado fino</b>	PCP 7% (05)	15.467 cm	30.627 cm	20278.00	107.93	101.17	48%
	PCP 7% (06)	15.537 cm	30.440 cm	19450.00	102.59		
	PCP 7% (07)	15.527 cm	30.450 cm	18564.00	98.04		
	PCP 7% (08)	15.523 cm	30.587 cm	18189.00	96.11		

Se tiene como resultado después de 14 días de curado que para las probetas patrón la resistencia promedio es de 261.13 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 124%.

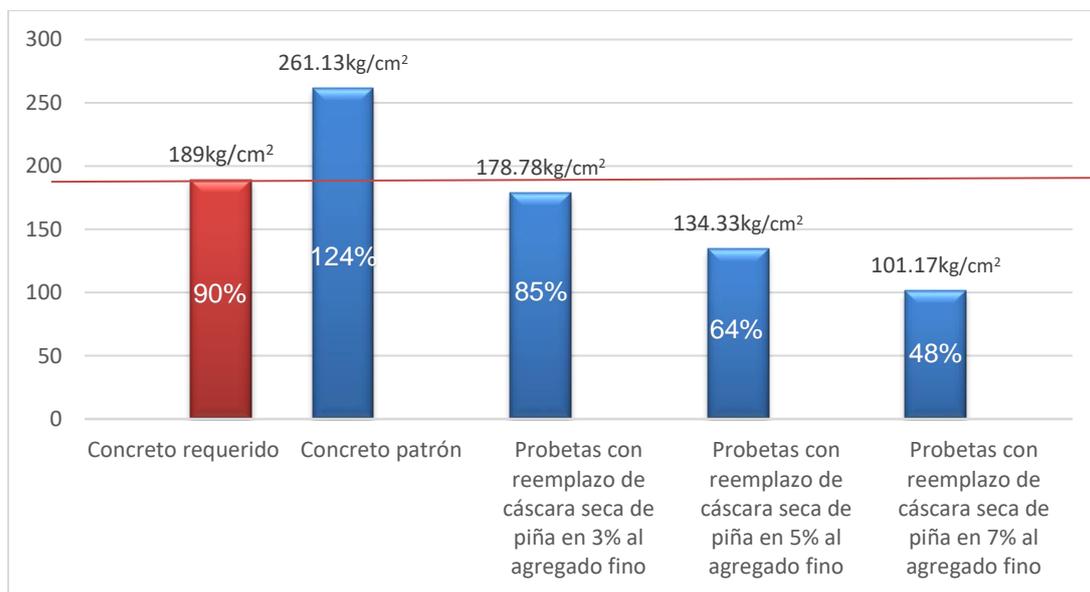
Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3% al agregado fino tuvo una resistencia de 178.78 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 85%.

Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 5% al agregado fino tuvo una resistencia de 134.33 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 64%.

Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 7% al agregado fino tuvo una resistencia de 101.17 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 48%.

**Gráfica 2**

Resultados de los esfuerzos promedio de las probetas curadas a 14 días



Nota. Se puede observar que la probeta patrón alcanzo más de lo requerido, mientras que las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3%.5%,7% no llegaron al esfuerzo requerido.

Se muestra en la siguiente tabla los resultados del ensayo a compresión de 16 probetas las cuales fueron curadas 28 días.

**Tabla 18**

Resultados del ensayo a compresión a los 28 días de curado

**28 DÍAS DE CURADO**

DESCRIPCIÓN	ID. DE PROBETA	DIÁMETRO prom.	ALTURA prom.	CARGA ÚLTIMA	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ prom kg/cm <sup>2</sup>	% de resistencia
<b>Probeta Patrón</b>	PP (09)	15.467 cm	30.433 cm	52611.00	280.02	278.55	133%
	PP (10)	15.537 cm	30.510 cm	53546.00	282.44		
	PP (11)	15.527 cm	30.593 cm	51735.00	273.24		
	PP (12)	15.523 cm	30.500 cm	52710.00	278.51		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 3% al agregado fino</b>	PCP 3% (09)	15.487 cm	30.583 cm	34980.00	185.70	189.53	90%
	PCP 3% (10)	15.463 cm	30.590 cm	36879.00	196.37		
	PCP 3% (11)	15.470 cm	30.652 cm	35462.00	188.67		
	PCP 3% (12)	15.460 cm	30.597 cm	35175.00	187.38		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 5% al agregado fino</b>	PCP 5% (09)	15.423 cm	30.660 cm	28435.00	152.20	146.41	70%
	PCP 5% (10)	15.567 cm	30.573 cm	27157.00	142.69		
	PCP 5% (11)	15.470 cm	30.360 cm	26460.00	140.77		
	PCP 5% (12)	15.446 cm	30.540 cm	28102.00	149.98		
<b>Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 7% al agregado fino</b>	PCP 7% (09)	15.493 cm	30.580 cm	23458.00	124.43	126.88	60%
	PCP 7% (10)	15.513 cm	30.577 cm	24361.00	128.88		
	PCP 7% (11)	15.523 cm	30.593 cm	23284.00	123.03		
	PCP 7% (12)	15.257 cm	30.500 cm	23981.00	131.18		

Se tiene como resultado después de 28 días de curado que para las probetas patrón la resistencia promedio es de 278.55 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 133%.

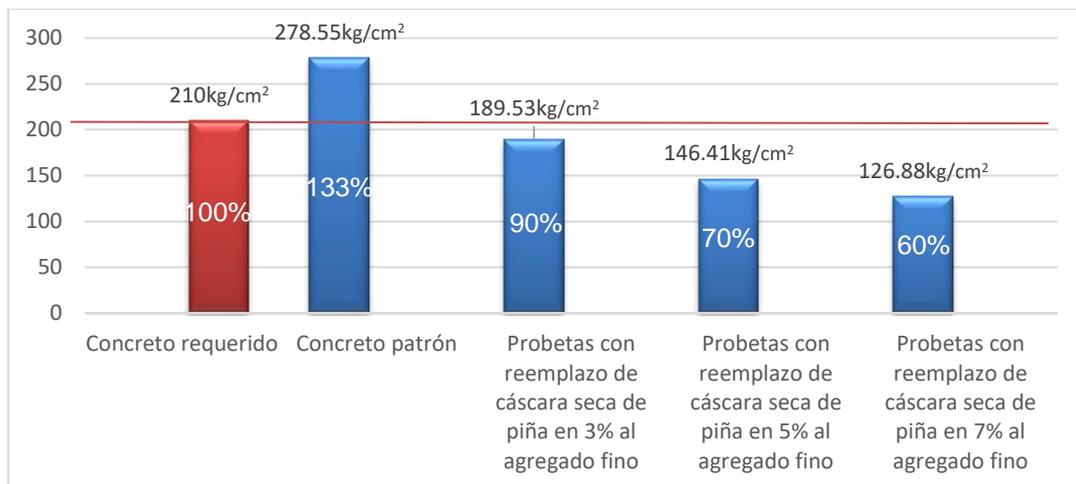
Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3% al agregado fino tuvo una resistencia de 189.53 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 90%.

Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 5% al agregado fino tuvo una resistencia de 146.41 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 70%.

Las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 7% al agregado fino tuvo una resistencia de 126.88 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando el 60%.

**Gráfica 3**

*Resultados de los esfuerzos promedio de las probetas curadas a 28 días*



Nota. Se puede observar que la probeta patrón alcanzo más de lo requerido, mientras que las probetas con reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3%.5%,7% no llegaron al esfuerzo requerido.

En la tabla y en los gráficos se mostrarán los esfuerzos promedios obtenidos del ensayo a compresión de las probetas realizadas y curadas a la edad de 7,14,28 días.

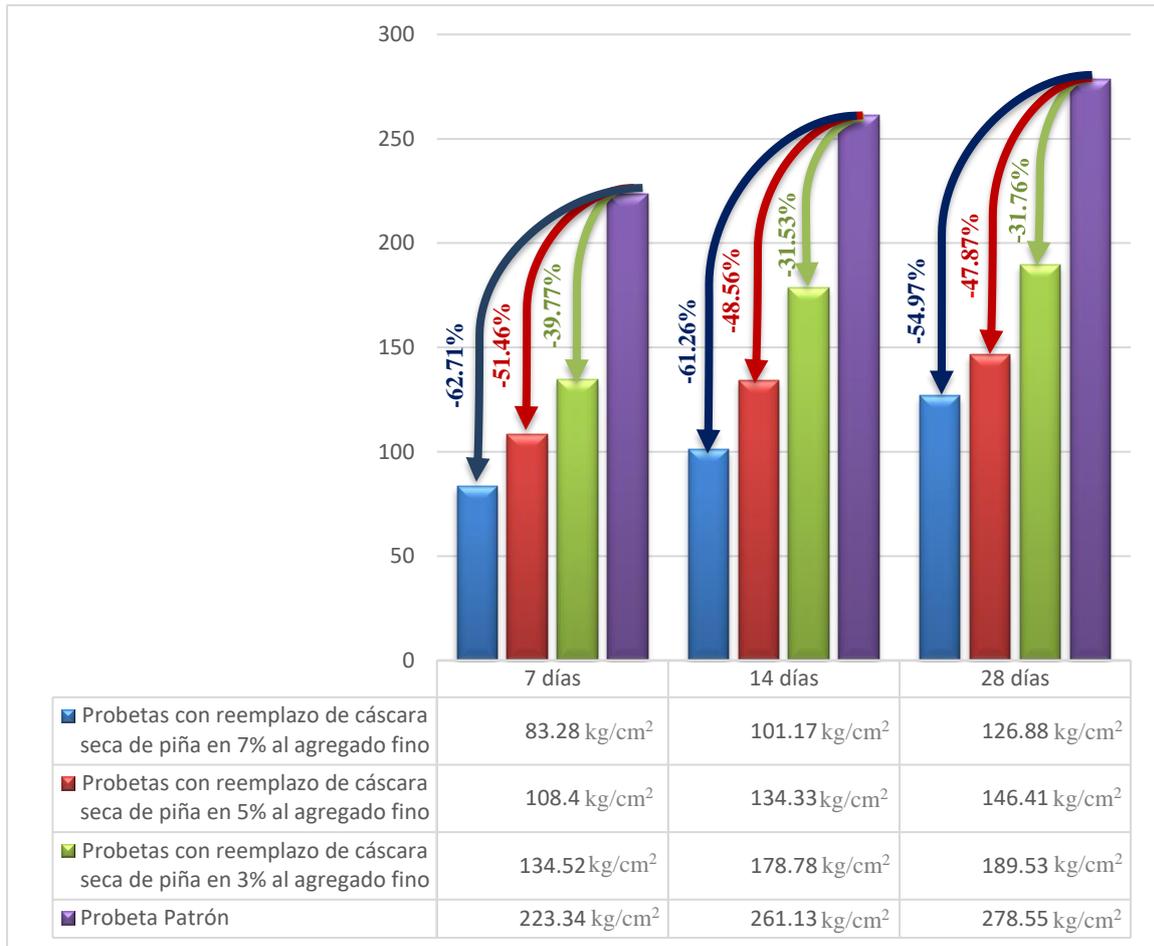
**Tabla 19**

*Resumen de las resistencias*

PROBETA	7 días	14 días	28 días
Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 7% al agregado fino	83.28 kg/cm <sup>2</sup>	101.17 kg/cm <sup>2</sup>	126.88 kg/cm <sup>2</sup>
Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 5% al agregado fino	108.4 kg/cm <sup>2</sup>	134.33 kg/cm <sup>2</sup>	146.41 kg/cm <sup>2</sup>
Probetas con reemplazo de cáscara seca de piña en 3% al agregado fino	134.52 kg/cm <sup>2</sup>	178.78 kg/cm <sup>2</sup>	189.53 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta Patrón	223.34 kg/cm <sup>2</sup>	261.13 kg/cm <sup>2</sup>	278.55 kg/cm <sup>2</sup>

**Gráfica 4**

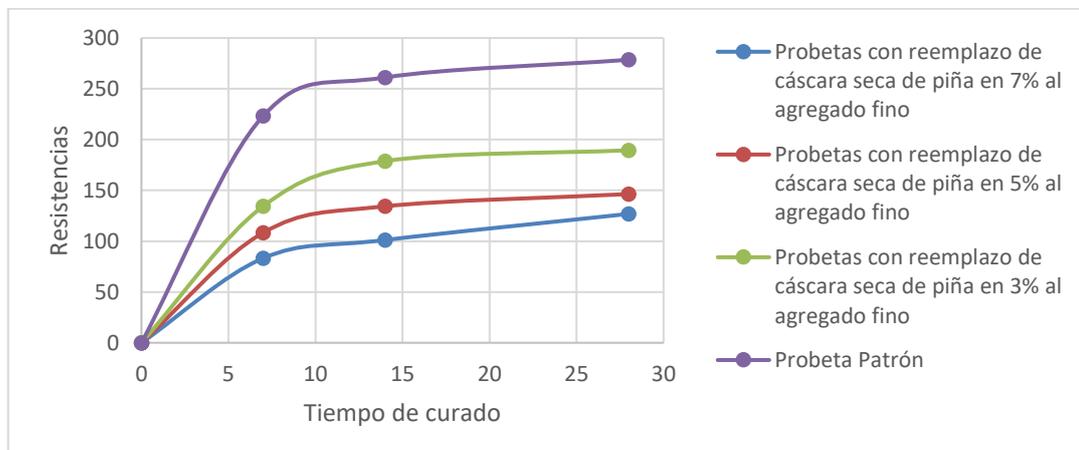
*Resistencia a la compresión de probetas a los 7,14 y 28 días*



Las probetas con reemplazo de cáscara de piña tienen menor resistencia que la probeta estándar. La probeta con reemplazo del 3% es la que más se acerca al concreto patrón.

**Gráfica 5:**

*Resistencias de las probetas patrón y con adición en 3%,5% y 7% de cáscara de piña a 7,14 y 28 días.*



La resistencia a compresión de cada tipo de probeta aumenta con el paso de los días; pero por otro lado analizando en general, la resistencia promedio de la probeta con reemplazo de cáscara de piña en 3% es menor que la probeta patrón, la de 5% es menor que la de 3% y la de 7% es menor que la de 5%.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Limitaciones:

Las condiciones de laboratorio pudieron afectar los resultados, ya que la humedad y temperatura ambiental varia y puede afectar la reacción del material en estudio.

La disponibilidad de literatura específica y actualizada sobre el tema de la influencia de la cáscara de piña en la resistencia del concreto fue limitada. Dado que se trata de un campo de estudio relativamente nuevo y poco explorado, la falta de investigaciones previas o la escasez de fuentes académicas confiables relacionadas con esta temática limito la profundidad del análisis y la comparación de resultados con investigaciones anteriores.

- Interpretación comparativa

Como se podrá observar en los siguientes 3 estudios, a medida que aumentan los porcentajes de reemplazo o adición de cierto material la resistencia del concreto disminuye. (Pinzón Rojas & Peña Cruz, 2021) en su tesis "Análisis del comportamiento mecánico del concreto adicionado con fibra de hoja de la planta piña Oro Miel" obtuvieron resultados a los 28 días con los porcentajes de 0.5%, 1%, 2% de fibra de hoja de piña, la resistencia alcanzó los 21 MPa, 24 MPa y 22 MPa, respectivamente. En la tesis de (Rosas García, 2020) "Comparación de la resistencia en kg/cm<sup>2</sup> del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara de café como sustituto porcentual del agregado fino" se tuvo como resultados que reemplazando el 5%, 8% y 10% del agregado fino en el concreto con ceniza de cáscara de café se obtienen las siguientes resistencias: 176.56 kg/cm<sup>2</sup>, 156.24 kg/cm<sup>2</sup>, 130.38 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Además, la

investigación de (Ruiz Chávez & Llontop Esquerre , 2019) "Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón" A los 28 días, al agregar zanahoria en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.725%, se obtuvieron resistencias de 389.50 kg/cm<sup>2</sup>, 355.67 kg/cm<sup>2</sup> y 346.47 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Lo cual tiene una similitud con la presente tesis ya que las probetas con un reemplazo del 3% de cáscara seca de piña a los 28 días alcanzo una resistencia de 189.53 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las probetas con un reemplazo del 5% lograron una resistencia de 146.41 kg/cm<sup>2</sup>, y las probetas con un reemplazo del 7% obtuvieron una resistencia de 126.88 kg/cm<sup>2</sup>; igual que los antecedentes, la resistencia va disminuyendo.

Por otro lado, (Lara, 2017) en su tesis titulada "Determinación de los porcentajes óptimos de fibra de coco en hormigones hidráulicos," presentó resultados que indicaron que, a los 28 días de curado, con la adición de fibra de estopa de coco en un 0.5%, la resistencia fue de 218.09 kg/cm<sup>2</sup>; con una adición del 1.5%, la resistencia aumentó a 248.15 kg/cm<sup>2</sup>; y con una adición del 2%, la resistencia vuelve a disminuir a 192.36 kg/cm<sup>2</sup>. Esto contrasta con la tesis "Influencia de la adición de cenizas de cáscaras de naranja en las propiedades mecánicas y físicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> Ventanilla – 2023" de los autores (Acuña Reymundo & García Canma , 2023), a los 28 días, los resultados indicaron que con la incorporación del 1.25% de cenizas de cáscara de naranja, se logró una resistencia de 245.47 kg/cm<sup>2</sup>. Para la adición del 2.5%, la resistencia disminuyo a 166.23 kg/cm<sup>2</sup>., mientras que con el 3.75%, aumento nuevamente a 168.48 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, con un 5% de cenizas de cáscara de naranja, la resistencia volvió a aumentar a 310.47 kg/cm<sup>2</sup>. Estas tesis muestran una variación en la resistencia, comenzando con un valor, disminuyendo, y luego aumentando. Lo cual tiene una diferencia significativa con la presente tesis, ya que las resistencias de esta

solo disminuyen con el aumento de porcentaje, y no aumentan y vuelven a disminuir como las investigaciones mostradas.

- Implicancias

Como la presente investigación mostro algunos resultados cercanos del ensayo a compresión del reemplazo parcial de cáscara seca de piña en 3% con respecto a los del concreto patrón, puede generar interés para futuras investigaciones en este campo. Esto podría llevar a estudios más exhaustivos, considerando proporciones menores de reemplazo, efectos a largo plazo y otros factores relacionados.

El uso de cáscara seca de piña como material de construcción puede tener beneficios ambientales al reducir la cantidad de residuos agrícolas que terminan en vertederos o se queman, lo que podría contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la gestión de residuos.

La presente investigación genera interés porque la cáscara de piña es un producto que se encuentra fácilmente en muchas regiones. Esto significa que podría ser una fuente de material de construcción local y sostenible, reduciendo la necesidad de importar o transportar materiales costosos desde otras ubicaciones.

## CONCLUSIONES

- El reemplazo parcial de la cáscara seca de piña en los porcentajes de 3%, 5% y 7% al concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> no tuvo un impacto positivo en un 10% de su resistencia final como se planteó en la hipótesis; por el contrario, tuvo un impacto negativo ya que disminuyo la resistencia.
- Mientras mayor fue el reemplazo de la cáscara seca de piña en el agregado fino menor es la resistencia.

- Se determinaron las propiedades físico-mecánicas de los agregados, la cantera cumplió con las especificaciones de la NTP 400.037/ASTM C33.
- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y del concreto con reemplazo parcial del 3%, 5% y 7% de cáscara seca de piña al agregado fino, después de 7 días de curado. Teniendo como resultado que el concreto con un reemplazo del 3% de cáscara de piña en el agregado fino alcanzó un esfuerzo promedio de 134.52 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representó una disminución del 39.77% en comparación con el concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>. El concreto con un reemplazo del 5% de cáscara de piña en el agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 108.44 kg/cm<sup>2</sup>, lo que significó una reducción del 51.46% con respecto a la probeta patrón. En el caso del concreto con un reemplazo del 7% de cáscara de piña en el agregado fino, se logró un esfuerzo promedio de 83.28 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representó una disminución significativa del 62.71% en comparación con el concreto patrón de referencia.
- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y del concreto con reemplazo parcial del 3%, 5% y 7% de cáscara seca de piña al agregado fino, después de 14 días de curado el concreto con reemplazo parcial de cáscara de piña en 3% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 178.78 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo así la resistencia en comparación al concreto patrón en un 31.53%. Por otro lado, el concreto con reemplazo parcial de cáscara de piña en 5% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 134.33 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo así la resistencia en comparación al concreto patrón en un 61.56%. Finalmente, el concreto con reemplazo parcial de cáscara de piña en 7% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 101.17 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo así la resistencia en comparación al concreto patrón en un 61.26%.

- Se determino la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y del concreto con reemplazo parcial del 3%, 5% y 7% de cáscara seca de piña al agregado fino, después de 28 días de curado el concreto con reemplazo parcial de cáscara de piña en 3% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 189.53 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo así la resistencia en comparación al concreto patrón en un 31.96%. Mientras que el concreto con reemplazo parcial de cáscara de piña en 5% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 145.22 kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo un 47.87% con respecto a la probeta patrón, y en el caso del concreto con reemplazo parcial de cáscara de piña en 7% al agregado fino obtuvo un esfuerzo promedio de 125.45kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo un 45.03% con respecto al concreto patrón.

## Referencias

- ACI 318. (2019). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. Obtenido de <https://aportesingecivil.com/aci-318-19-requisitos-de-reglamento-para-concreto-estructural/>
- Acuña Reymundo, J., & García Canma, J. (2023). Influencia de la adición de cenizas de cáscaras de naranja en las propiedades mecánicas y físicas del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> Ventanilla – 2023. Obtenido de <https://www.bing.com/search?pglt=2081&q=Influencia+de+la+adici%C3%B3n+de+cenizas+de+c%C3%A1scaras+de+naranja+en+las+propiedades+mec%C3%A1nicas+y+f%C3%ADsicas+del+concreto+f%C2%B4c%3D210+kg%2Fcm2%2C+Ventanilla+%E2%80%93+2023&cvid=78cbb2c714ac4631aa8ebd132f>
- Asociación de Exportadores. (2021). Perú bate su récord de exportaciones de piña. Obtenido de <https://www.redagricola.com/pe/peru-bate-su-record-de-exportaciones-de-pina/>
- ASTM C125. (2020). Terminología estándar relativa al Hormigón y los agregados De Hormigón. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/tecnologia-del-concreto/astm-c125-20-tecnologia-del-concreto-astm-c125-20/40615205>
- ASTM C150. (2021). Especificación estándar para cemento Portland. Obtenido de [https://infostore.saiglobal.com/en-us/standards/astm-c-150-c150m-2021-158037\\_saig\\_astm\\_astm\\_3029375/](https://infostore.saiglobal.com/en-us/standards/astm-c-150-c150m-2021-158037_saig_astm_astm_3029375/)
- ASTM C39. (2021). Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. Obtenido de [https://www.astm.org/c0039\\_c0039m-21.html](https://www.astm.org/c0039_c0039m-21.html)
- ASTM C94. (2021). Especificación estándar para concreto premezclado. Obtenido de [https://www.astm.org/c0094\\_c0094m-21.html](https://www.astm.org/c0094_c0094m-21.html)
- Centro de exportación e inversión de la República Dominicana. (2017). Perfil Producto : Piña. Obtenido de [https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC\\_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a\\_V6.pdf](https://prodominicana.gob.do/Documentos/BC_PERFIL%20PRODUCTO%20-%20pi%C3%B1a_V6.pdf)
- Cieza Carranza, J., & Llaja Silva, J. (2022). Concreto simple con sustitución de cenizas de cáscara de maní y polvo de ladrillo para mejorar su resistencia, Tarapoto-2022. Tarapoto. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110840>

- Condori Chuquimia, C. (2023). La ceniza de conchuela marina en las propiedades del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> en elementos estructurales, Ilo - 2022. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110240>
- Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2019). Metodología de la investigación. México. Obtenido de [https://www.bing.com/search?pglt=2081&q=HERNÁNDEZ%2C+Roberto%2C+FERNÁNDEZ%2C+Carlos%2C+BAPTISTA%2C+Pilar.+Metodología+de+la+investigación.+6ta+Edición+Sampieri.+Soriano%2C+RR+\(1991\).+Guía+para+realizar+investigaciones+sociales.+Plaza+y+Valdés%2C+2016.&cvi](https://www.bing.com/search?pglt=2081&q=HERNÁNDEZ%2C+Roberto%2C+FERNÁNDEZ%2C+Carlos%2C+BAPTISTA%2C+Pilar.+Metodología+de+la+investigación.+6ta+Edición+Sampieri.+Soriano%2C+RR+(1991).+Guía+para+realizar+investigaciones+sociales.+Plaza+y+Valdés%2C+2016.&cvi)
- Food and Agriculture Organization. (2020). Obtenido de <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/7f496685-es.pdf?expires=1680535806&id=id&accname=guest&checksum=B2F0312BF013EFB11749FD03F5CCDBC0>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). Informe de índice de precios de productor (IPP) de materiales de construcción. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3061018/%C3%8Dndice%20Precios%20Productor%20N%C2%B02.pdf.pdf?v=1651698955>
- LANOTEC. (2018). Primer artículo científico sobre sílice. Obtenido de <https://www.utn.ac.cr/content/sede-san-carlos-publico-primer-articulo-cientifico-silice-biogenico-conjunto-laboratorio>
- Lara, G. (2017). Determinación de los porcentajes óptimos de fibra de coco en hormigones hidráulicos. Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/1942>
- Leiva Saavedra, H., & Terrones Gamonal, J. (2021). Efecto de falso tallo de plátano y cenizas de cáscara de arroz en la tenacidad y resistencia de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Chiclayo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/79931/Leiva\\_SH-Terrones\\_GJJ-SD.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/79931/Leiva_SH-Terrones_GJJ-SD.pdf?sequence=1)
- Maldonado Rodríguez, R., Bratovic, A., Mahmoud, A., & Hikal, W. (2021). Piña, residuos, caracterización y valorización: Una visión general. Obtenido de [file:///C:/Users/nayel/Downloads/Pineapple-oje\\_2021090211464600.pdf](file:///C:/Users/nayel/Downloads/Pineapple-oje_2021090211464600.pdf)
- Montoya Ventura, N. (2019). La historia del concreto. Ortopediaurbana. Obtenido de <https://ortopediaurbana.wordpress.com/2019/02/21/la-historia-del-concreto/>

- NTP 334.009. (2020). Cementos Portland adicionados. Requisitos. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/524266779/NTP-334-009-2020-CEMENTOS-Cementos-Portland-Requisitos-1>
- NTP 334.088. (2021). Aditivos químicos para concreto.Especificaciones. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/570213590/2021-NTP-334-088>
- NTP 339.034 . (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Obtenido de <https://doku.pub/documents/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-408g7zr6o7qx>
- NTP 339.088. (2019). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento pórland.Requisitos. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-aguas>
- NTP 400.037. (2018). Agregados para concreto. Requisitos. Obtenido de <https://idoc.pub/documents/25099ntp-400037pdf-d477r38mdj42>
- Ñaupas Paitán, H., Palacios Vilela, J., Valdivia Dueñas, M., & Romero Delgado, H. (2018). Metodología de a investigación. Bogotá. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/16EujosBT9zACw1EVK60-44zRjJ18OZSB/view>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). Obtenido de <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Chile: Morphol. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pinzón Rojas, J., & Peña Cruz, F. (2021). Análisis del comportamiento mecánico del concreto adicionado con fibra de hoja de la planta de piña Oro Miel. Bogotá. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1935&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1935&context=ing_civil)
- Pon, J. (2019). Taller Regional: Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo. Obtenido de [https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion\\_de\\_residuos\\_-\\_jordi\\_pon.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion_de_residuos_-_jordi_pon.pdf)

Portland Cement Association. (2022). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Obtenido de  
<https://www.ibch.com/download/disen-y-control-de-mezclas-de-concreto/>

Rosas García, M. (2020). Comparación de la resistencia en kg/cm<sup>2</sup> del concreto común y el concreto con ceniza de cáscara de café como sustituto porcentual del agregado fino. Chachapoyas. Obtenido de  
<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2108/Manuel%20Rosas%20Garc%C3%ADa.pdf?sequence=1>

Ruiz Chávez, M. D., & Llontop Esquerre , C. M. (2019). Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón. Lima, Perú. Obtenido de  
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2627>

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2019). Retos y oportunidades del compostaje en el Perú. Lima. Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/opinion-retos-y-oportunidades-del-compostaje-en-el-peru/>

Tecnocarreteras. (2015). Tecnocarreteras. Obtenido de  
<https://www.tecnocarreteras.es/2015/04/13/usando-la-lignina-para-crear-un-asfalto-mas-economico-sostenible-y-resistente/#:~:text=Un%20equipo%20de%20investigadores%20holandeses%2C%20liderado%20por%20Ted,tambi%C3%A9n%20m%C3%A1s%20resistente%20a%20las%20incl>